

Óleo essencial das folhas de cataia (*Drimys brasiliensis*) sobre o crescimento micelial de *Alternaria porri*

*Essential oil from cataia leaves (*Drimys brasiliensis*) on the mycelial growth of *Alternaria porri**

André Luiz Graf Júnior¹; Simone Bernardes da Fontoura²; Gabrielle Cruz de Andrade³; Juliana Soares da Costa⁴; Adriana Terumi Itako⁵; Cristian Soldi⁶

¹Mestrando, Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba, Curitiba, SC, andrejunior.graf9@gmail.com. ²Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba, Curitiba, SC, simonebf08@gmail.com. ³Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba, Curitiba, SC, gabriellecruzdeandrade@gmail.com. ⁴Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba, Curitiba, SC, jjssoares2311@gmail.com. ⁵Professora Doutora, Programa de Pós-Graduação em Ecossistemas Agrícolas e Naturais, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba, SC, adriana.itako@ufsc.br. ⁶Professor Doutor, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitiba, SC, cristian.soldi@ufsc.br.

ARTIGO

Recebido: 15/01/2021
 Aprovado: 30/06/2021

Palavras-chave:

Componentes Voláteis
 Limoneno
 Atividade Fungitóxica
 Controle alternativo

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do óleo essencial de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers) no controle do crescimento micelial do fungo *Alternaria porri*. Informações sobre novos compostos para o controle deste fungo são importantes pois estes são responsáveis por danos em diferentes culturas como alho e batata. O óleo essencial foi extraído de folhas frescas de cataia, por hidrodestilação. Para a avaliação do efeito do óleo essencial no crescimento micelial do fungo *A. porri*, alíquotas do óleo foram incorporados no meio de cultura BDA nas doses de 0 (controle), 100, 250 e 500 ppm. Um disco de meio BDA contendo micélio e propágulos fúngicos, com aproximadamente 5 mm de diâmetro, foi colocado no centro de cada placa de Petri com o meio de cultura BDA, acrescido das diferentes concentrações do óleo essencial. As placas foram seladas e incubadas à temperatura de 25 °C ± 1, com fotoperíodo de 12 horas, sendo aferidas, diariamente, o diâmetro das colônias. Com os dados de crescimento micelial, calculou-se a Área Abaixo da Curva de Crescimento Micelial e o Índice de Velocidade de Crescimento Micelial. Todos os tratamentos foram estatisticamente diferentes e os resultados indicaram inibição do crescimento dependente da dose, alcançando 55% de inibição a 500 ppm. Além disso, foi observado a redução da velocidade do crescimento fúngico (em cm/h), na dose de 500 ppm em relação ao controle.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the potential of cataia essential oil (*Drimys brasiliensis* Miers) on the mycelial growth of *Alternaria porri*. Information on new substances for the control of this fungus is important because they are responsible for damage in different crops such as garlic and potatoes. The essential oil was extracted from fresh leaves of cataia by hydrodistillation. For the evaluation of essential oil on the mycelial growth of the fungus *A. porri*, aliquots of the oil were incorporated into the culture medium using doses of 0 (control), 100, 250 and 500 ppm. A disk with PDA culture medium containing mycelium and fungal propagules, approximately 5 mm in diameter, was placed in the center of the Petri dish with the PDA culture medium which and added with different concentrations of essential oil. The plates were sealed and incubated at a temperature of 25 °C ± 1, with a photoperiod of 12 hours, with the diameter of the colonies being measured daily. With the mycelial growth data, the Area Under the Curve Mycelial Growth (AUCMG) and the Mycelial Growth Index (MIG) were calculated. All treatments were statistically different, and the results indicated dose-dependent growth inhibition, reaching approximately 55% inhibition at 500 ppm. In addition, a reduction in the rate of fungal growth (in cm/h) was observed at a dose of 500 ppm compared to the control.

Key words:

Volatile Components
 Limonene
 Fungitoxic Activity
 Alternative Control

INTRODUÇÃO

O fungo *Alternaria porri* (Ellis) Ciff é o agente causador da doença conhecida popularmente como mancha púrpura. Esse fungo ataca de maneira agressiva, ocasionando danos à cultura do alho (AMORIM et al., 2016). A mancha púrpura é identificada como uma das principais doenças da parte aérea, causando a murcha e o enrugamento das folhas, e conseqüentemente a diminuição da área foliar (MASSOLA et al., 2016). No Brasil esse patógeno se manifesta em todas as regiões e pode trazer sérios prejuízos para as culturas de alho, alho poró, cebola, cebolinha e batata (ZAMBOLIM et al., 2014).

Os métodos de controle passam normalmente pelo uso preventivo de fungicidas protetores, como o oxícloreto de cobre, mancozebe, iprodiona, clorotalonil, entre outros, e pela aplicação de fungicidas sistêmicos como o tebuconazol, difenoconazol, azoxistrobina, metconazol, tetraconazol, procloraz, entre outros (PEREIRA et al., 2013). A grande maioria dos agroquímicos utilizados carregam certo grau de periculosidade para os seres humanos e para o ambiente. Desta forma, fica claro que o desenvolvimento de novos métodos de proteção preventiva das plantas utilizando substâncias naturais que apresentam menor toxicidade ao ecossistema são importantes para manter a produção de forma sustentável.

A procura por alimentos mais saudáveis, sem uso de agroquímicos tem impulsionado o crescimento do consumo de alimentos orgânicos. A população, de uma maneira mais consciente, está à procura de alimentos que sejam produzidos de uma maneira mais sustentável, destacando os alimentos com certificação que atestam a não utilização de agrotóxicos no processo produtivo (BETTIOL; MORANDI, 2009).

O uso de plantas medicinais vem sendo adotado no tratamento de doenças em animais e humanos há muito tempo. No entanto, não há estudos aprofundados sobre a utilização no controle de fitopatógenos. Uma vez que já se conhece o potencial dos óleos essenciais como agentes antifúngicos, estes podem ser utilizados também no controle preventivo dos fungos causadores de doenças em plantas (TAPWAL et al., 2011). É uma possibilidade de manejo de patógenos e pragas que se consorciada com outras práticas podem tornar outros métodos ainda mais eficientes.

Drimys brasiliensis Miers produz um óleo rico em sesquiterpenos com grande espectro de atividade biológica como atividade antibacteriana, anti-inflamatória, antialérgica e antifúngica (LAGO et al., 2011). A cataia é usada popularmente, através de infusões das folhas e cascas, para tratar escorbuto, doenças do trato intestinal, anti-inflamatória e antiespasmódica (MARIOT et al., 2014). É uma espécie arbórea nativa das regiões sul, sudeste e nordeste (Bahia) do Brasil. A espécie pertence à família Winteraceae, que compreende vários gêneros, sendo que *Drimys* é o único remanescente das Américas (SOUZA; LORENZI, 2008). No Brasil apenas duas espécies do gênero *Drimys* são encontradas: *D. brasiliensis* e *D. angustifolia* (RADOMSKI et al., 2013). A espécie *D. brasiliensis* é conhecida popularmente como cataia, casca d'anta, carne de anta, cataeira e em tupi guarani como caátya, que significa árvore para velho (MARIOT et al., 2011).

O objetivo desse trabalho é avaliar o efeito do óleo essencial das folhas da cataia sobre o crescimento micelial do *A. porri*. Os resultados podem auxiliar na implementação de

uma nova estratégia no manejo de doenças causadas por este fitopatógeno.

MATERIAL E MÉTODOS

Material vegetal

As folhas de cataia (*Drimys brasiliensis*) foram coletadas na trilha ecológica do Pessegueiro (27°17'19.67"S de latitude e 50°31'55.07"O) a qual fica situada nas dependências da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus de Curitibaanos – SC. As folhas foram coletadas, sempre entre 7 e 8 h da manhã, de 10 indivíduos distribuídos em uma área total aproximada de 4 ha em janeiro de 2019. Os exemplares das coletas foram identificados com base em exsicatas contidas no herbário da UFSC Curitibaanos com o auxílio do Prof. Dr. Jose Floriano Barea Pastore. O material testemunha [CTBS 4029] foi incorporado ao acervo do herbário CTBS da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibaanos. O local de coleta das folhas para este trabalho está situado à aproximadamente 1100 metros acima do nível do mar, em floresta ombrófila mista e em clima temperado Cfb (mesotérmico úmido e verão ameno), de acordo com o sistema de classificação climática de Köppen (ALVARES et al., 2013).

Extração do óleo essencial

A extração do óleo essencial foi realizada por hidrodestilação utilizando aparato Clevenger modificado (SOLDI, 2006). As folhas foram coletadas na parte da manhã e submetida à extração sem procedimento de secagem. Cerca de 330 g de folhas frescas foram imersas em água destilada (em balão de 2 L) a qual foi aquecida a ponto de evaporação e mantida nesta condição por 3 h. Ao final da extração, o óleo foi separado da fase aquosa com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, seco sob sulfato de sódio e estocado em freezer (-18 °C ± 2) até a realização das análises. A extração foi realizada em triplicata.

Avaliação dos componentes voláteis por CGMS

Os componentes voláteis dos óleos essenciais das folhas de *D. brasiliensis* foram separados e identificados utilizando técnicas em cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CGMS), de acordo com metodologia adaptada de Gomes et al. (2013). Cada uma das replicatas da extração do óleo essencial foi analisada duas vezes no CGMS. Para a realização das análises, 20 µl de óleo essencial em 1,5 mL de hexano foram injetados em cromatógrafo gasoso acoplado a espectrografia de massa (Agilent 7890A) com injetor automático Combi Pal. A separação cromatográfica foi realizada em coluna Agilent HP-5ms (5% fenil-polidimetilsiloxano; 30 m x 250 µm x 0,25 µm) utilizando rampa de temperatura de 60 a 280 °C à uma taxa de 10 °C min⁻¹. A temperatura do injetor (split 50:1) e da interface entre cromatógrafo gasoso e espectrômetro de massas foi configurado para 300°C. Foi utilizado gás hélio como gás de arraste à um fluxo de 1 mL min⁻¹. O detector de massas foi operado por impacto de elétrons (EI) de 70 eV em uma faixa de 35 – 450 m/z.

Para determinação da porcentagem relativa, os picos foram integrados manualmente em software G1701EA GC/MSD Chemstation. As porcentagens relativas expressas na Tabela 1 são o resultado da média de seis análises. As substâncias presentes no óleo foram caracterizadas através da

comparação do espectro de massas e do índice de Kovats (KI) experimental para cada componente com os respectivos espectros de massas e índices de Kovats de padrões descritos por Adams (2007). Os valores de KI experimentais foram obtidos a partir da injeção de uma amostra de hidrocarbonetos saturados C7-C30 (Sigma-Aldrich) nas mesmas condições utilizadas para as amostras de óleo essencial.

Para comparação da composição química do óleo essencial com outros trabalhos já publicados, foi realizado levantamento bibliográfico usando os termos “*Drimys brasiliensis*” e “essential oil” no campo de busca “título” em base de dados “Web of Science” e “Scopus”. Foram encontrados 12 registros para Web of Science e 9 registros para Scopus. Todos os trabalhos que reportam a composição química do óleo das folhas de *D. Brasiliensis* extraído de material coletado no Brasil foram selecionados para discussão.

Avaliação da atividade fungitóxica

Para os ensaios de avaliação da atividade fungitóxica, foi utilizado o fungo *A. porri*, o qual foi disponibilizado pela micoteca da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Campus de Curitibanos. O fungo foi cultivado em meio de cultura BDA (Batata-Dextrose-Ágar) a 25° C ± 1 com um fotoperíodo de 12 horas.

Para a avaliação do óleo essencial no crescimento micelial do fungo *A. porri*, alíquotas do óleo foram incorporados no meio de cultura do BDA nas doses de 100, 250 e 500 ppm e distribuídas em placas de Petri. A dose de 0 ppm (somente BDA) foi usada como controle negativo. Em todos os tratamentos, os antibióticos estreptomicina 500 mg.L⁻¹ e penicilina 0,5% (v / v) e Tween (10 ppm) foram adicionados ao meio de cultura para facilitar a emulsificação do óleo essencial.

Após a solidificação do meio, um disco com 5 mm de diâmetro de meio BDA contendo micélio e propágulos fúngicos foi colocado no centro da placa de Petri com o meio de cultura BDA. As placas foram seladas e incubados à temperatura de 25 °C ± 1 e fotoperíodo de 12 horas. (CARDOSO et al., 2009). Após 24 horas da instalação do experimento, iniciou-se a avaliação do crescimento fúngico através da mensuração diária do diâmetro das colônias até o crescimento do fungo no tratamento controle alcançar mais de 90% das placas.

Com os dados de crescimento micelial obtidos pela medição diária das colônias, foi utilizado para calcular a área abaixo da curva de crescimento micelial (AACCM). Utilizando a equação proposta por Campbell e Madden (1990):

$$AACCM = \sum \left(\frac{y_{i+1} + y_i}{2} \right) \cdot (t_{i+1} - t_i)$$

Os dados de AACCM foram transformados para porcentagem relativa ao tratamento testemunha.

Para o IVCM, o cálculo foi realizado utilizando a fórmula de Maguire (1962) e adaptada por Oliveira (1991):

$$IVCM = \frac{\sum \frac{(y_{i+1} - y_i)}{(t_{i+1} - t_i)}}{(n - 1)}$$

Em que: y_{i+1} e y_i são os valores de crescimento da colônia observados em duas avaliações consecutivas, t_{i+1} e t_i são os períodos de avaliação e n é o número de dias de avaliação.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos (óleo essencial nas dosagens crescentes de 100, 250 e 500 ppm e uma testemunha apenas com meio BDA), com 4 repetições para cada tratamento. Cada parcela experimental foi constituída por uma placa de Petri. Os dados foram submetidos à análise de regressão com probabilidade de 5%, utilizando o software estatístico R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O óleo essencial das folhas de cataia foi obtido com rendimento médio de 67 mg de óleo por 100 g de material vegetal fresco. A composição química do óleo essencial das folhas de cataia constam na Tabela 1, em que dos 28 picos observados, 26 foram identificados com base na comparação dos espectros de massas e do índice de retenção de Kovats. Do total de componentes voláteis, 61,5% pertencem à classe dos monoterpenos não oxigenados, 14,4% à classe dos sesquiterpenos não oxigenados, 9,6% aos sesquiterpenos oxigenados e 9,0% à classe dos monoterpenos oxigenados, sendo o limoneno, um monoterpeno não oxigenado, encontrado como componente majoritário, seguido do biciclogermacreno, β e α -pineno e 4-terpineol.

Este é o primeiro relato em que a substância limoneno aparece como constituinte majoritário no óleo essencial das folhas de *D. brasiliensis*. Entre os trabalhos que descrevem a composição química deste óleo essencial, a quantidade máxima de limoneno encontrada foi 8,4% em material coletado no mês de dezembro, no município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul (LIMBERGER et al., 2007). Limberger e colaboradores relatam no mesmo trabalho que o componente majoritário encontrado, com 32,3%, foi a ciclocoloronona. Gomes et al. (2013) também relatam a ciclocoloronona como componente majoritário (18,2%) em amostras de folhas coletadas no município de São Gerônimo, Rio Grande do Sul. A composição química do óleo essencial das folhas frescas da cataia também foi avaliada a partir de indivíduos cultivados em outras partes do Brasil. A Tabela 2 destaca os cinco componentes presentes em maior quantidade para cada trabalho e a porcentagem desses componentes nos demais trabalhos. Como pode ser observado, as condições edafoclimáticas parecem exercer forte influência sobre o metabolismo de substâncias voláteis e acúmulo nas folhas de *D. brasiliensis*. É interessante notar que a substância ciclocoloronona é acumulada somente nos óleos extraídos de árvores em São Francisco de Paula e São Gerônimo, Rio Grande do Sul (LIMBERGER et al., 2007; GOMES et al., 2013) e os sesquiterpenos α e β -eudesmol e hinesol foram reportados somente para árvores inseridas em floresta nebulosa, acima de 1500 metros acima do nível do mar, em Itamonte, Minas Gerais (CRUZ et al., 2014). O sesquiterpeno drimenol também parece estar sendo acumulado com certa peculiaridade aparecendo como constituinte majoritário somente nos trabalhos de Zem et al. (2016) e Lago et al. (2011) com indivíduos avaliados em Colombo, Paraná e Campos do Jordão, São Paulo, respectivamente.

Tabela 1. Composição química do óleo essencial das folhas de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers) coletadas em Curitiba, Santa Catarina, Brasil.

	Substância	Classe	TR (min)	IK _{exp}	IK _{teórico}	Porcentagem (%)
1	α -tujeno	MH	3,751	933	930	0,25
2	α -pineno	MH	3,854	942	939	8,22
3	Canfeno	MH	4,047	958	954	0,13
4	Sabineno	MH	4,323	980	975	3,77
5	β -pineno	MH	4,390	985	979	10,03
6	Mircene	MH	4,486	993	991	1,02
7	Acetato de 3-E-hexenila	Éster	4,666	1007	1002	0,32
8	NI	-	4,711	1010	-	0,16
9	α -terpineno	MH	4,870	1023	1017	2,10
10	o-Cimeno	MH	4,972	1031	1026	0,25
11	Limoneno	MH	5,034	1036	1029	31,35
12	1,8-cineol	MO	5,088	1040	1031	1,38
13	γ -terpineno	MH	5,429	1065	1060	3,36
14	Terpinoleno	MH	5,847	1094	1089	1,03
15	Terpinen-4-ol	MO	7,113	1185	1177	6,71
16	α -terpineol	MO	7,285	1197	1189	1,28
17	Eugenol	Fenilpropanóide	9,540	1365	1359	0,44
18	Metil eugenol	Fenilpropanóide	10,104	1407	1404	0,80
19	trans-muurolo-4(14)-5-dieno	SH	11,222	1496	1494	1,02
20	Biciclogermacreno	SH	11,414	1512	1500	12,88
21	δ -cadineno	SH	11,691	1535	1523	0,55
22	Elemol	SO	12,001	1561	1550	1,04
23	β -copaen-4-alfa-ol	SO	12,398	1594	1591	1,76
24	Guaiol	SO	12,484	1601	1601	1,67
25	NI	-	12,585	1610	-	1,87
26	γ -eudesmol	SO	13,012	1648	1632	2,46
27	7-epi- α -eudesmol	SO	13,272	1671	1664	2,65
28	Kaureno	DH	17,378	2073	2043	1,50

NI = Não identificado; IK_{exp} = índice de retenção de Kovats experimental; IK_{teórico} = índice de retenção de Kovats Teórico; MH = monoterpeno hidrocarboneto; MO = monoterpeno oxigenado; SH = sesquiterpeno hidrocarboneto; SO = sesquiterpeno oxigenado; DH = diterpeno hidrocarboneto.

Diferenças importantes também são observadas quando a composição química dos óleos é avaliada quanto ao teor de monoterpenóides e sesquiterpenóides. Neste trabalho é relatado, do total de componentes, o acúmulo de 70,5% de monoterpenóides e 24,0% de sesquiterpenóides. Quantidades maiores de monoterpenóides do que sesquiterpenóides só foi observada nos trabalhos de Limberger et al. (2007) e Gomes et al. (2013) mas não alcançam os 70,5% de monoterpenóides descritos neste trabalho. Um teor significativamente maior de sesquiterpenóides foi observado em indivíduos avaliados em Colombo, Paraná e Itamonte, Minas Gerais. Outra evidência de que o metabolismo e acúmulo de componentes voláteis é sensível aos fatores edafoclimáticos é diferença observada na composição química para óleos extraídos em diferentes épocas do ano conforme relatado por Lago et al. (2011) e Limberger et al. (2007). No primeiro trabalho, observa-se uma diminuição brusca, de 17,8 para 4,1%, do teor de monoterpenóides para coletas no mês de janeiro e julho, respectivamente. No segundo trabalho é descrita uma inversão do teor total de monoterpenóides e sesquiterpenóides em amostras de dezembro e outubro, sendo que em dezembro foi observado um acúmulo maior de sesquiterpenóides. Desta forma, embora Limberger et al. (2007), sugerem que o

sesquiterpeno aromadendrano ciclocolorenona seja estabelecido como um marcador quimiossistemático da espécie, esta atribuição deve ser usada cautelosamente uma vez que o acúmulo deste componente é dependente da época do ano e das condições edafoclimáticas do habitat natural.

Este estudo reforça a importância da caracterização química dos óleos para uso pela população em um determinado local uma vez que a atividade biológica, seja em humanos, animais, microrganismos ou plantas, é uma consequência dos componentes que fazem parte do óleo. Gomes et al. (2013), avaliaram atividade citotóxica do óleo essencial das folhas de *D. brasiliensis*, rico em ciclocolorenona, contra linhagem de células T24 de tumor na bexiga e linhagem U-138 MG de glioblastoma humano. O óleo foi eficiente em reduzir a viabilidade celular de ambas a células tumorais, em ensaio *in vitro*, quando avaliados em concentrações de 250 a 500 ppm. O óleo rico em ciclocolorenona também foi avaliado quanto à sua atividade larvicida contra carrapato de gado e de cachorro apresentando efeito letal para 95-98% das larvas de ambos os carrapatos em concentração de 3,125 ppm (RIBEIRO et al., 2008). Embora os óleos ricos em ciclocolorenona apresentem potencial para o tratamento de câncer de bexiga e controlar população de

carrapatos em gado e cachorros, ele pode ter um efeito fitotóxica em ensaios com coleóptilos de trigo, e ainda com indesejado para uso no controle de fitopatógenos. Jacyno et al. (1991) descreveram que a ciclocoloronona isolada foi milho, feijão e fumo.

Tabela 2. Comparação de resultados para componentes majoritários do óleo essencial das folhas de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers) coletadas em diferentes locais no Brasil.

Substância	Local de coleta							
	Colombo PR	Colombo PR	Itamonte MG	São Gerônimo/RS	Campos do Jordão/ SP	Campos do Jordão/ SP	São Francisco de Paula/ RS	São Francisco de Paula/ RS
	Porcentagem (%)* dos componentes majoritários**							
β-eudesmol	0,87	ND	26,16	ND	ND	ND	ND	ND
hinesol	ND	ND	21,42	ND	ND	ND	ND	ND
α-eudesmol	ND	ND	19,17	ND	ND	ND	ND	ND
α-pineno	17,73	1,5	8,39	3,2	1,3	ND	3,1	7,0
elemol	0,67	ND	6,72	ND	ND	ND	ND	ND
safrol	1,48	1,1	1,87	1,4	ND	ND	2,0	2,4
ciclocoloronona	3,54	ND	ND	18,2	ND	ND	32,3	17,0
terpinen-4-ol	5,47	1,5	1,92	8,7	1,90	2,51	1,9	8,1
α-gurjuneno	0,34	ND	ND	6,9	ND	1,8	8,0	6,6
mircenol	2,15	0,3	0,47	6,5	ND	1,1	5,8	9,2
biciclogermacreno	8,15	5,3	1,69	6,5	6,2	5,3	12,3	9,6
τ-Muurolol	ND	ND	ND	0,9	7,93	ND	ND	ND
α-Cedreno	ND	ND	ND	ND	7,3	0,61	ND	ND
Drimenol	0,02	9,3	ND	0,8	10,3	ND	0,4	0,4
Rimueno	ND	ND	ND	ND	6,0	ND	ND	ND
γ-Curcumene	ND	ND	0,35	ND	ND	7,7	ND	ND
b-pineno	7,65	2,2	1,96	3,3	0,9	5,3	3,2	5,6
Germacreno-D	0,18	8,9	ND	0,4	3,8	8,5	0,6	0,2
α-Cadineno	ND	ND	ND	ND	1,5	6,1	ND	ND
Epi-a-cadinol	ND	5,1	ND	ND	ND	ND	ND	ND
a-cadinol	0,60	6,0	ND	ND	5,7	ND	ND	ND
Sabineno	7,82	1,0	0,53	3,6	ND	2,9	6,9	6,0
Limonenol	13,46	ND	0,56	0,6	ND	2,6	8,4	5,2
Monoterpenoides	63,93	12	15,96	42,6	17,8	4,1	34,8	53,9
Sesquiterpenoides	26,66	65,0	77,61	41,4	47	55	60,6	41,1
Fenilpropanoides	4,53	1,1	2,02	7,9	ND	1,12	3,6	4,6
Material vegetal	Folhas frescas	Folhas frescas	Folhas frescas	Folhas frescas	Folhas frescas	Folhas frescas	Folhas frescas	Folhas frescas
Período/ano de coleta	Verão/2016	Outono/2012	Jan/2013	NI	Dez/2008	Jul/2008	Dez/2001	Out/2003
Fonte	Maggioni et al. (2018)	Zem et al. (2016)	Cruz et al. (2014)	Gomes et al. (2013)	Lago et al. (2011)	Lago et al. (2011)	Limberger et al. (2007)	Limberger et al. (2007)

*As porcentagens foram inseridas respeitando o número de algarismos significativos relatados pelos autores. ND = Não detectado. NI = Não informado. **Os cinco componentes majoritários do óleo essencial para cada local de coleta são mostrados em negrito.

Para o teste de avaliação da inibição do crescimento micelial do fungo, a partir da AACCM, observou-se que o uso da dose de 100 ppm do óleo essencial inibiu em 24% o crescimento do fungo (Figura 1). Para a dose de 250 ppm, a inibição do crescimento do fungo foi de 42 % e para a dose de 500 ppm de óleo essencial das folhas da cataia, houve inibição de 55% em relação à testemunha. Todos os tratamentos foram diferentes estatisticamente e a diminuição do crescimento do fungo foi dependente da dose.

Em relação ao IVCM, o comportamento do tratamento com aplicação do óleo essencial foi similar ao observado no AACCM, pois, na medida em que se aumentou a dose do óleo essencial, a velocidade do crescimento micelial do patógeno diminuiu. Na maior dose (500 ppm) observou-se uma diferença de 0,023 cm/h em relação a testemunha (Figura 2).

Para o óleo essencial de *D. brasiliensis*, não há relato sobre a avaliação dos efeitos sobre fungos fitopatogênicos de importância agrônômica. No entanto, Silva et al. (2020), relataram que o limonenol, componente majoritário do óleo

essencial de das folhas de *D. brasiliensis* proveniente do município de Curitiba, SC, também é o componente majoritário do óleo extraído das folhas de espécies de *Eucalyptus*. Estes autores afirmam que as espécies com grande concentração de limonenol no óleo essencial das folhas apresentam resistência ao fungo fitopatogênico *Austropuccinia psidii*, responsável pela ferrugem do eucalipto. Limonenol também foi descrito, junto com outros componentes, por Wilson et al. (1997) como inibidor de crescimento do fungo *Botrytis cinerea*, o qual pode causar danos em diferentes culturas de importância na agricultura. Além disso, foi observado inibição de crescimento por Santos et al. (2010) para os fungos *Alternaria* spp., *Botrytis* spp., *Colletotrichum* spp. e *Fusarium* spp. e por Tomazoni et al. (2017) no controle de *Alternaria solani*, utilizando os óleos essenciais das folhas de *Schinus molle* e *S. terebinthifolius*, os quais apresentam o α-pineno (25,33 e 27,85%, respectivamente) e β-pineno (24,05 e 8,37%, respectivamente) como constituintes majoritários. Estudos

como esses corroboram com os resultados encontrados no presente estudo, pois, confirma a eficácia dos compostos majoritários encontrados no óleo essencial das folhas de *D. brasiliensis* no controle de fungos fitopatogênicos.

Figura 1. Porcentagem de inibição do crescimento micelial a partir da AACCM do fungo *Alternaria porri* tratados com óleo essencial de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers) nas doses de 0, 100, 250 e 500 ppm.

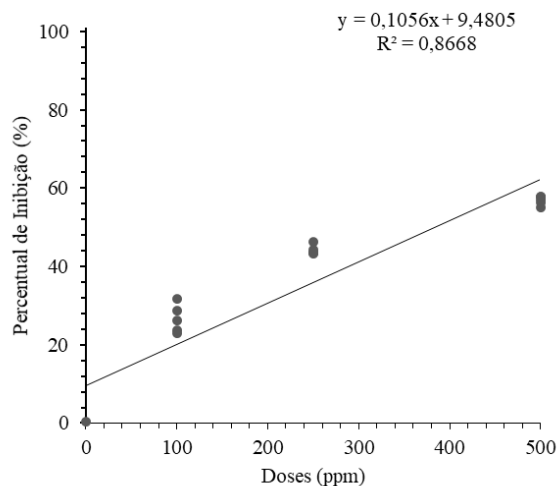
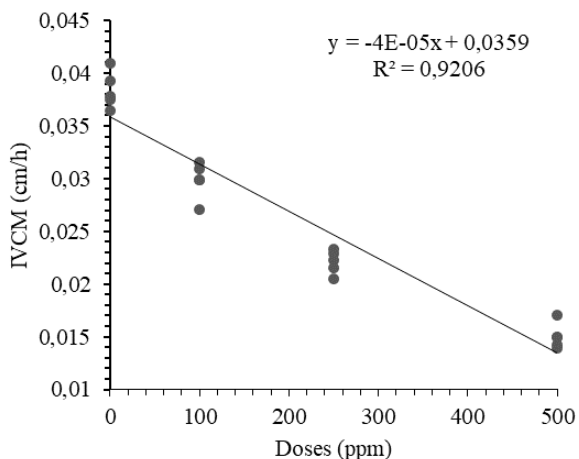


Figura 2. Índice de Velocidade de Crescimento Micelial (IVCM) (cm / h) do fungo *Alternaria porri* tratados com óleo essencial de cataia (*Drimys brasiliensis* Miers) nas doses de 0, 100, 250 e 500 ppm.



Além disso, o limoneno também foi avaliado por Feng et al. (2020) na forma de nanoemulsões (D-limonene (10%), emulsificante EL-40 (6%) e água deionizada (84%). As nanoemulsões obtidas contendo limoneno apresentaram atividade fungicida contra diferentes patógenos agrícolas, sendo mais eficiente do que o limoneno livre. Estudos como este, somados aos de caracterização dos componentes químicos e dos efeitos biológicos reforçam o potencial dos óleos essenciais para uso alternativo buscando o controle de doenças fúngicas em campos agrícolas.

CONCLUSÃO

O óleo essencial das folhas de *D. brasiliensis* é um produto promissor para ser usado no controle alternativo de

doenças em culturas que sofrem danos pelo ataque de *A. porri*.

AGRADECIMENTOS

As atividades descritas neste trabalho foram apoiadas pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC - 2017TR1704), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

REFERÊNCIAS

ADAMS, R. P. Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry. 4ed. Carol Stream: Allured Publishing Corporation, 2007, 800 p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, 22(6):711-728, 2013. [10.1127/0941-2948/2013/0507](https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507)

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. Manual de Fitopatologia. Volume 2-Doenças de plantas cultivadas. 5 ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2016, 810 p.

BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. Controle biológico de plantas no Brasil. Métodos alternativos de controle fitossanitário. 1 ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2009, p. 1-9.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Introduction to plant disease epidemiology. 1ed. New York: Wiley-Interscience, 1990, 532 p.

CARDOSO, E. R.; ASSIS, L. C.; NAHAS, E. Nutrition and growth of the nematophagous fungus *Arthrobotrys oligospora*. Summa Phytopathologica, 35(4):267-272, 2009. [10.1590/S0100-54052009000400003](https://doi.org/10.1590/S0100-54052009000400003)

CRUZ, B. P. da; de CASTRO, E. M.; CARDOSO, M. das; SOUZA, F. S.; MACHADO, S. M. F.; POMPEU, P. V.; FONTES, M. A. L. Comparison of leaf anatomy and essential oils from *Drimys brasiliensis* Miers in a montane cloud forest in Itamonte, MG, Brazil. Botanical Studies 55(41):1-14, 2014. [10.1186/s40529-014-0041-y](https://doi.org/10.1186/s40529-014-0041-y)

FENG, J.; WANG, R.; CHEN, Z.; ZHANG.; YUAN, S.; CAO, S. H.; JAFARI, S. M.; YANG, W. Formulation optimization of D-limonene-loaded nanoemulsions as a natural and efficient biopesticide. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 596:124746, 2020. [10.1016/j.colsurfa.2020.124746](https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2020.124746)

GOMES, M. R. F.; SCHU, R. S.; JACQUES, A. L. B.; AUGUSTIN, O. A.; BORDIGNON, S. A. L.; DIAS, D. O.; KELMANN, R. G.; KOESTER, L. S.; GEHRING, M. P.; MORRONE, F. B.; CAMPOS, M. M.; LIMBERGER, R. P. Citotoxic activity evaluation of essential oils and nanoemulsions of *Drimys angustifolia* and *D. brasiliensis* on human glioblastoma (U-138 MG) and human bladder

- carcinoma (T24) cell lines in vitro. Brazilian Journal of Pharmacognosy, 23(2):259-267, 2013. [10.1590/S0102-695X2012005000136](https://doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000136)
- JACYNO, J. M.; MONTEMURRO, N.; BATES, A. D.; CUTLER, H. G. Phytotoxic and Antimicrobial Properties of Cyclocolorone from *Magnolia grandiflora* L. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 39(6):1166-11681, 1991. [10.1021/jf00006a036](https://doi.org/10.1021/jf00006a036)
- LAGO, J. H. G.; CARVALHO, L. A. C.; FERREIRA, M. J. P.; ROMOFF, P.; ZANIN, J. L. B.; SOARES, M. G.; FAVERO, O. A. Intraspecific Variation in the Essential Oils from *Drimys brasiliensis* Leaves and Stem Barks. Natural Product Communications. 6(11):243-245, 2011. [10.1177/1934578X1100600222](https://doi.org/10.1177/1934578X1100600222)
- LIMBERGER, R. P.; SCOPEL, M.; SOBRAL, M.; HEMRIQUES, A. T. Comparative analysis of volatiles from *Drimys brasiliensis* Miers and *D. angustifolia* Miers (Winteraceae) from Southern Brazil. Biochemical Systematics and Ecology, 35:130-137, 2007. [10.1016/j.bse.2006.09.007](https://doi.org/10.1016/j.bse.2006.09.007)
- MAGGIONI, R. A.; ROMANINI NETTO, E. R.; RADOMSKI, M. I.; OLIVEIRA, E. B.; DESCHAMPS, C.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Produção de óleo essencial de folhas e cascas de *Drimys brasiliensis* Miers (casca-d'anta). Revista Cubana de Plantas Medicinales, 23(4):SP, 2018.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2(2):176-77, 1962. [10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x](https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x)
- MARIOT, A.; BITTENCOURT, R.; MANTOVANI, A.; REIS, M. S. *Drimys brasiliensis*. Casca-de anta. In: CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. (Eds.). Espécies nativas da Flora Brasileira de valor econômico atual e potencial: plantas para o futuro: Região Sul. Ministério do Meio Ambiente, 2011, p.601-607. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade/fauna-e-flora/Regiao_Sul.pdf>. Acesso em: 22 junho de 2021.
- MARIOT, A.; MANTOVANI, A.; BITTENCOURT, R.; REIS, M. S.; Aspectos da biologia reprodutiva de *Drimys brasiliensis* Miers (Winteraceae) em floresta ombrofila mista, Sul do Brasil. Ciência Florestal, 24(4): 875-886, 2014. [10.1590/1980-509820142404008](https://doi.org/10.1590/1980-509820142404008).
- MASSOLA, N. S.; JESUS JR, W. C.; KRUSE-SAKATE, R.; PAVAN, M. A.; FRACE, V. C.; MITUTI, T. 2016. Doenças do Alho e da Cebola. In: Amorim, L. Rezende, J.A.M., Camargo, L.E.A. (Eds). Manual de Fitopatologia vol.2 Doenças das Plantas Cultivadas. 5.ed. Ouro Fino- MG: Agrônômica Ceres, 2016. p.63-73.
- MOUMNI, M.; ROMANAZZI, G.; NAJAR, B.; PISTELLI, L.; AMARA, H. B.; MEZRIQUI, K.; KAROUS, O.; CHAIEB, I.; ALLAGUI, M. B. Antifungal activity and chemical composition of seven essential oils to control the main seedborne fungi of cucurbits. Antibiotics (Basel), 10(2):104, 2021. [10.3390/antibiotics10020104](https://doi.org/10.3390/antibiotics10020104).
- OLIVEIRA, J. A. Efeito do tratamento fungicida em sementes e no controle de tombamento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) e pimentão (*Capsicum annuum* L.). Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1991, 111 p. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/33483>>. Acesso em: 24 junho de 2021.
- PANSERA, M. R.; VICENÇO, C. B.; PRANCUTTI, A.; SARTORI, V. M.; RIBEIRO, R. T. S. Controle alternativo do fungo *Sclerotinia sclerotiorum* (LIB.) De Bary causador da podridão de sclerotinia, com óleos essenciais e extratos vegetais. Revista Brasileira de Agroecologia, 3(7):126-133, 2012.
- PEREIRA, R. B.; PINHEIRO, J. B.; GILVAINE, L. C. Lesão Púrpura. Cultivar: hortaliças e frutas. 83: 21-23, 2013. Disponível em: <https://issuu.com/grupocultivar/docs/hf_83> Acesso em: 22 junho de 2021.
- RADOMSKI, M. I.; WEISER, A. H.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; FONSECA, K. R.; CARPANEZZI, A. A. Cataia (*Drimys brasiliensis* Miers). Colombo: Embrapa Florestas, 2013. (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958; 246). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/97442/1/Doc-246-Izabel-Cataia.pdf>>. Acesso em: 22 de junho de 2021.
- RIBEIRO, V. L. S.; ROLIM, V.; BORDIGNON, S.; HENRIQUES, A. T.; DORNELES, G. G.; LIMBERGER, R. P.; POSER, G. V. Chemical composition and larvicidal properties of the essential oils from *Drimys brasiliensis* Miers (Winteraceae) on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* and the brown dog tick *Rhipicephalus sanguineus*. Parasitology Research, 102:532-535, 2008. [10.1007/s00436-007-0799-x](https://doi.org/10.1007/s00436-007-0799-x)
- SANTOS, A. C. A. dos.; ROSSATO, M.; SERAFINI, L. A.; BUENO, M.; CRIPPA, L. B.; SARTORI, V. C.; DELLACASSA, E.; MOYNA, P. Efeito fungicida dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Farmacognosia, 2(20):154-159, 2010. [10.1590/S0102-695X2010000200003](https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000200003)
- SILVA, R. R.; da SILVA, A. C.; RODELLA, R. A.; MARQUES, M. O. M.; ZANUNCIO, A. J. V.; SOARES, M. A.; SERRÃO, J. E.; ZANUNCIO, J. C.; FURTADO, E. L. Limonene, a Chemical Compound Related to the Resistance of Eucalyptus Species to *Austropuccinia psidii*. Plant Disease, 104 (2):414-422, 2020. [10.1094/PDIS-05-19-1002-RE](https://doi.org/10.1094/PDIS-05-19-1002-RE)
- SOLDI, C. Avaliação preliminar da qualidade/produtividade do óleo essencial de *Lavanda* sp. cultivada na região do Alto Vale do Itajaí. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005, 39p. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/105273>>.

Acesso em: 22 junho de 2021.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias Fanerogams nativas e exóticas no Brasil, baseado em APGII. 2. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008, 76 p.

TAPWAL, A.; GARG, S.; GAUTAM, N.; KUMAR, R. Potência antifúngica in vitro de extratos vegetais contra cinco fitopatógenos. *Brazilian Archives of Biology and Technology*. 54(6):1093-1098, 2011. [10.1590/S1516-89132011000600003](https://doi.org/10.1590/S1516-89132011000600003)

TOMAZONI, E. Z.; RIBEIRO, R. T. S. da; SCHWAMBACH, J. Potencial fungitóxico dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi contra fungos patogênicos do tomateiro. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2(12):1-7, 2017.

WILSON, C. L.; SOLAR, I. M.; EL GHAOUTH, A.; WISNIEWSKI, M. E. Rapid Evaluation of Plant Extracts and Essential Oils for Antifungal Activity Against *Botrytis cinerea*. *Plant Disease*, 81(2):204-210, 1997. [10.1094/PDIS.1997.81.2.204](https://doi.org/10.1094/PDIS.1997.81.2.204).

ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. de; RODRIGUES, F. A. O essencial da fitopatologia: Controle de doenças de plantas. 1 ed. Viçosa: UFV, 2014, 576 p.