

Boletim Técnico

05

Pesquisa e Desenvolvimento

2021
ISSN 2674-8177

Joseila Maldaner
Gerusa Pauli Kist Steffen
Ricardo Bemfica Steffen
Rosana Matos de Moraes
Cleber Witt Saldanha
Evandro Luiz Missio
Tamires Silveira Moro
Ricardo Flores da Silva



**Óleos essenciais:
potencial bioherbicida para
o controle do capimannoni**



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL



Departamento de Diagnóstico
e Pesquisa Agropecuária



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

**GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL
DEPARTAMENTO DE DIAGNÓSTICO E PESQUISA
AGROPECUÁRIA**

BOLETIM TÉCNICO: pesquisa e desenvolvimento

**ÓLEOS ESSENCIAIS: POTENCIAL BIOHERBICIDA PARA
O CONTROLE DO CAPIM ANNONI**

Autores

Joseila Maldaner

Gerusa Pauli Kist Steffen

Ricardo Bemfica Steffen

Rosana Matos de Moraes

Cleber Witt Saldanha

Evandro Luiz Missio

Tamires Silveira Moro

Ricardo Flores da Silva

Porto Alegre, RS

2021

Governador do Estado do Rio Grande do Sul: Eduardo Figueiredo Cavalheiro Leite.

Secretário da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural: Silvana Maria Franciscatto Covatti.

Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Rua Gonçalves Dias, 570 – Bairro Menino Deus

Porto Alegre | RS – CEP: 90130-060

Telefone: (51) 3288.8000

<https://www.agricultura.rs.gov.br/ddpa>

Diretor: Caio Fábio Stoffel Efrom

Comissão Editorial:

Lia Rosane Rodrigues; Loana Silveira Cardoso; Bruno Brito Lisboa; Larissa Bueno Ambrosini; Marioni Dornelles da Silva; Rovaina Laureano Doyle

Arte: Rodrigo Nolte Martins

Catálogo e normalização: Marioni Dornelles da Silva CRB-10/1978

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

O45 Óleos essenciais: potencial bioherbicida para o controle do capim annoni. / Joseila Maldaner... [et al.]. – Porto Alegre : SEAPDR/DDPA, 2021. 33 p. ; il. – (Boletim Técnico: pesquisa e desenvolvimento, ISSN 2674-8177; 5).

Continuação de Boletim Fepagro, 1995-2016.

1. Plantas bioativas. 2. Plantas invasoras. 3. Insumo biológico.
4. Efeito herbicida. I. Maldaner, Joseila. II. Série.

CDU 632.93

REFERÊNCIA

MALDANER, Joseila *et al.* **Óleos essenciais:** potencial bioherbicida para o controle do capim annoni. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2021. 33 p. (Boletim Técnico: pesquisa e desenvolvimento, 5).

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 Sementes de capim annoni	12
2.2 Extração dos óleos essenciais	13
2.3 Ensaio de controle <i>in vitro</i> de capim annoni	15
2.4 Ensaio de controle do capim annoni em casa de vegetação	17
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
3.1 Ensaio de controle <i>in vitro</i> de capim annoni	18
3.2 Ensaio de controle do capim annoni em casa de vegetação	25
4 CONCLUSÃO.....	28
5 AGRADECIMENTOS.....	28
REFERÊNCIAS	29

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Esquema da sequencia experimental.....12
- Figura 2.** Estabelecimento e desenvolvimento de capim annoni em forma de touceiras, em solos com reduzida cobertura vegetal nativa (A, B, C) e sementes de capim annoni (D).....13
- Figura 3.** Aparato utilizado para hidrodestilação (A) com detalhe para o óleo essencial (OE) obtido no processo de extração (B).15
- Figura 4.** Altura das plantas de capim annoni após 60 dias de exposição aos tratamentos com óleos essenciais de arruda e aroeira-vermelha.....26
- Figura 5.** Biomassa da parte aérea de plantas de capim annoni após 60 dias de exposição aos tratamentos com óleos essenciais de arruda e aroeira-vermelha.27

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Óleos essenciais de espécies de plantas bioativas avaliados quanto ao efeito bioherbicida para controle do capim annoni.....14
- Tabela 2.** Primeira contagem de germinação (%), *in vitro*, de *Eragrostis plana* em exposição a diferentes concentrações de óleos essenciais de espécies vegetais, após sete dias de instalação.....20
- Tabela 3.** Germinação acumulada (%), *in vitro*, de *Eragrostis plana* em exposição a diferentes concentrações de óleos essenciais de espécies vegetais, após 14 dias de instalação.21
- Tabela 4.** Índice de velocidade de germinação, *in vitro*, de *Eragrostis plana* em exposição a diferentes concentrações de óleos essenciais de espécies vegetais.....23

BOLETIM TÉCNICO:

pesquisa e desenvolvimento

Óleos essenciais: potencial bioherbicida para o controle do capim annoni

Joseila Maldaner¹, Gerusa Pauli Kist Steffen², Ricardo Bemfica Steffen³, Rosana Matos de Morais⁴, Cleber Witt Saldanha⁵, Evandro Luiz Missio⁶, Tamires Silveira Moro⁷
Ricardo Flores da Silva⁸

¹Pesquisadora, Dr^a em Fisiologia Vegetal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. joseila-maldaner@seapdr.rs.gov.br

²Pesquisadora, Dr^a em Ciência do Solo, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. gerusa-steffen@agricultura.rs.gov.br

³Pesquisador, Pós-doutor em Manejo Biodinâmico do Solo. agronomors@gmail.com

⁴Pesquisadora, Dr^a em Fitotecnia/Entomologia, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. rosana-morais@seapdr.rs.gov.br

⁵Pesquisador, Dr em Fisiologia Vegetal, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. cleber-saldanha@seapdr.rs.gov.br

⁶Pesquisador, Dr em Silvicultura/Fitotecnia, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa em Florestas. evandro-missio@seapdr.rs.gov.br

⁷Engenheira Agrônoma. tmymoro@hotmail.com

⁸Diretor de Centro de Pesquisa, Centro de Pesquisa em Florestas, Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária. ricardofloresdasilva@gmail.com

RESUMO

Óleos essenciais (OEs) são compostos vegetais naturais, voláteis e complexos, frequentemente caracterizados por uma fragrância intensa. Esses metabólitos secundários apresentam uma ampla gama de aplicações, como na medicina, culinária, aromaterapia, cosmetologia, e até mesmo no controle de pragas agrícolas. Considerando essas potencialidades, a equipe do Centro de Pesquisa em Florestas vem, há cerca de cinco anos, prospectando espécies aromáticas, extraíndo óleos essenciais e estudando o potencial bioherbicida dos mesmos no controle da germinação do capim annoni (*Eragrostis plana*), dentre outras aplicações. Diferentes concentrações dos OEs de alecrim, aroeira-vermelha, arruda, canela, capim limão, carqueja, cipreste, citronela, eucalipto *citriodora*, eucalipto *grandis*, melaleuca, louro e pinus foram testadas. Os estudos foram realizados inicialmente em laboratório, onde as sementes de capim annoni foram dispostas em papel de germinação em caixa do tipo gerbox e as soluções dos OEs foram adicionadas. Posteriormente, os óleos que apresentaram maior eficiência em controlar a germinação foram testados em casa de vegetação, onde foi possível se observar o efeito desses insumos biológicos no crescimento e desenvolvimento inicial. Resultados bastante promissores foram observados, especialmente com os OEs de arruda (*Ruta graveolens* L.) e aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*), em que a germinação *in vitro* do capim annoni foi reduzida em 57 % e 42 %, respectivamente. Além disso, observou-se redução de cerca de 50 % na altura das plantas com a aplicação de OE de aroeira-vermelha e cerca de 65 % com OE de arruda, acompanhando significativa redução na massa seca das

plantas de capim annoni. Esses primeiros resultados impulsionam as pesquisas nesta área com vistas na possível obtenção de um bioproduto a partir dos OEs.

Palavras chave: Plantas bioativas. Metabólitos secundários. Insumos biológicos. Plantas invasoras. Efeito herbicida.

Essential oils: bioherbicidal potential for the lovegrass control

ABSTRACT

Essential oils (EOs) are natural, volatile and complex vegetable compounds, often characterized by intense fragrance. These secondary metabolites currently have a wide range of applications, such as in medicine, cooking, aromatherapy, cosmetology, and even pest control. Considering these potentialities, the team at the Forestry Research Center has been prospecting aromatic species for about five years, extracting essential oils and studying their bioherbicidal potential in controlling the germination of the lovegrass (*Eragrostis plana* Nees) among other applications. Different concentrations of EOs of the following species were tested: rosemary, brazilian pepper, rue, true cinnamon, lemongrass, carqueja, cypress, citronella, eucalyptus citriodora, eucalyptus grandis, tea tree, laurel and pine. The studies were initially carried out in the laboratory, where the lovegrass seeds are arranged on germination paper in a gerbox and OEs solutions are added for germination evaluation. Subsequently, oils that were more efficient in

controlling germination were tested in a greenhouse, where it is possible to observe the effect of these biological inputs on growth and initial development. Very promising results were observed, especially with the EO of rue (*Ruta graveolens* L.) and brazilian pepper (*Schinus terebinthifolius*), in which the *in vitro* germination of lovegrass was controlled in 57 % and 42 %, respectively. In addition, a reduction of about 50 % in height with the application of EO from brazilian pepper and about 65 % with EO of rue were observed, accompanying a significant reduction in the plant dry mass. These first results boost research in this area with a view to obtaining a bioproduct from EOs.

Keywords: Bioactive plants. Secondary metabolites. Biological inputs. Essential oils. Invasive plants. Herbicidal effect.

1 INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais são produtos do metabolismo secundário vegetal que estão geralmente associados com funções relativas à sobrevivência das plantas, tais como defesa contra fatores bióticos e abióticos e/ou atração de polinizadores. Estes metabólitos também permitem que as plantas se adaptem melhor às condições ambientais, de modo que a produção dessas substâncias pode ser aumentada em resposta a condições de estresse (BETTAIEB *et al.*, 2009).

Diversos constituintes químicos isolados dos óleos essenciais têm demonstrado efeito promissor em soluções para o setor agropecuário, como por exemplo, no controle de fungos fitopatogênicos como *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., *Fusarium oxysporum* Schltdl. e *Alternaria solani* Ell. & Mart. (TAKATSUKA *et al.*, 2003; BALBI-PEÑA *et al.*, 2006). Atividade bioherbicida para várias espécies de plantas daninhas também já foi estudada sobre *Achyranthes aspera* Wall., *Cassia occidentalis* L., *Parthenium hysterophorus* L., *Echinochloa crusgalli* L. e *Ageratum conyzoides* L. (ENS *et al.*, 2009).

Nessa perspectiva e, em resposta à demanda por alternativas menos agressivas do que os agrotóxicos usados de forma tão ostensiva, o presente estudo avaliou a utilização de óleos essenciais de plantas bioativas no controle do capim annoni (*Eragrostis plana* Nees).

O capim annoni é uma das mais importantes invasoras dos campos sulinos, que há muito tempo vem causando prejuízos tanto na biodiversidade do bioma Pampa quanto na atividade pecuária do Rio Grande do Sul, bem como nos países vizinhos Uruguai e Argentina (FOCHT, 2008). Essa

espécie originária da África foi introduzida no Rio Grande do Sul na década de 1950, como contaminante de sementes de *Chloris gayana* Kunth, também conhecido por capim Rhodes (ZENNI; ZILLER, 2011). Inicialmente, acreditou-se que seria uma potencial planta forrageira devido a sua tolerância às flutuações do clima, especialmente à geada, e por essas características foi reproduzida e comercializada. No entanto, após avaliação agrônômica, o capim annoni mostrou-se inapto para utilização em pastejo devido à baixa qualidade nutricional e à elevada resistência à tração mecânica, resultando em baixa produção animal (ALFAYA *et al.*, 2002; MEDEIROS; FOCHT, 2007).

A alta rusticidade, adaptação a solos pobres e grande capacidade de multiplicação por sementes, conferem ao capim annoni destaque entre as espécies exóticas invasoras de maior impacto (GOULART *et al.*, 2012). Estes atributos tornam a espécie de fácil dispersão e de difícil controle, chegando a infestar cerca de 20 % da vegetação dos campos do bioma Pampa na região Sul do Brasil, o que equivale a 3,1 milhões de hectares (GOULART *et al.*, 2012; CICONET *et al.*, 2015).

A contenção da dispersão do capim annoni é praticamente restrita ao controle por herbicidas químicos (NACHTIGAL *et al.*, 2009). Assim, este estudo propõe uma alternativa, que além de eficiente no controle da dispersão do capim annoni, seja ambientalmente segura e baseada na aplicação de óleos essenciais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi composto por diversos ensaios experimentais de laboratório e de casa de vegetação conforme esquema a seguir (Figura 1).

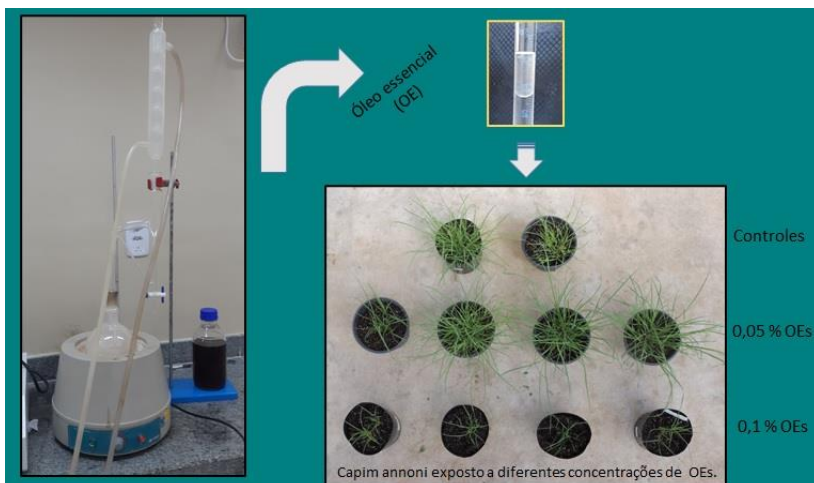


Figura 1. Esquema da sequência experimental.

Fonte: Joseila Maldaner

2.1 Sementes de capim annoni

Para os bioensaios, utilizou-se um lote composto por sementes de capim annoni coletadas em áreas de abrangência do bioma Pampa, nos municípios de Hulha Negra, Dom Pedrito, São Gabriel e Santa Maria nos meses de abril e maio de 2016 (Figura 2).

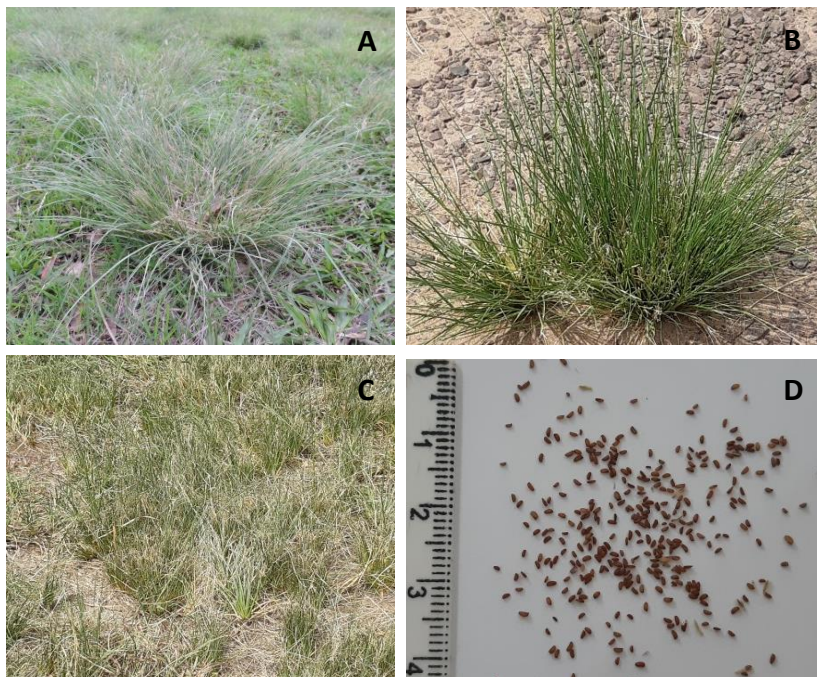


Figura 2. Estabelecimento e desenvolvimento de capimannoni em forma de touceiras, em solos com reduzida cobertura vegetal nativa (A, B, C) e sementes de capimannoni (D).

Fonte: Joseila Maldaner

2.2 Extração dos óleos essenciais

Foram selecionadas treze espécies de plantas bioativas para extração dos óleos essenciais e posterior avaliação quanto ao efeito bioherbicida para o controle de capimannoni (Tabela 1).

Tabela 1. Óleos essenciais de espécies de plantas bioativas avaliados quanto ao efeito bioherbicida para controle do capim annoni.

Nome comum	Nome científico
Alecrim	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.
Aroeira-vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi
Arruda	<i>Ruta graveolens</i> L.
Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume
Capim limão	<i>Cymbopogon citratus</i> Stapf.
Carqueja	<i>Baccharis trimera</i> Less.
Cipreste	<i>Cupressus sempervirens</i> L.
Citronela	<i>Cymbopogon winterianus</i> Jowitt
Eucalipto citriodora	<i>Corymbia citriodora</i> Hook
Eucalipto grandis	<i>Eucalyptus grandis</i> W. Mill
Louro	<i>Laurus nobilis</i> L.
Melaleuca	<i>Melaleuca alternifolia</i> Cheel
Pinus	<i>Pinus elliottii</i> Engelm.

Os óleos essenciais foram extraídos pela técnica de hidrodestilação por arraste de vapor (Figura 3), utilizando-se folhas frescas, segundo metodologia adaptada de Vitti e Brito (2003). Em seguida, os óleos essenciais extraídos foram armazenados em microtubos e mantidos a 4 °C até sua utilização.

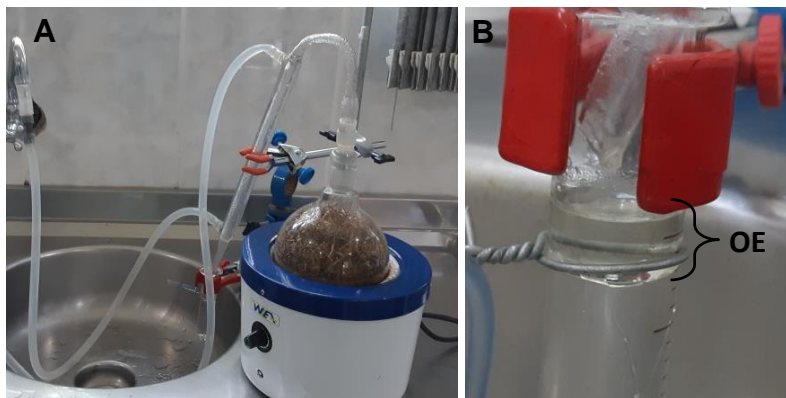


Figura 3. Aparato utilizado para hidrodestilação (A) com detalhe para o óleo essencial (OE) obtido no processo de extração (B).

Fonte: Joseila Maldaner

Os ensaios *in vitro* com os diferentes óleos essenciais foram independentes, no entanto as diluições para composição dos tratamentos (concentrações do óleo) foram iguais para todas as espécies bioativas testadas.

2.3 Ensaio de controle *in vitro* de capim annoni

Os experimentos consistiram de sete tratamentos cada: controle (água destilada); controle álcool; 0,001; 0,005; 0,01; 0,05 e 0,1 % (v/v) do óleo essencial diluído em álcool. Os óleos foram diluídos em álcool etílico 99 % (1:1 – v/v) antes da composição dos tratamentos para possibilitar a homogeneização em solução aquosa. O controle álcool foi estabelecido com a maior concentração de álcool utilizada na

diluição, a fim de se descartar o efeito do álcool nos tratamentos.

Após um processo de desinfestação feito com água destilada, hipoclorito de sódio (2,5 %), detergente comercial e álcool 70 %, as sementes foram dispostas sobre papel de germinação do tipo mata-borrão em caixas do tipo gerbox (capacidade 250 mL, medida 11 x 11 x 3,5 cm).

O papel de germinação foi umedecido com a solução respectiva de cada tratamento em um volume de 5 mL por repetição, sendo reaplicados 2 mL a cada quatro dias para evitar a desidratação. Foram utilizadas quatro repetições por tratamento.

Cada repetição consistiu de uma caixa do tipo gerbox com 25 sementes de capim annoni. Os testes foram realizados em sala de crescimento climatizada, com temperatura controlada de $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ e fotoperíodo de 12 horas. Considerou-se como semente germinada aquela que emitiu radícula de, no mínimo, 2 mm de comprimento. Foram avaliadas as seguintes variáveis:

Primeira contagem de germinação – Foi realizada a contagem e retirada das sementes germinadas aos sete dias após a incubação juntamente da primeira avaliação de germinação acumulada.

Germinação acumulada – Foi realizada a contagem total de sementes germinadas aos 14 dias após a incubação. Para a determinação dessas duas variáveis, utilizou-se a metodologia adaptada de Brasil (2009) e os resultados foram expressos em porcentagem de germinação.

Índice de velocidade de germinação (IVG) – Efetuado com anotações diárias do número de sementes germinadas até sete dias após a incubação. Após o término das leituras, o

IVG foi calculado pela seguinte fórmula: $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$, onde: IVG = índice de velocidade de germinação; G1, G2,... Gn = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem; N1, N2,... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem (MAGUIRE, 1962).

Os dados de porcentagem das variáveis avaliadas foram previamente submetidos à transformação arco seno a fim de atender às pressuposições do modelo matemático. Em seguida, todas as variáveis foram submetidas à análise da variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P > 0,05$) com a ajuda do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

2.4 Ensaio de controle do capim annoni em casa de vegetação

Os OEs das espécies que se destacaram na inibição da germinação *in vitro* do capim annoni também foram testados no crescimento inicial das plantas em casa de vegetação. Plântulas de capim annoni com cerca de 6 cm foram transferidas para vasos e mantidas em casa de vegetação. Após 20 dias da transferência, iniciou-se a aplicação das soluções de OEs por borrifação na parte aérea. Para os testes em casa de vegetação, foram aplicadas concentrações mais elevadas de ambos os OEs devido à alta volatilidade desses metabólitos, sendo que as concentrações utilizadas foram 0,05, 0,1, 0,5 e 1 %, além dos controles água e álcool, sendo seis vasos com uma planta em cada tratamento. A aplicação dos tratamentos foi realizada de forma semanal durante quatro semanas, por borrifação (duas borrifadas/planta em cada aplicação) dos respectivos tratamentos. As avaliações

de altura e biomassa (massa constante após permanência em estufa a 60 °C) das plantas ocorreram uma semana após a última aplicação dos tratamentos.

As médias obtidas nas avaliações dos experimentos em casa de vegetação receberam o mesmo tratamento estatístico dos dados dos testes de germinação e todas as variáveis foram submetidas à análise da variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P > 0,05$) com a ajuda do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes aqui apresentados, tanto os de germinação em condições controladas quanto os ensaios de crescimento inicial em casa de vegetação mostraram um interessante potencial de contenção do desenvolvimento de capim annoni pela aplicação de óleos essenciais.

3.1 Ensaios de controle *in vitro* de capim annoni

Todos os óleos essenciais (OEs) testados interferiram de algum modo na germinação do capim annoni. Dos treze OEs testados, cinco (carqueja, louro, melaleuca, aroeira-vermelha e arruda) promoveram redução na primeira contagem da germinação, quando em comparação aos tratamentos controles (Tabela 2). Isso se deve ao conhecido papel de alguns metabólitos secundários vegetais como agentes aleloquímicos na germinação de outras espécies (CORREA *et al.*, 2020; ENS *et al.*, 2009). Herbicidas à base de OEs demonstraram ser eficazes contra uma ampla gama de ervas daninhas e são uma alternativa potencial aos herbicidas não seletivos (BENVENUTI *et al.*, 2017).

Ao final de 14 dias, esse efeito na inibição da germinação de capimannoni foi significativo para os OEs de alecrim, carqueja, louro, melaleuca, arruda e aroeira-vermelha (Tabela 3).

A inibição da germinação acumulada (GA) é uma resposta mais efetiva quando o objetivo é o controle de espécies invasoras, ou seja, o resultado final de um menor número de indivíduos germinados indica um controle mais definitivo do que apenas um atraso no processo de germinação. Assim, a repercussão prática dos resultados dos testes iniciais em laboratório representados neste trabalho implica que, no ambiente, o impedimento da germinação de sementes quimicamente sensíveis a substâncias alelofitotóxicas pode ter como consequência a diminuição da densidade de seus indivíduos, o que poderia levar ao completo controle da dispersão da espécie invasora, caso fosse adotado um manejo que prevísse a aplicação periódica e planejada de óleos essenciais das referidas espécies. Neste estudo destacaram-se os OEs de arruda, melaleuca e aroeira-vermelha, reduzindo a GA em 57, 54 e 42 %, respectivamente.

Tabela 2. Primeira contagem de germinação (%), *in vitro*, de *Eragrostis plana* em exposição a diferentes concentrações de óleos essenciais de espécies vegetais, após sete dias de instalação.

	Controle	Controle álcool	Concentrações dos óleos essenciais (%)					CV
			0,001	0,005	0,01	0,05	0,1	
Alecrim	57,47 ab	53,17 ab	59,99 a	56,85 ab	51,37 ab	47,89 b	47,89 b	9,71
Aroeira-vermelha	73,00 a	75,00 a	72,00 a	84,00 a	75,00 a	54,00 b	47,00 b	7,4
Arruda	73,00 a	68,00 a	57,00 ab	66,00 ab	48,00 bc	31,00 c	31,00 c	10,19
Canela	60,77 a	58,27 ab	64,68 a	53,35 ab	42,67 b	49,88 ab	55,02 ab	12,59
Capim limão	54,98 a	55,00 a	56,99 a	55,62 a	60,38 a	57,16 a	49,67 a	11,21
Carqueja	58,89 a	62,80 a	55,30 ab	58,73 a	57,12 a	49,78 ab	41,50 b	11,59
Cipreste	69,04 a	69,04 a	68,08 a	68,22 a	70,26 a	65,06 a	68,09 a	5,63
Citronela	56,85 ab	53,90 abc	55,25 ab	60,70 a	54,48 abc	40,93 c	43,81 bc	11,40
Eucalipto citriodora	58,08 a	57,11 a	61,01 a	55,62 a	59,63 a	55,72 a	54,42 a	9,50
Eucalipto grandis	54,98 a	57,11 a	58,29 a	55,62 a	57,66 a	55,65 a	55,11 a	9,49
Louro	61,36 ab	57,60 ab	58,08 ab	50,27 bc	62,97 a	50,90 bc	44,99 c	9,19
Melaleuca	61,00 a	60,08 a	57,09 a	58,08 a	39,70 b	35,03 b	33,65 b	10,65
Pinus	56,85 a	57,68 a	56,32 a	56,35 a	60,77 a	50,28 a	53,17 a	8,79

*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV= Coeficiente de variação.

Tabela 3. Germinação acumulada (%), *in vitro*, de *Eragrostis plana* em exposição a diferentes concentrações de óleos essenciais de espécies vegetais, após 14 dias de instalação.

	Controle	Controle álcool	Concentrações dos óleos essenciais (%)					CV
			0,001	0,005	0,01	0,05	0,1	
Alecrim	68,29 a	62,14 ab	65,76 a	58,08 bc	53,18 cd	49,33 d	54,37 cd	5,65
Aroeira-vermelha	94,00 a	92,00 a	95,00 a	99,00 a	95,00 a	67,00 b	55,00 b	9,67
Arruda	93,00 a	86,00 ab	63,00 cd	79,00 bc	72,00 bc	47,00 de	40,00 e	8,83
Canela	81,22 a	76,71 ab	74,93 ab	70,82 ab	65,36 ab	63,89 ab	60,74 b	11,12
Capim limão	66,20 a	63,62 a	62,26 a	56,85 a	60,38 a	58,34 a	53,95 a	9,68
Carqueja	82,05 a	71,65 ab	65,16 bc	60,70 bc	58,91 bc	51,53 cd	43,28 d	9,66
Cipreste	74,11 a	80,82 a	80,12 a	84,12 a	81,35 a	74,18 a	72,05 a	10,03
Citronela	58,29 a	55,76 a	56,42 a	63,54 a	57,33 a	49,63 a	49,67 a	10,85
Eucalipto citriodora	67,46 a	62,97 ab	63,54 ab	57,45 b	62,24 ab	62,89 ab	64,24 ab	6,28
Eucalipto grandis	68,29 a	68,21 a	61,45 a	60,70 a	62,14 a	62,14 a	60,70 a	5,33
Louro	69,51 a	68,07 a	58,77 abc	50,27 cd	65,06 ab	53,37 bcd	42,69 d	10,69
Melaleuca	74,06 a	66,94 a	60,17 ab	67,46 a	46,78 bc	36,78 c	33,65 c	13,81
Pinus	69,04 a	65,11 a	66,50 a	65,76 a	63,49 a	61,45 a	61,45 a	5,11

*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV= Coeficiente de variação.

Além da inibição da germinação, os OEs também foram eficientes em retardar a germinação, observado através de redução de mais de 50 % no IVG em exposição a alguns OEs (Tabela 4). Estudos anteriores já afirmavam que os OEs podem agir inibindo a germinação de sementes ou provocando atraso nesse processo fisiológico (CORREA *et al.*, 2020; ENS *et al.*, 2009).

A atividade antimicrobiana e ou antifúngica do OE de melaleuca é bastante estudada (ROCHA NETO *et al.*, 2019; CORREA *et al.*, 2020). Menos conhecido é o seu potencial na inibição da germinação de outras espécies vegetais. A aplicação de óleo de melaleuca no tratamento prévio de sementes de girassol proporcionou, além de controle mais eficiente do fungo *Alternaria* spp. na sanidade de sementes, maior emergência de plântulas, sob condições controladas de laboratório (MARIANO *et al.*, 2014). Efeito positivo do óleo essencial de melaleuca no controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium* sp. também foi observado por Steffen *et al.* (2019).

Além disso, o extrato de melaleuca interferiu na germinação de *Urochloa brizantha*, podendo ser útil para o manejo dessa espécie vegetal (QUEIROZ *et al.*, 2016). Alguns terpenos, encontrado em grandes quantidades em espécies de Myrtaceae, são apontados como possíveis responsáveis pelo efeito fitotóxico do óleo de melaleuca, especialmente terpinenol-4 que, segundo revisão de Monteiro *et al.* (2013), é o quimiotipo mais abundante na melaleuca, seguido de gamaterpineno, alfa-terpineno e 1,8-cineol presente nas folhas, ápice e ramos de plantas cultivadas no Brasil.

Tabela 4. Índice de velocidade de germinação, *in vitro*, de *Eragrostis plana* em exposição a diferentes concentrações de óleos essenciais de espécies vegetais.

	Controle	Controle álcool	Concentrações dos óleos essenciais (%)					CV
			0,001	0,005	0,01	0,05	0,1	
Alecrim	5,94 a	4,83 abc	5,58 ab	5,48 abc	4,71 abc	4,28 bc	3,92 c	14,51
Aroeira-vermelha	9,42 a	9,59 a	10,20 a	11,04 a	10,52 a	7,33 b	6,31 b	8,66
Arruda	9,01 a	8,67 ab	5,99 cd	8,02 abc	6,37 bcd	3,90 de	3,32 e	17,4
Canela	5,48 a	4,48 abc	5,08 ab	3,81 bc	2,95 c	3,74 bc	3,98 abc	16,57
Capim limão	5,17 a	5,40 a	5,56 a	4,94 a	5,06 a	4,48 a	4,05 a	19,34
Carqueja	5,44 a	4,89 ab	4,20 abc	4,66 ab	3,77 abc	3,27 bc	2,70 c	20,24
Cipreste	6,08 a	5,95 a	6,10 a	6,58 a	6,47 a	5,91 a	5,90 a	5,33
Citronela	5,55 a	4,97 a	5,13 a	5,97 a	5,00 ab	3,83 b	3,74 b	14,18
Eucalipto citriodora	5,07 ab	5,03 ab	5,21 a	5,17 ab	5,44 a	4,62 ab	4,26 a	8,09
Eucalipto grandis	5,23 ab	5,69 a	5,11 ab	4,96 ab	4,81 ab	4,34 b	4,33 b	10,80
Louro	5,98 a	5,14 ab	5,30 ab	4,86 ab	4,97 ab	4,87 ab	4,0 b	11,84
Melaleuca	5,54 a	5,60 a	3,73 bc	4,57 ab	3,00 bc	2,73 c	2,39 c	18,88
Pinus	5,42 a	5,33 a	5,24 a	5,03 a	5,22 a	5,10 a	4,69 a	10,27

*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. CV= Coeficiente de variação.

A aroeira-vermelha (*Schinus terebinthifolius*), membro da família Anacardiaceae, possui propriedades medicinais como antiinflamatória, cicatrizante e antimicrobiana. Esses efeitos podem estar relacionados aos diversos polifenóis que se distribuem desigualmente em seus órgãos, como folhas, cascas, frutos, flores e sementes (CARVALHO *et al.*, 2013). As atividades herbicidas do gênero *Schinus* também foram descritas em outros estudos. Por exemplo, Simionatto *et al.* (2011) observaram que o óleo essencial de *Schinus molle* L. reduziu a germinação e o crescimento inicial de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) e *Allium cepa* L. (Amaryllidaceae). Fonseca *et al.* (2016) observaram efeito inibitório de extrato de aroeira tanto na germinação quanto no crescimento das raízes de alface.

Maior parte dos estudos com OE da arruda (*Ruta graveolens*) relata efeitos antioxidante e antimicrobiano (PAVI`C *et al.*, 2019) e seu extrato apresenta muitas recomendações de aplicação tópica na medicina popular (GHIRARDINI *et al.*, 2007). Efeito alelopático do OE de arruda foi reportado por De Feo, De Simone e Senatore (2002), quando destacaram sua atuação na inibição da germinação e do desenvolvimento do rabanete. Já nesta época, os autores enfatizaram a importância de pesquisar o potencial desta espécie para aplicação no controle de plantas daninhas e demonstraram a atividade independente de compostos isolados do óleo essencial de arruda na inibição da germinação. Em 2005, Meepagala *et al.* desenvolveram um estudo utilizando extrato de arruda como alternativa aos agroquímicos para o controle da alga *Oscillatoria perornata* (Skuja) (Oscillatoriaceae).

Os OEs das três espécies que apresentaram maior eficiência no controle da germinação *in vitro* do capim annoni (arruda, aroeira-vermelha e melaleuca) foram testados no crescimento inicial do capim em casa de vegetação.

3.2 Ensaio de controle do capim annoni em casa de vegetação

Embora o OE de melaleuca tenha se mostrado eficiente em inibir a germinação do capim annoni nos ensaios *in vitro*, testes posteriores em casa de vegetação apontaram maior eficácia dos OEs de arruda e aroeira-vermelha no controle do crescimento inicial desta invasora (dados não mostrados).

Desse modo, os OEs de arruda e aroeira-vermelha foram utilizados em testes subsequentes, onde foi confirmado o potencial bioherbicida dos mesmos.

A altura das plantas de capim annoni em casa de vegetação foi significativamente reduzida com a aplicação de 1 % dos OEs de aroeira-vermelha e arruda, chegando a uma redução de cerca de 70 % em exposição ao OE de arruda (Figura 4).

Embora as propriedades alelopáticas de *S. terebinthifolius* tenham sido documentadas em condições de laboratório, o efeito nas plantas no ambiente natural ainda é relativamente desconhecido (MORGAN; OVERHOLT, 2005). Isso também é verdadeiro para estudos com alelopatia envolvendo *R. graveolens*.

Corroborando os resultados deste estudo, Fonseca *et al.* (2016) observaram redução no crescimento da parte aérea e da raiz de alface com a aplicação de extrato de aroeira-vermelha.

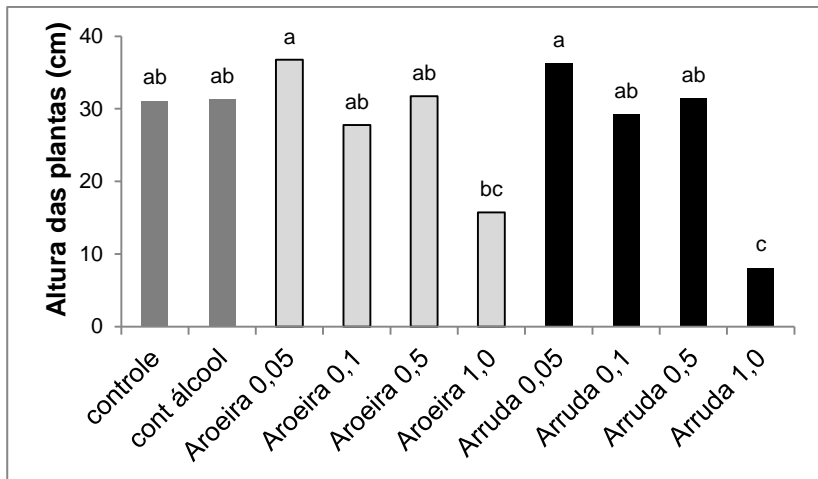


Figura 4. Altura das plantas de capimannoni após 60 dias de exposição aos tratamentos com óleos essenciais de arruda e aroeira-vermelha.

A biomassa da parte aérea também foi significativamente reduzida pela aplicação de 1 % desses OEs, embora tenha sido observado aumento dessa variável na concentração de 0,05 % de ambos os óleos (Figura 5). Este efeito de estímulo no crescimento da planta em baixas concentrações de alguns metabólitos secundários é frequentemente relatado na literatura (BORELLA; MARTINAZZO; AUMONDE, 2011; CHON *et al.* 2005).

Acompanhando os resultados do presente estudo, Morgan e Overholt (2005) mostraram que extratos aquosos de *S. terebinthifolius* diminuíram a biomassa de mudas de *Bidens alba* L. DC. (Asteraceae) e *Rivina humilis* L. (Phytolaccaceae). Outro exemplo é o relato dos efeitos alelopáticos de *S.*

terebinthifolius na composição dos ecossistemas, descrito por Nickerson e Flory (2015), onde a biomassa das árvores foi reduzida em 85 % e a biomassa de plantas herbáceas em 83 % na presença de *S. terebinthifolius*, considerando três espécies de árvores e quatro espécies de plantas herbáceas nativas para as comunidades de florestas de pinheiros da Flórida.

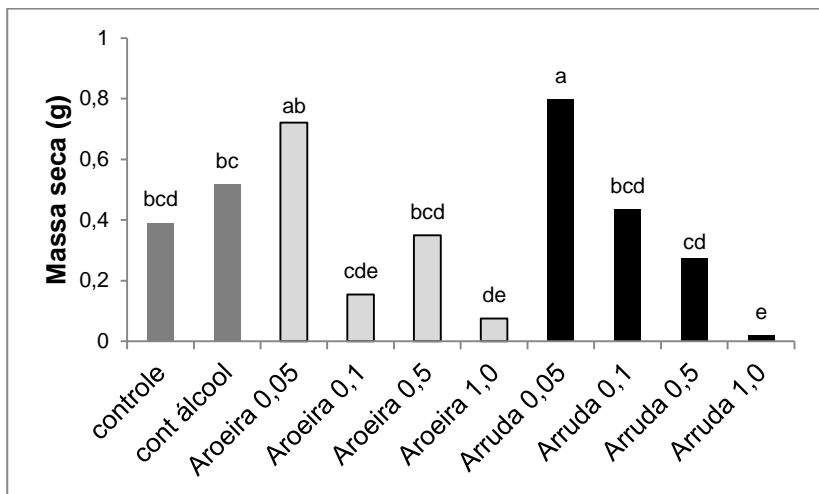


Figura 5. Biomassa da parte aérea de plantas de capim annoni após 60 dias de exposição aos tratamentos com óleos essenciais de arruda e aroeira-vermelha.

Recentemente, Sampaio *et al.* (2018) atribuíram aos alcaloides isolados de arruda, além de redução na biomassa, efeitos significativos de inibição de rotas específicas da fotossíntese, apresentando resultados semelhantes com o controle positivo, um herbicida químico comercial 3- (3,4-diclorofenil) -1,1-dimetilureia (DCMU).

Os resultados obtidos por este grupo de pesquisa, embora iniciais, abrem novas perspectivas no tão desafiador controle do capimannoni, indicando espécies com potencial alelopático de controle, o que representa uma alternativa para a redução do uso de insumos químicos com potencial poluente, o que hoje é um apelo tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico.

4 CONCLUSÃO

Os óleos essenciais se mostraram uma eficiente e interessante alternativa para o controle do capimannoni, sendo que das treze espécies bioativas testadas, os óleos essenciais de aroeira-vermelha e arruda inibiram de forma significativa a germinação e o crescimento inicial dessa desafiadora espécie invasora. Os resultados obtidos neste trabalho apontam espécies bioativas promissoras como fonte de compostos eficientes para a formulação de bioprodutos com efeito herbicida sobre o capimannoni.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA) da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto.

REFERÊNCIAS

ALFAYA, H. *et al.* Efeito da amonização com ureia sobre os parâmetros de qualidade do feno do capim-annoni 2 (*Eragrostis plana* Nees). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 842-851, 2002.

BALBI-PENÑA, M. I. *et al.* Controle de *Alternaria solani* em tomateiro por extratos de *Curcuma longa* e curcumina – I. Avaliação *in vitro*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 1, p. 10-14, 2006.

BENVENUTI, S. *et al.* Weeds for weed control: asteraceae essential oils as natural herbicides. **Weed Research**, Oxford, v. 57, p. 342-353, 2017.

BETTAIEB, I. *et al.* Water deficit affects on *Salvia officinalis* fatty acids and essential oils composition. **Scientia Horticulture**, Netherlands, v. 210, p. 271-275, 2009.

BORELLA, J. MARTINAZZO, E. G., AUMONDE, T. Z. Atividade alelopática de extratos de folhas de *Schinus molle* L. sobre a germinação e o crescimento inicial do rabanete. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 93, p. 398-404, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

CARVALHO, M. G. *et al.* *Schinus terebinthifolius* Raddi: composição química, propriedades biológicas e toxicidade. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Paulínia, v. 15, n. 1, p. 158-169, 2013.

CHON, S. U. *et al.* Allelopathic potential in lettuce (*Lactuca sativa*) plants. **Scientia Horticulture**, Netherlands, v. 106, n. 3, p. 309-317, 2005.

CICCONET, N. *et al.* Mapeamento de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni) por meio de imagens orbitais. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, São Paulo, v. 29, p. 20-33, 2015.

CORREA, L. T. *et al.* Atividade antimicrobiana do óleo essencial de Melaleuca e sua incorporação em um creme mucocutâneo. **Revista Fitos**, Jacarepaguá, v. 14, n. 1, p. 26-37, 2020.

DE FEO, V.; DE SIMONE, F.; SENATORE, F. Potential allelochemicals from the essential oil of *Ruta graveolens*. **Phytochemistry**, Oxford, v. 61, n. 5, p. 573-578, 2002.

ENS, E. J. *et al.* Identification of volatile compounds released by roots of an invasive plant, bitou bush (*Chrysanthemoides monilifera* spp. rotundata), and their inhibition of native seedling growth. **Biological Invasions**, Dordrecht, v. 11, p. 275-287, 2009.

FOCHT, T. **Ecologia e dinâmica do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees), uma invasora dos campos sulinos: prevenção da sua expansão.** 2008. 154 f. Tese de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Porto Alegre, 2008.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FONSECA, V. B. *et al.* Allelopathic potential of leaves and flowers extracts of *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Científica**, Jaboticabal, v. 44, n. 1, p. 35-39, 2016.

GHIRARDINI, M. P. *et al.* The importance of a taste: a comparative study on wild food plant consumption in twenty-one local communities in Italy. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, London, v. 3, p. 22-22, 2007.

GOULART, I. C. G. R. *et al.* Interações entre herbicidas e protetores para o controle de capim-annoni em pastagem natural. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 10, p. 1722-1730, 2012.

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.

MARIANO, D. C. *et al.* Uso do óleo de *Melaleuca alternifolia* no tratamento de sementes de girassol. **Enciclopédia Biosfera - Centro Científico Conhecer**, Jandaia , v. 10, n. 18, p. 2961-2975, 2014.

MONTEIRO, M. H. D. A. *et al.* Óleos essenciais terapêuticos obtidos de espécies de *Melaleuca* L. (Myrtaceae Juss.). **Revista Fitos Eletrônica**, Jacarepaguá, v. 8, n. 1, p. 19-32, 2013.

MEDEIROS, R. B.; FOCHT, T. Invasão, prevenção, controle e utilização do capimannoni (*Eragrostis plana* Nees) no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 13, n. 1-2, p. 105-114, 2007.

MEEPAGALA, K. M. *et al.* Algicidal and antifungal compounds from the roots of *Ruta graveolens* and synthesis of their analogs. **Phytochemistry**, Oxford, v. 66, p. 2689-2695, 2005.

MORGAN, E. C.; OVERHOLT, W. A. Potential allelopathic effects of Brazilian pepper (*Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae) aqueous extract on germination and growth of selected Florida native plants. **Journal of Torrey Botanical Society**, Washington, v. 132, n. 1, p. 11-15, 2005.

NACHTIGAL, G. F. *et al.* Ocorrência de ferrugem associada ao capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) na região de fronteira da metade sul do RS. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 12-31, 2009.

NICKERSON, K. FLORY, S. L. Competitive and allelopathic effects of the invasive shrub *Schinus terebinthifolius* (Brazilian peppertree). **Biological Invasions**, Dordrecht, v. 17, p. 555-564, 2015.

PAVIĆ, V. *et al.* Assessment of total phenolic content, *in vitro* antioxidant and antibacterial activity of *Ruta graveolens* L. extracts obtained by Choline Chloride based natural deep eutectic solvents. **Plants**, Basel, v. 8, p. 69, 2019.

QUEIROZ, R. L. *et al.* Avaliação de extrato de *Melaleuca alternifolia* (Cheel) na germinação de *Brachiaria brizantha*. **Revista Fitos**, Jacarepaguá, v. 10, n. 4, p. 375-547, 2016.

ROCHA NETO, A. C. *et al.* Antifungal activity of palmarosa (*Cymbopogon martinii*), tea tree (*Melaleuca alternifolia*) and star anise (*Illicium verum*) essential oils against *Penicillium expansum* and their mechanisms of action. **LWT - Food Science and Technology**, Campinas, v. 105, p. 385-392, 2019.

SAMPAIO, O. M. *et al.* Evaluation of Alkaloids Isolated from *Ruta graveolens* as Photosynthesis Inhibitors. **Molecules**, Basel, v. 23, n. 10, p. 2693, Oct. 2018.

SIMIONATTO, E. *et al.* Chemical composition and biological activities of leaves essential oil from *Schinus molle* (Anacardiaceae). **Journal of Essential Oil-Bearing Plants**, India, v. 14, p. 590-599, 2011.

STEFFEN, G. P. K. *et al.* Controle de *Sclerotinia sclerotiorum* e *Fusarium* sp. com óleo essencial de melaleuca. **Enciclopédia Biosfera**, Jandaia, v.16 n. 30, p. 682-694, 2019.

TAKATSUKA, F. S. *et al.* Efeito do óleo essencial de açafrão (*Curcuma longa*) sobre o desenvolvimento micelial de fungos. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. **Anais [...]**. Uberlândia, v. 28, 2003. 361 p.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. **Óleo essencial de eucalipto**. Piracicaba: IPEF, 2003. 26 p. (Documentos florestais).

ZENNI, R. D.; ZILLER, S.R. An overview of invasive plants in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 34, p. 431-446, 2011.



GOVERNO DO ESTADO
RIO GRANDE DO SUL

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E
DESENVOLVIMENTO RURAL

Secretaria de Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do RS
Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária

Avenida Getúlio Vargas, 1384 - Menino Deus
CEP 90150-004 - Porto Alegre - RS
Fone: (51) 3288-8000

www.agricultura.rs.gov.br/ddpa