



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS CHAPECÓ

CURSO DE AGRONOMIA

MAICON BORSATTI

**POTENCIAL DE CONTROLE DO AZEVÉM (*Lolium multiflorum*) COM ÓLEOS
ESSENCIAIS**

CHAPECÓ

2021

MAICON BORSATTI

**POTENCIAL DE CONTROLE DO AZEVÉM (*Lolium multiflorum*) COM ÓLEOS
ESSENCIAIS**

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

Borsatti, Maicon
POTENCIAL DE CONTROLE DO AZEVÉM (*Lolium multiflorum*)
COM ÓLEOS ESSENCIAIS / Maicon Borsatti. -- 2021.
30 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.

I. Tironi, Siumar Pedro, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

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

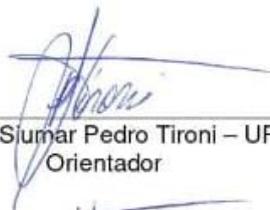
MAICON BORSATTI

**POTENCIAL DE CONTROLE DO AZEVÉM (*Lolium multiflorum*) COM ÓLEOS
ESSENCIAIS**

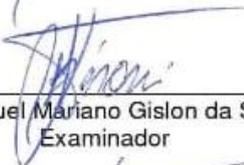
Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de
grau de Bacharel em Agronomia da Universidade
Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 24/09/2021.

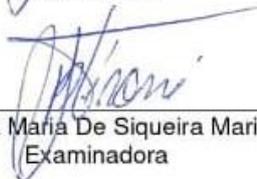
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Sumar Pedro Tironi – UFFS
Orientador



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



Profª. Drª. Fabiana Maria De Siqueira Mariano Da Silva
Examinadora

RESUMO

O azevém (*Lolium multiflorum*) é uma das principais espécies daninhas da região sul do Brasil. Essa espécie daninha apresenta muitas dificuldades de controle, especialmente pela resistência a herbicidas. Nesse sentido, é importante a realização de pesquisas que possam encontrar novas formas de controle dessa importante espécie daninha. Com isso, objetivou-se, com este estudo, avaliar o potencial de controle de azevém com óleos essenciais de citronela (*Cymbopogon nardus*), eucalipto (*Eucalyptus* sp.), laranja (*Citrus sinensis*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), carqueja (*Baccharis articulata*) e capim-cidreira (*Melissa officinalis*). Foram conduzidos ensaios com aplicação dos óleos essenciais nas sementes e nas plântulas da espécie alvo. Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco repetições. Os experimentos foram alocados em esquema fatorial 6x5, o primeiro fator composto pelos óleos essenciais (citronela, eucalipto, laranja, capim-limão, carqueja, capim-cidreira), o segundo pelas doses do óleo essencial, com 0, 5, 10, 25 e 50 g L⁻¹. Os ensaios com aplicação nas sementes foram realizados em laboratório, com germinação em papel. Os ensaios com aplicação nas plântulas, as mesmas foram cultivadas em vasos com substrato, e posteriormente foi realizada a aplicação em sua parte aérea. Foram avaliadas a germinação, índice de velocidade de germinação, mortalidade, fitotoxicidade, altura e massa seca do azevém. Todos os óleos essenciais possuem a capacidade de inibir totalmente a germinação e desenvolvimento das plântulas de azevém. A aplicação foliar dos óleos essenciais reduz o crescimento e acúmulo de massa seca das plantas de azevém.

Palavras-chave: *Cymbopogon nardus*, *Eucalyptus* sp., *Citrus sinensis*.

ABSTRACT

The ryegrass (*Lolium multiflorum*) is one of the main weeds in southern Brazil. This weed species presents many difficulties to control, especially due to herbicide resistance. In this sense, it is important to carry out research that can find new ways to control this important weed species. Thus, the objective of this project was to evaluate the potential of ryegrass control with essential oils of Citronella (*Cymbopogon nardus*), eucalyptus (*Eucalyptus* sp.), orange (*Citrus sinensis*), lemongrass (*Cymbopogon citratus*), carqueja (*Baccharis articulata*) and lemon balm (*Melissa officinalis*). Tests were conducted with application of essential oils in seeds and seedlings of the target species. A completely randomized experimental design with five replications was used. The experiments were allocated in a 6x5 factorial scheme, the first factor consisting of essential oils (citronella, eucalyptus, orange, lemongrass, carqueja, lemon balm), the second by essential oil doses, with 0, 5, 10, 25 and 50 g L⁻¹. The tests with application on seeds were carried out in the laboratory, with germination on paper. Assays with application on seedlings, they were cultivated in pots with substrate, and later application was performed on their aerial part. The germination, germination speed index, mortality, phytotoxicity, height and dry mass of ryegrass were evaluated.

Keywords: *Cymbopogon nardus*, *Eucalyptus* sp., *Citrus sinensis*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Germinação de azevém no Gerbox.....	18
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Percentual de plântulas normais (PPN), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CSR) de azevém em função da aplicação de diferentes óleos essenciais.....	19
Tabela 2- Percentual plântulas normais (PPN), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CSR) de azevém em função da aplicação de doses dos óleos essenciais de carqueja, cidreira, eucalipto, citronela, laranja e capim limão	20
Tabela 3- Fitotoxicidade (FITO) aos 7 dias após a aplicação, comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) de azevém em função da aplicação de diferentes óleos essenciais.....	22
Tabela 4- Fitotoxicidade (FITO) aos 7 dias após a aplicação, comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) de azevém em função da aplicação de doses dos óleos essenciais de carqueja, cidreira, eucalipto, citronela, laranja e capim limão.....	23
Tabela 5- Fitotoxicidade (%) de azevém, aos 14 dias após a aplicação, em função da aplicação de diferentes óleos essenciais e doses.....	24

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivo geral	12
2.2. Objetivos específicos	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Obtenção dos extratos e óleos essenciais.....	16
3.2. Tratamentos	16
3.3 Avaliação da toxicidade em sementes de azevém.....	17
3.3. Avaliação da toxicidade em plântulas de azevém.....	18
3.4 Análise estatística	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	19
5.1 Ensaio de germinação.....	19
5.2. Ensaio em plântulas.....	21
6. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

O azevém (*Lolium multiflorum*) é uma planta daninha amplamente disseminada em todo o mundo. Devido à sua rusticidade, é capaz de suportar muitas variações nas condições ambientais em seu desenvolvimento (BOND et al., 2014). No sul do Brasil é uma das principais espécies daninhas, especialmente nos períodos de inverno e primavera. Causando muitos danos na produtividade das mesmas. Na cultura do trigo esses danos podem chegar a inviabilizar seu cultivo.

Na região oeste do estado de Santa Catarina o azevém é uma planta daninha muito disseminada, causando danos na cultura do trigo e também em espécies de verão, como o milho e o feijão cultivados no período de safra, semeados na primavera.

O manejo do azevém daninho vem sendo dificultado, pois alguns biótipos dessa espécie apresentam resistência para os principais grupos de herbicidas utilizados para seu controle. Com isso, vários herbicidas deixaram de ser eficientes para seu controle (HENCKES et al., 2019). Nesse sentido, é importante a realização de pesquisas que possam encontrar ferramentas para o controle dessa espécie.

Estudos com produtos de moléculas naturais, alelopáticas, para o controle de uma espécie daninha pode ser o início para a formulação de um bioherbicida, ou para identificar compostos químicos que possam ser a base de novos herbicidas para uma espécie daninha.

Os óleos essenciais são substâncias produzidas por algumas plantas, que por sua vez possuem várias funções biológicas, como defesa contra outros organismos (CRAVEIRO e MACHADO, 1986). Os estudos para avaliação de atividade alelopática podem ser realizados com óleos essenciais das plantas potencialmente alelopáticas (LIMA e MORAIS, 2008; SOAREA e BONATO, 2015).

Algumas espécies vegetais produzem óleos essenciais que já foram utilizadas para diversas finalidades, como o eucalipto (*Eucalyptus* sp.), citronela (*Cymbopogon nardus*), açafrão (*Curcuma longa*), gengibre (*Zingiber officinale*), plantas cítricas, capim-limão (*Cymbopogon citratus*), entre outras. Considerando que óleos essenciais de algumas espécies já foram testadas e observadas seus efeitos tóxicos sobre outras plantas, demonstrando potencial de uso como bioherbicida (OOTANI et al., 2010; MOSSI et al., 2013; IBÁÑEZ e BLÁZQUEZ, 2019).

Algumas espécies, como carqueja (*Baccharis articulata*) e capim-cidreira (*Melissa officinalis*) produzem óleos essenciais que apresentam capacidade de repelir e controlar insetos de grãos armazenados (UREMIS et al., 2009; CAMPOS et al., 2014), que demonstra que esses óleos essenciais possuem compostos bioativos que podem causar danos a outros organismos.

O conhecimento dos efeitos alelopáticos das diferentes espécies vegetais permite seu aproveitamento em sistemas de rotação ou consórcio com culturas, no contexto do manejo integrado de plantas daninhas. Também pode-se utilizar os próprios óleos essenciais para a formulação de bioherbicidas para o controle das plantas daninhas, buscando o controle eficiente e o manejo sustentável do agroecossistema.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o efeito alelopático de óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus*), eucalipto (*Eucalyptus* sp.), laranja (*Citrus sinensis*), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), carqueja (*Baccharis articulata*) e capim-cidreira (*Melissa officinalis*) sobre azevém (*Lolium multiflorum*).

2.2. Objetivos específicos

- ✓ Avaliar o efeito dos óleos essenciais na germinação e crescimento de plântulas de azevém;
- ✓ Quantificar as doses de maior efeito dos óleos essenciais sobre a germinação e crescimento de plântulas de azevém;
- ✓ Verificar quais óleos essenciais causam maior efeito negativo sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas;
- ✓ Avaliar o efeito dos óleos essenciais, aplicados via foliar, sobre o desenvolvimento de plântulas de azevém.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O azevém é uma das mais importantes plantas daninhas do mundo, apresentando ampla distribuição e grande importância por causar dano em diversas culturas agrícolas. Devido à sua rusticidade, é capaz de suportar muitas variações nas condições ambientais em seu desenvolvimento (BOND et al., 2014).

A produtividade de várias culturas agrícolas pode ser limitada pelo azevém, especialmente as culturas de inverno, sendo considerada a principal espécie daninha da cultura do trigo, tanto pelo seu potencial competitivo, pelos danos causados como pela dificuldade de manejo (GALON et al., 2019). Essa espécie daninha apresenta elevada habilidade competitiva pelos recursos ambientais, como água, luz e nutrientes, apresenta elevada capacidade de perfilhamento e acúmulo de massa (TIRONI et al., 2014; GALON et al., 2019).

O método de controle mais utilizado para o azevém é o químico, com uso de diversos herbicidas, com diferentes mecanismos de ação. No entanto, com o passar do tempo alguns biótipos dessa espécie daninha vem adquirindo resistência aos principais herbicidas utilizados para seu controle (HENCKES et al., 2019), o que dificulta seu manejo. Com esses problemas estão sendo utilizados herbicidas menos específicos ou com doses maiores, que agravam os problemas ambientais e ao homem, sendo necessário abordar outras formas de manejo para essa espécie daninha.

O manejo cultural, com uso da alelopatia, pode ser uma forma de manejo das populações daninhas, que pode apresentar eficiência de controle com menor custo ambiental. Alelopatia pode ser definida como processo que envolve produção de compostos químicos por um organismo que pode causar impacto em outros organismos, como a produção de compostos químicos por uma planta que causa dano em outra planta (OLIVEIRA JR et al., 2011).

Os compostos alelopáticos, geralmente, são derivados de rotas metabólicas secundárias. Esses metabólitos proporcionam, essencialmente, 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).

Os compostos alelopáticos podem estar presentes em vários grupos de compostos da planta, como os óleos essenciais. Esses óleos são substâncias

químicas que exercem as funções de auto-defesa e de atração de polinizadores em plantas (TAIZ e ZEIGER, 2013). São constituídos por diversos compostos de diferentes grupos químicos e podem ser extraídos principalmente de plantas aromáticas.

Várias espécies vegetais produzem óleos essenciais com capacidade de causar danos a outros organismos, tais como eucalipto (*Eucalyptus* sp.), citronela (*Cymbopogon nardus*), açafrão (*Curcuma longa*), gengibre (*Zingiber officinale*), plantas cítricas (*Citrus* sp.), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), entre outras espécies, que produzem compostos que promovem intoxicação de plantas, e apresentam potencial de uso como bioherbicida (OOTANI et al., 2010; MOSSI et al., 2013; FAGODIA et al., 2017; IBÁÑEZ e BLÁZQUEZ, 2019).

Alguns dos compostos presentes nos óleos são responsáveis pela inibição da germinação e do crescimento de plantas (SOUZA et al., 2009). O óleo essencial de citronela (*Cymbopogon nardus*) revelou potencialidade alelopática sobre a germinação de sementes de feijão (XAVIER et al., 2012). Esse óleo é rico em terpenóides, seus compostos mais abundantes são o citronelal e o citronelol.

Os resultados tanto da germinação como da emergência sugerem que é possível o uso prático do citronelol como bioherbicida. Entretanto, os eventos pós-germinativos foram mais afetados pelas doses crescentes do óleo essencial do que a germinação propriamente dita (SOAREA e BONATO, 2015).

O óleo essencial da citronela promoveu, também, inibição do crescimento para *Fraxinus excelsior* e *Prunus avium*. Da mesma forma, foi verificada atividade fitotóxica do óleo de eucalipto para amaryllis (*Hippeastrum hybridum*), influenciando diretamente o desenvolvimento da planta (CLAY et al., 2005; EL-ROKIEK e EID, 2009).

Outra espécie que produz óleos essenciais com efeitos sobre a germinação de outras plantas é de eucalipto (*Eucalyptus* sp.), que promovem intoxicação de plantas, que resultam em menor acúmulo de biomassa da parte aérea e redução do crescimento das raízes, dessa forma, podem apresentar um potencial de uso como bioherbicida (OOTANI et al., 2010).

As plantas cítricas produzem óleo essencial rico em limoneno, e os efeitos alelopáticos desse óleo são atribuídos a esse composto. No entanto, o óleo essencial de *Citrus aurantiifolia* demonstrou maior toxicidade para as plantas que o limoneno

(usado isoladamente), apresentando elevada capacidade de inibição de algumas espécies daninhas da família das Poaceas (FAGODIA et al., 2017).

O óleo essencial de laranja (*Citrus sinensis*), somente com seus produtos voláteis, sem contato direto com as plântulas causou limitação do crescimento de plântulas de leiteiro (*Euphorbia heterophylla*) (RIBEIRO e LIMA, 2012).

Outros óleos essenciais apresentaram a capacidade de causar danos em insetos-praga, como o capim-limão (*Cymbopogon citratus*), cujo óleo essencial apresenta a capacidade de causar danos ao caruncho do milho (*Sitophilus zeamais*), importante inseto-praga de grãos armazenados. Considerando que o óleo essencial promove repelência, quando não está em contato, e morte dos insetos quando em contato com os mesmos (MOSSI et al., 2013). O óleo essencial de carqueja (*Baccharis articulata*) também apresentou efeito de repelência e mortalidade de caruncho do feijão (*Acanthoscelides obtectus*) (CAMPOS et al., 2014), demonstrando que esses óleos essenciais apresentam compostos bioativos e podem causar danos a outras espécies vegetais.

Outra espécie vegetal com potencial de produção de óleos essenciais com efeito alelopático é o capim-cidreira (*Melissa officinalis*), cujo óleo essencial promoveu efeito herbicida na germinação de carrapichão (*Xanthium strumarium*) entre outras espécies de plantas daninhas (UREMIS et al., 2009).

Os compostos alelopáticos podem ser influenciados pelos fatores ambientais, como observado na produção de óleo essencial de capim-limão, que apresentou maior rendimento quando as plantas foram cultivadas em consórcio, em épocas do ano com temperaturas e umidades elevadas e em coletas realizadas pela manhã. Considerando que esses fatores também influenciam na quantidade de óleo essencial (SANTOS et al., 2009).

A avaliação da capacidade de óleos essenciais no controle de azevém pode gerar importantes informações de compostos químicos naturais com efeito danoso sobre essa espécie daninha. Considerando que esses óleos essenciais poderiam ser utilizados em formulações de herbicidas ou os compostos presentes nesses óleos poderiam ser sintetizados com o objetivo de produzir novos herbicidas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no laboratório e na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *campus* Chapecó.

3.1 Obtenção dos extratos e óleos essenciais

Foram coletados, folhas de citronela (*Cymbopogon nardus*), eucalipto (*Eucalyptus* sp.), capim-limão (*Cymbopogon citratus*), carqueja (*Baccharis articulata*), capim-cidreira (*Melissa officinalis*) e frutos de laranja (*Citrus sinensis*). Foi utilizado somente as cascas das laranjas para extração do óleo essencial.

O material coletado, folhas e cascas foi picado separadamente, posteriormente 500 g foram utilizadas para extração de óleo essencial em balão de capacidade de 2 L, associado ao hidrodestilador modelo Clevenger (arraste de vapor) (CASTRO e RAMOS, 2006). A extração foi realizada por duas horas, posteriormente o óleo foi separado da água por decantação. Após, realizou-se a adição de sulfato de magnésio anidro para retirar possíveis resíduos de água (COSTA et al., 2005). Posteriormente o óleo foi armazenado sob refrigeração até o uso.

3.2. Tratamentos

Foram conduzidos dois experimentos, um com aplicação dos óleos essenciais nas sementes e outro nas plântulas emergidas. Realizou-se a condução dos experimentos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições.

O esquema fatorial adotado foi de 6x5, o primeiro fator composto pelos óleos essenciais (citronela, eucalipto, laranja, capim-limão, carqueja, capim-cidreira), o segundo pelas doses do óleo essencial, com 0, 5, 10, 25 e 50 g L⁻¹.

Na formulação dos óleos essenciais, para facilitar sua dispersão foi utilizado 3% de metanol e 2% de emulsificante (tween 80) para cada tratamento.

3.3 Avaliação da toxicidade em sementes de azevém

Na primeira etapa foram realizados os ensaios, em laboratório, com avaliação do óleo essencial na germinação e crescimento de plântulas de azevém. Foi realizada a semeadura de 30 sementes de azevém em caixas plásticas do tipo “gerbox”, com dimensões de 11x11x8 cm (CxLxA), sobre duas folhas de papel de germinação, essas folhas foram umedecidas na proporção de 2,5 vezes seu peso com os tratamentos de doses dos óleos essenciais.

As caixas foram mantidas em câmara de germinação úmida a temperatura de 20 °C e fotoperíodo de 12 horas. Realizou-se a primeira contagem de germinação aos 7 dias e a contagem final aos 14 dias após a semeadura. A percentagem de germinação foi computada pelo número de plântulas normais germinadas na última contagem. Foram quantificadas também as plântulas anormais, sementes mortas e sementes duras.

O índice de velocidade de germinação foi realizado simultaneamente ao teste de germinação, com a avaliação diária do número de sementes germinadas, tendo como critério a emissão radícula primária com comprimento igual ou superior a 1,0 cm. Os cálculos deste índice foram calculados segundo Maguire (1962).

Após a realização da última contagem de germinação foi quantificado o comprimento da parte aérea e radicular das plântulas, para isso foram medidas 10 plântulas escolhidas aleatoriamente em cada repetição, com uso de uma régua graduada. Em seguida essas plântulas foram alocadas em saco de papel e então secas em estufa de secagem (60 °C), quantificando a massa seca por plântula (mg por plântula).

Figura 1- Germinação de azevém no Gerbox.



Fonte: Autor, 2021.

3.3. Avaliação da toxicidade em plântulas de azevém

Na segunda etapa realizou-se um ensaio sob telado, em que foi semeado o azevém em vasos de 0,3 dm⁻³ preenchidos com substrato comercial. Foram colocadas sementes necessárias para o estabelecimento de mais de 10 plântulas por vaso. Os vasos foram irrigados regularmente. Quando as plântulas apresentarem duas a três folhas verdadeiras foi realizada a aplicação das doses do óleo essencial, via pulverização.

A aplicação foi realizada com um pequeno borrifador, administrando 0,5 mL de calda por vaso, resultando na distribuição de gotículas sobre todas as folhas.

Avaliou-se a fitointoxicação visual aos 14 dias após aplicação dos tratamentos (DAT), com notas variando de 0 (ausência de sintomas) a 100% (morte da planta).

Aos 14 DAT as plântulas vivas foram quantificadas e arrancadas. Avaliou-se a estatura das plântulas, com a medida da distância do nível do solo até o ponto de crescimento. Após essa quantificação das plântulas, elas foram alocadas em sacos de papel e levadas para estufa com circulação forçada de ar, a 60 °C, até obter massa constante, para determinação da massa seca das plântulas (g por plântula).

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos aos testes de homocedasticidade e a normalidade, se esses preceitos não forem atendidos, os dados serão submetidos a transformação pela equação arco-seno \sqrt{x} (SOUZA et al., 2009). Posteriormente,

os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, e as médias dos fatores qualitativos serão comparadas pelo teste Tukey e as quantitativas por regressão ($p \leq 0,05$) utilizando o software estatístico R.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Ensaio de germinação

De acordo com o teste de variância (F), não houve interação entre os fatores estudados, óleos essenciais e doses, para as variáveis percentual de plântulas normais (PPN), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CSR) de azevém.

Os óleos essenciais não causaram interferência nas variáveis percentual de plântulas normais (PPN), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CSR) de azevém (Tabela 1). Esses resultados demonstram que todos os óleos essenciais apresentam efeitos similares na germinação e crescimento de plântulas de azevém.

Tabela 1- Percentual de plântulas normais (PPN), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CSR) de azevém em função da aplicação de diferentes óleos essenciais.

Óleo essencial	PPN (%)	CPA (cm)	CSR (cm)
Carqueja	12,65 ¹	1,11	0,30
Cidreira	13,20	0,98	0,24
Eucalipto	13,06	0,91	0,25
Citronela	12,78	1,14	0,37
Laranja	14,70	1,28	0,38
Capim limão	12,51	0,98	0,25
CV (%)	8,38	3,61	2,83

Fonte: Autor, 2021.

As doses do óleo essencial causaram efeitos negativos no PPN, com inibição drástica dessa variável nas doses a partir de 5 g L⁻¹ (Tabela 2). Na testemunha (dose

zero) o PPN, também denominado de percentual de germinação, foi de 64,51%, enquanto para as demais doses os valores foram inferiores a 0,62%. Esses resultados demonstram os óleos essenciais possuem intenso efeito no comprometimento da germinação do azevém.

Os óleos essenciais podem compor compostos muito ativos, diferentemente dos extratos, como observado por Pohlmann (2021), que ao avaliarem aplicação de extratos de carqueja e leiteiro e não observaram influência na germinação de azevém.

O CPA e CSR foram influenciados pelas doses dos óleos essenciais, em que os tratamentos com a aplicação dos óleos essenciais diferiram da testemunha (Tabela 2). Evidenciando o grande efeito dos óleos essenciais no comprometimento do crescimento das plântulas de azevém, limitando totalmente o crescimento mesmo em doses mais baixas.

Tabela 2- Percentual plântulas normais (PPN), comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento do sistema radicular (CSR) de azevém em função da aplicação de doses dos óleos essenciais de carqueja, cidreira, eucalipto, citronela, laranja e capim limão.

Doses	PPN (%)	CPA (cm)	CSR (cm)
0	64,51 a ¹	5,27 a	1,46 a
5	0,42 b	0,43 b	0,02 b
10	0,62 b	0,62 b	0,01 b
25	0,20 b	0,21 b	0,00 b
50	0,00 b	0,00 b	0,00 b
CV (%)	8,38	3,61	2,83

¹ Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autor, 2021.

O potencial aleloático de algumas espécies foram estudadas, como o eucalipto, em que seu extrato afetou a germinação de alface, picão-preto e amendoim-bravo, sendo que extratos de concentração 50%, 75% e 100% inibiram totalmente a germinação das espécies examinadas, e concentrações mais baixas causaram diminuição e atrasos na germinação (PRESSINATTE, 2017).

Teixeira e Bonfim(2014) observaram grande potencial alelopático de cidreira, macerada e infusão, na germinação e vigor de aquênios de alface. Em sementes de

rúcula altas concentrações de cidreira também tiveram efeito inibitório menos severo, na escala de 18% (OLIVEIRA et al., 2018)

Alves et al. (2004) verificaram que extratos voláteis de óleos essenciais de canela, alecrim-pimenta, capim-citronela e alfavaca-cravo evidenciam potencialidades alelopáticas inibitórias em sementes de alface. Ludwig, Pereira e Tironi (2019) observaram efeitos de inibição de germinação de capim-amargoso e picão preto, quando tratados com óleos de citronela e eucalipto.

O capim limão apresenta potencial de inibição em várias espécies, a toxicidade do mesmo é devido a produção de metabólitos secundários como geraniol, citral e diterpenos com funções ecológicas capazes de inibir a germinação, dependendo da concentração utilizada (SIMÕES et al., 2002). Souza, Silva e Viccini, (2010) apontam a redução do índice mitótico e aumento do número de aberrações cromossômicas em sementes de alface tratadas com extratos de capim-limão. Dalmolin, Persel e Cruz-Silva (2012) observaram que extratos de folhas de capim-limão alteraram negativamente a germinação de picão-preto. Do mesmo modo, Piccolo et al. (2007), verificaram inibição de germinação e velocidade de germinação de sementes de guanxuma (*Sida rhombifolia* L.).

Lima e Vilela (2017) ao estudarem os efeitos de óleos essenciais de laranja e alho em sementes de manjeriço, não observaram efeitos de prejuízo germinativo até concentração 10%, acima disso observou-se potencial de inibição.

As diferentes espécies vegetais produzem óleos essenciais com diferentes potenciais alelopáticos, assim, algumas apresentam grande potencial de suprimir o desenvolvimento de outras espécies.

5.2. Ensaio em plântulas

As variáveis fitotoxicidade aos 7 dias após a aplicação (DAA), comprimento da parte aérea e a massa seca da parte aérea do azevém não apresentaram interação entre os fatores estudados, óleos essenciais e doses.

Entre os diferentes óleos essenciais utilizados não se obteve diferenças significativas para as variáveis fitotoxicidade, comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) aos 7 dias após a aplicação em sementes de azevém (Tabela 3). Esses resultados demonstram que os óleos essenciais apresentam similaridade na ação sobre as plantas de azevém.

Tabela 3- Fitotoxicidade (FITO) aos 7 dias após a aplicação, comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) de azevém em função da aplicação de diferentes óleos essenciais

Óleo essencial	FITO (%)	CPA (cm)	MSPA (mg/planta)
Carqueja	2,93 ¹	160,03	14,05
Cidreira	2,47	159,24	15,40
Eucalipto	3,33	151,17	15,35
Citronela	3,13	152,31	14,41
Laranja	2,80	180,43	15,85
Capim limão	1,80	167,87	16,48
CV (%)	54,05	17,52	36,22

Fonte: Autor, 2021.

As doses dos óleos essenciais apresentaram interferência na fitotoxicidade do azevém, em que a aplicação de qualquer dose dos óleos diferiu da testemunha (Tabela 4). A fitototoxicidade foi avaliada pela coloração amarelada das folhas e menor crescimento das plantas. Os sintomas de toxicidade demonstram que os óleos essenciais podem causar algum efeito no crescimento e desenvolvimento das plantas.

O comprimento da parte aérea das plantas foi influenciado pelas doses dos óleos essenciais, com menores comprimentos com aplicação de qualquer uma das doses dos óleos, que diferiram da testemunha (dose zero), mas não diferiram entre si (Tabela 4).

A variável massa seca da parte aérea do azevém foi influenciada pelas doses dos óleos essenciais, com menores valores quando aplicadas qualquer dose, que diferiram da testemunha (Tabela 4). Esses resultados demonstram que os óleos essenciais podem interferir no crescimento e acúmulo de massa nas plantas de azevém, possivelmente por ação dos compostos alelopáticos contidos nesses óleos.

Tabela 4- Fitotoxicidade (FITO) aos 7 dias após a aplicação, comprimento da parte aérea (CPA) e massa seca da parte aérea (MSPA) de azevém em função da aplicação de doses dos óleos essenciais de carqueja, cidreira, eucalipto, citronela, laranja e capim limão.

Doses	FITO (%)	CPA (cm)	MSPA (mg/planta)
0	0,00 b ¹	231,11 a	34,41 a
5	2,89 a	131,80 b	10,08 b
10	3,89 a	144,26 b	9,83 b
25	3,28 a	152,44 b	10,86 b
50	4,05 a	149,60 b	11,09 b
CV (%)	54,05	3,61	2,83

¹ Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autor, 2021.

Diversos estudos apontam a capacidade herbicida de diversos extratos vegetais e óleos essenciais. Otani et al. (2010) apontou o potencial do óleo de citronela o qual nas concentrações de 10 a 20% reduziu o acúmulo de matéria seca tanto na parte aérea como na raiz do capim colchão, com redução de 50% nas concentrações de 20% em comparação com a testemunha.

Assim como Brito et al. (2012) que verificaram efeitos de toxidez de óleos de citronela e eucalipto no desenvolvimento inicial da cultura do milho, causando murcha, tombamento, necrose, secamento total das plantas e redução de massa seca e comprimento da parte aérea das plantas de milho.

Considerando a fitotoxicidade do azevém, aos 14 DAA, os óleos essenciais de carqueja, cidreira, eucalipto e citronela apresentaram efeitos superiores de fitotoxicidade, e o óleo essencial de laranja apresentou menor efeito fitotóxico (Tabela 5). As plantas de azevém mantiveram a fitotoxicidade em todas as doses analisadas aos 14 dias após a aplicação, demonstrando o potencial herbicida dos óleos essenciais de todas as espécies avaliadas. Assim, plantas com propriedades alelopáticas possuem potencial de serem utilizadas em agroecossistemas, como alternativa de cultivo, diminuindo a incidência de plantas invasoras e minimizando o uso de herbicidas químicos (MOURA et al., 2013).

Avaliando as doses, todos os óleos essenciais promoveram fitotoxicidade em alguma das doses utilizadas, diferenciando-se da testemunha. No entanto, somente

os óleos de carqueja, cidreira, eucalipto e citronela apresentaram efeito fitotóxicos em todas as doses utilizadas (Tabela 5). O aumento das doses dos óleos essenciais não resultou em aumento dos efeitos fitotóxicos nas plântulas de azevém.

Tabela 5- Fitotoxicidade (%) de azevém, aos 14 dias após a aplicação, em função da aplicação de diferentes óleos essenciais e doses.

Óleo essencial	Dose				
	0	5	10	25	50
Carqueja	0,00 aB ¹	39,00 aA	28,67 abA	25,67 abA	37,77 aA
Cidreira	0,00 aB	34,33 abA	26,67 abA	28,33 aA	21,00 abA
Eucalipto	0,00 aB	23,33 abA	32,33 aA	18,33 abA	27,33 abA
Citronela	0,00 aB	26,00 abA	19,00 abA	23,33 abA	28,33 abA
Laranja	0,00 aB	23,33 abA	13,33 bAB	10,00 bAB	15,33 bAB
Capim limão	0,00 aB	15,67 bA	16,00 abA	14,00 abAB	28,33 abA
CV (%)	35,76				

¹ Médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Fonte: Autor, 2021.

A toxicidade apresentada por óleos essenciais depende da composição química dos mesmos, que varia com o local de coleta, ciclo vegetativo, fatores ambientais e método de obtenção dos mesmos (SIMÕES et al., 2007). O potencial alelopático está geralmente associado a capacidade de causar inibições da cadeia respiratória da matriz mitocondrial isolada e mitose, alteração da integridade das membranas das células, deterioração das ceras cuticulares, aumento da transpiração, peroxidação lipídica e danos aos microtúbulos, afetando a germinação e desenvolvimento (MIRANDA et al., 2014).

São necessários mais estudos envolvendo a aplicação de óleos essenciais, Pires et al.(2001) realizando estudo em casa de vegetação demonstrou efeitos de redução de crescimento e deformação do limbo foliar de plantas de picão-preto quando aplicado extrato de leucena. Porém a fitotoxicidade foi menor quando o extrato no solo em relação à aplicação direta nas sementes em papel filtro. Somado

a isso, os óleos essenciais podem apresentar tanto efeitos de toxidez, quanto funcionar como estimulantes a germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas.

6. CONCLUSÃO

Os óleos essenciais de carqueja, cidreira, eucalipto, citronela, laranja e capim-limão inibiram totalmente a germinação de sementes de azevém em todas as doses avaliadas (5, 10, 25 e 50 g L⁻¹).

Em plântulas, 7 dias após a aplicação, todos os óleos essenciais em todas as doses causaram toxicidade ao azevém, além de diminuição do comprimento e da massa seca da parte aérea.

Aos 14 dias após a aplicação em plântulas de azevém os óleos essenciais de carqueja, cidreira, eucalipto e citronela causaram maiores efeitos de toxidez em todas as doses de aplicação.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. da. C. S. *et al.* Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1083-1086, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/nKbJcTxpKSFyggp8SswfKTp/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.

BOND, J. A. *et al.* Glyphosate-resistant Italian ryegrass (*Lolium perenne* ssp. *multiflorum*) control with fall-applied residual herbicides. **Weed Technology**, v.28, n.2, p.361-370, 2014.

BRITO, D. R. *et al.* Efeito dos óleos de citronela, eucalipto e composto citronelal sobre microflora e desenvolvimento de plantas de milho. **Journal Of Biotechnology And Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 184-192, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.20873/jbb.uft.cemaf.v3n4.brito>. Acesso em: 13 set. 2021.

CAMPOS A.C.T. *et al.* Atividade repelente e inseticida do óleo essencial de carqueja doce sobre o caruncho do feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.18, n.8, p.861–865, 2014

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.

CLAY, D. V.; DIXON, F. L.; WILLOUGHBY, I. Natural products as herbicides for tree establishment. **Forestry**, v.78, n.1, 2005.

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.

CRAVEIRO, A. A.; MACHADO, M. I. L. D. Aromas, insetos e plantas. **Ciência Hoje**, v.4, n.23, 54-63, 1986.

DALMOLIN, S.F.; PERSEL, C.; CRUZ-SILVA, C.T. A. Alelopatia de capim-limão e sálvia sobre a germinação de picão preto. **Revista Cultivando O Saber**, Cascavél, v. 5, n. 3, p. 176-189, 2012. Disponível em: <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/463/376>. Acesso em: 13 set. 2021.

EL-ROKIEK, K.G.; EID, R.A. Allelopathic Effects of *Eucalyptus Citriodora* On Amaryllis And Associated Grassy Weed. **Planta Daninha**, v. 27, p. 887-899, 2009.

FAGODIA, S.K. *et al.* Phytotoxicity and cytotoxicity of *Citrus aurantiifolia* essential oil and its major constituents: Limonene and citral. **Industrial Crops and Products**, v.108, p.708-715, 2017.

GALON, L. *et al.* Weed interference period and economic threshold level of ryegrass in wheat. **Bragantia**, v.78, p.409-422, 2019.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

HENCKES, J. R. et al. Fitness cost and competitive ability of ryegrass susceptible and with multiple resistance to glyphosate, iodosulfuron-methyl, and pyroxsulam. **Planta Daninha**, 37, e019197532, 2019.

IBÁÑEZ, M.D.; BLÁZQUEZ, M.A. Ginger and turmeric essential oils for weed control and food crop protection . **Plants**, v.8, n.3, p. 1-14, 2019.

LIMA, C. B.de.; VILLELA, T. T. Efeito dos óleos essenciais de alho e laranja e do surfactante Tween® 80 sobre a germinação de sementes de manjerição. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 15, n. 2, p. 83-91, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unemat.br/index.php/rcaa/article/view/1371/2299>. Acesso em: 13 set. 2021.

LIMA, J.D.; MORAIS, W.S. Potencial alelopático de *Ipomoea fistulosa* *Ipomoea fistulosa* sobre a germinação de alface e tomate. **Acta Sci. Agron.** v.30, n.3, p. 409-413, 2008.

LUDWIG, V.; PEREIRA, E. De. L.; TIRONI, S.P. Efeito alelopático do óleo essencial de citronela e eucalipto em espécies de plantas daninhas. *In*: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UFFS, IX., 2019, Cerro Largo. **Anais**. Cerro Largo. 2019

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.

MIRANDA, C. A. S. F. et al. Chemical composition and allelopathic activity of *Parthenium hysterophorus* and *Ambrosia polystachya* weeds essential oils. *American Journal of Plant Sciences*, Irvine, v. 5, n. 9, p. 1248-1257, 2014.

MORAES P. V. D. et al. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas na cultura do milho. **Planta daninha**, v.27, n.3, p. 289-96, 2009.

MOSSI, A. J. et al. Efeito do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* Stapf, no controle de *Sitophilus zeamais* em grãos armazenados. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, p. 2, 2013.

MOURA, G.S. *et al.* Potencial alelopático do óleo essencial de plantas medicinais sobre a germinação e desenvolvimento de picão-preto e pimentão. **Ensaio e Ciência: Ciências biológicas**, Maringá, v. 17, n. 2, p. 51-62, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/2245.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.

OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. p.348.

OLIVEIRA, S.G. de. *et al.* EFEITO ALELOPÁTICO DO CAPIM CIDREIRA SOBRE A GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE RÚCULA. **Revista Mirante**, Anápolis, v. 11, n. 7, p. 1-17, 2018. Disponível em: <https://www.revista.ueg.br/index.php/mirante/article/view/7968>. Acesso em: 13 set. 2021.

OOTANI, M.A. et al. Potencial alelopático de óleos essenciais de eucalipto e de citronela. In: **XXVII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas**. Ribeirão Preto/SP, 2010. p.1-4.

PICCOLO, G; ROSA, D. M.; MARQUES, D. S.; MAULI, M. M.; FORTES, A. M. T. Efeito alelopático de capim limão e sabugueiro sobre a germinação de guaxuma. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 28, n. 3, p. 381-386, jul./set. 2007.

PIRES, N.M. et al. Atividade alelopática de leucena sobre espécies de plantas daninhas. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 58, n.1, p. 61-65, 2001.

POHLMANN, V. et al. Influência alelopática de carqueja e leiteiro na germinação e crescimento inicial de aveia preta e azevém. **Revista Cultivando O Saber**, Cascavel, p. 12-22, 2021. Disponível em: <http://177.53.200.37/index.php/cultivando/article/view/1041/967>. Acesso em: 13 set. 2021.

PRESSINATTE, F.A. **ANÁLISE DOS EFEITOS ALELOPÁTICOS DE EXTRATO DE EUCALIPTO (*Corymbia citriodora*) SOBRE A GERMINAÇÃO DE ALFACE (*Lactuca sativa* L.) E DE PLANTAS DANINHAS INFESTANTES EM HORTICULTURA**. 2017. 17 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Unicesumar – Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2017. Disponível em: <http://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/329/1/F%C3%81BIO%20ALESSANDRO%20PRESSINATTE.pdf>. Acesso em: 13 set. 2021.

SANTOS, A. et al. Determinação do rendimento e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf em função de sazonalidade e consorciamento. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.19, n.2, p. 436-441, 2009.

SIMÕES, C.M.O. et al. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 4.ed., Porto Alegre: UFRGS, 2002. 821p.

SOAREA, N.R.C.; BONATO, C.M. Germinação e crescimento de *Euphorbia heterophylla* submetido aos terpenoides de *Cymbopogon winterianus* em condições de casa de vegetação. In: **24 Encontro anual de iniciação científica e 4 Encontro anual de iniciação científica júnior**, Universidade Estadual do Paraná, Maringá/PR. P.1-4, 2015.

SOUSA, S.M.; SILVA, P.S.; VICCINI, L.F. Cytogenotoxicity of *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf (lemon grass) aqueous extracts in vegetal test systems. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v.82, n.2, p.305-311, 2010.

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

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

TIRONI, S. P. et al. Time of emergency of ryegrass and wild radish on the competitive ability of barley crop. **Ciência Rural**, v.44, p.1527-1533, 2014.

TEIXEIRA, D.A.; BONFIM, F.P.G. Efeito alelopático de melissa, capim-cidreira, lavanda e alecrim na germinação e vigor de sementes de alface. **Revista Biotemas**, Botucatu, v. 27, n. 4, p. 37-42, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2014v27n4p37/28017>. Acesso em: 13 set. 2021.

UREMIS, I.; ARSLAN, M.; SANGUN, M.K. Herbicidal activity of essential oils on the germination of some problem weeds. **Asian Journal of Chemistry**, v. 21, n.4, p.3199-3210, 2009.

XAVIER, M.V.A. et al. Viabilidade de sementes de feijão caupi após o tratamento com óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). **Rev. bras. plantas med.**, v.14, n.esp., p.250-254, 2012.