

Potencial fungitóxico dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi contra fungos patogênicos do tomateiro.

Fungitoxic potential of essential oils of *Schinus molle* L. and *Schinus terebinthifolius* Raddi against pathogenic fungi of tomato.

TOMAZONI, E. Z.¹; RIBEIRO, R. T. S.²; SCHWAMBACH, J.¹

¹Instituto de Biotecnologia, Universidade de Caxias do Sul, Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Petrópolis, 95070-560, Caxias do Sul, RS, Brasil; elisaztomaz@gmail.com; jschwambach@ucs.br; ²Professora Aposentada, Instituto de Biotecnologia, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS, Brasil; rute.bio@gmail.com.

RESUMO: Produtos naturais vêm sendo utilizados como métodos ecológicos, seguros e de baixo impacto ambiental contra fitopatógenos. Dentre estes, os óleos essenciais têm apresentado ação antimicrobiana comprovada, permitindo seu uso no controle de patógenos. Neste estudo, os óleos essenciais de frutos e folhas de *Schinus molle* e *Schinus terebinthifolius* foram testados contra os fitopatógenos *Alternaria solani*, *Septoria lycopersici* e *Stemphylium solani*, causadores de doenças foliares no tomateiro, responsáveis por grandes perdas econômicas na produção. A ação antifúngica dos óleos essenciais foi testada *in vitro* nas concentrações que variaram de 2,5 a 20,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$. Com a exceção do óleo essencial do fruto de *S. terebinthifolius* os demais óleos essenciais inibiram os fungos fitopatogênicos testados, variando na concentração de óleo e na espécie fúngica alvo. O óleo essencial das folhas de *S. molle*, caracterizado pela presença de α -pineno, foi o óleo mais eficaz, demonstrando inibições entre 59,46% e 66,13%, na concentração 20,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum*, manejo ecológico, doenças foliares, fitopatógenos.

ABSTRACT: Natural products have been in focus as ecological and safe materials against phytopathogens, which present also low environmental impact. Among these, essential oils have presented antimicrobial action proved, enabling their use in pathogen control. In this study, essential oils of leaves and fruits of *Schinus molle* and *Schinus terebinthifolius* were tested against the phytopathogens *Alternaria solani*, *Septoria lycopersici* and *Stemphylium solani*, which causes foliar diseases on tomatoes and are responsible for great economic losses regarding production. The antifungal action of essential oils was tested *in vitro* with concentrations ranging from 2.5 to 20.0 $\mu\text{L mL}^{-1}$. With the exception of essential oil of *S. terebinthifolius* fruits for *A. solani*, all others oils inhibited the growth of phytopathogenic fungi tested, varying in concentration and target species. Essential oil of *S. molle* leaf, characterized by the presence of α -pinene, is the most effective inhibitor, showing inhibition between 59.46% and 66.13% at 20.0 $\mu\text{L mL}^{-1}$ concentration.

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum*, ecological management, leaf spot, phytopathogens.

Introdução

A cultura do tomate (*Solanum lycopersicum*) é encontrada em todo o mundo, sendo uma das mais importantes e com grande papel na economia mundial. Porém, sua produção é afetada por muitas doenças, o que limita seu potencial produtivo e a qualidade dos frutos (FILGUEIRA, 2008). Algumas das doenças mais frequentes e destrutivas dessa cultura são as doenças fúngicas pinta preta, causada por *Alternaria solani*, mancha de septoria, causada por *Septoria lycopersici*, e mancha de stemphylium, causada por *Stemphylium solani*. Estes fitopatógenos levam a grandes perdas de rendimento na produção (KUROZAWA e PAVAN, 2005).

Em sistemas convencionais de produção, a principal maneira de controlar e reduzir essas doenças é através da aplicação de fungicidas sintéticos na parte aérea das plantas (CASTRO et al., 2008). Porém, o uso dessas substâncias leva ao aumento no custo da produção e o desenvolvimento de linhagens de patógenos resistentes, além de demonstrarem riscos toxicológicos tanto ao meio ambiente, quanto à saúde humana. O aumento nas implicações sociais e econômicas provocado por doenças fúngicas resulta num esforço constante em produzir alimentos mais seguros e desenvolver novos agentes antifúngicos (FENG e ZHENG, 2007). Desta maneira, estratégias alternativas necessitam ser desenvolvidas no controle das doenças fúngicas em tomateiro para a redução da dependência aos agroquímicos e diminuir as perdas produtivas (SILVA et al., 2004; KISHORE e PANDE, 2007; DERBALAH et al., 2011).

Os óleos essenciais são compostos naturais complexos e voláteis, produzidos pelo metabolismo secundário das plantas. Apresentam papel importante no mecanismo de defesa das plantas contra patógenos e pragas, possuindo propriedades antifúngicas, antibacterianas e inseticidas. (BAKKALI et al., 2008). Esses compostos naturais são menos nocivos à saúde humana quando comparados aos produtos sintéticos, e menos tóxicos ao ambiente, devido a volatilização de seus compostos (SATISH et al., 2007). A sua composição complexa pode conter dois ou mais compostos majoritários em concentrações razoavelmente elevadas, os quais podem determinar a atividade biológica dos óleos essenciais. A ação antimicrobiana ocorre devido a presença de terpenoides e compostos fenólicos que proporcionam uma natureza lipofílica. Estes compostos interagem com a membrana microbiana e rompem a barreira de permeabilidade, levando ao vazamento do conteúdo celular e prejudicando a produção de energia (BAKKALI et al.,

2008; TIAN et al., 2012). Deste modo, os óleos essenciais estão ganhando cada vez mais interesse, por serem mais seguros, com baixos impactos ambientais e mínimo perigo aos seres humanos, e pela sua grande aceitação pelos consumidores (FENG e ZHENG, 2007). Além disso, há possibilidades mínimas de desenvolvimento de linhagens de microrganismos resistentes após sua aplicação, devido ao seu modo de ação que afeta múltiplos alvos ao mesmo tempo (BAKKALI et al., 2008). Portanto, os óleos essenciais possuem grandes vantagens dentre os compostos naturais para o desenvolvimento de produtos novos e seguros para o controle de doenças de plantas. Óleos essenciais do gênero *Schinus* demonstraram atividade antimicrobiana previamente relatada (DIKSHIT et al., 1986; SANTOS et al., 2010; ROCHA et al., 2012; MARTINS et al., 2014).

Este estudo foi realizado para avaliar o efeito inibitório dos óleos essenciais extraídos das folhas e frutos de aroeira-salsa ou *Schinus molle* e aroeira-vermelha ou *Schinus terebinthifolius* contra os fitopatógenos de tomateiro *Alternaria solani*, *Septoria lycopersici* e *Stemphylium solani*, em condições *in vitro*.

Material e Métodos

Material vegetal - as folhas e frutos de *Schinus molle* e *Schinus terebinthifolius* foram coletadas de plantas localizadas no Instituto de Biotecnologia, Universidade de Caxias do Sul, na cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. Plantas dos acessos foram catalogadas e registradas no Herbário da Universidade de Caxias do Sul (HUCS), por: HUCS40733 e HUCS44532, respectivamente.

Extração dos óleos essenciais e identificação química - os óleos essenciais foram extraídos através do método de hidrodestilação em aparelho Clevenger, utilizando as folhas secas e frutos das plantas por 1h, de acordo com Agostini et al. (2009). Para identificação química, foi realizada análise por GC/MS em Cromatografia Gasosa (Hewlett Packard 6890 Series) acoplado a um detector seletivo de massas Hewlett Packard 6890/MSD5973, equipado com software HP Chemstation e banco de dados Wiley 275, utilizados para a análise. A análise foi conduzida utilizando uma coluna capilar de sílica fundida HP-Innowax (30 m × 0,25 mm i.d., 0,25 µm espessura de filme; Hewlett Packard, Palo Alto, EUA) com as seguintes condições: temperatura da coluna, 40 °C (8 min) para 180 °C a 3 °C/min, 180 - 230 °C a 20 °C/min, 230 °C (20 min); interface 280 °C; razão de

separação 1:100; gás de arraste He (56 KPa); razão de fluxo 1.0 mL/min; energia de ionização 70 eV; intervalo de massa 40 - 350. O volume injetado foi 0,4 µL (diluído em hexano 1:10). A cromatografia em fase gasosa analítica foi realizada em um cromatógrafo gasoso Hewlett Packard 6890 com detector de ionização de chamas (FID) equipado com processador de dados HP Chemstation. Uma coluna capilar de fase ligada HP-Innowax (30 m × 0,32 mm i.d., 0,50 µm espessura de filme, Hewlett Packard, Palo Alto, EUA) foi utilizada com as seguintes condições: temperatura da coluna, 40 °C (8 min) para 180 °C a 3 °C/min, 180 - 230 °C a 20 °C/min, 230 °C (20 min); temperatura de injetor 250 °C, temperatura do detector 250 °C; razão de separação 1:50; gás de arraste H₂ (34 KPa). O volume de injeção foi 1 µL (diluído em hexano 1:10). A identificação dos componentes individuais foi baseada na comparação de seus tempos de retenção (T.R.) na coluna polar, comparado ao espectro da massa dos componentes por GC-MS. Os compostos foram identificados pela combinação do espectro da massa da biblioteca Wiley e pela comparação com os dados da literatura (ADAMS, 1995).

Isolados fúngicos - Os isolados fúngicos utilizados neste trabalho foram: *Alternaria solani* A003/09, *Septoria lycopersici* 009/10 e *Stemphylium solani* A73/10. Os fungos foram isolados de tomateiros, *A. solani* e *S. lycopersici* obtidos da cidade de Veranópolis, e *S. solani* proveniente da cidade de Caxias do Sul, ambas pertencentes ao estado Rio Grande do Sul, Brasil. Os isolados foram preservados na micoteca do Laboratório de Fitopatologia, Universidade de Caxias do Sul, em meio Batata-Dextrose-Agar (BDA).

Atividade antifúngica dos óleos essenciais sobre o crescimento micelial em condições *in vitro* - o desenvolvimento dos micro-organismos e a sua inibição foram avaliados em diferentes concentrações de óleo essencial utilizando meio BDA de acordo com Feng e Zheng (2007), com algumas modificações. As concentrações de óleo essencial adotadas foram 2,5; 3,0; 5,0; 10,0 e 20,0 µL mL⁻¹, com a adição de Tween 20 (1:1), diluídos em meio BDA autoclavado e em temperatura fundente (40 °C), em condições assépticas. A mistura foi transferida para placas de Petri de 90 mm de diâmetro (20 mL por placa). Um disco micelial de 8 mm de diâmetro foi retirado da cultura do fungo crescida em meio BDA com sete dias de idade e colocado no centro de cada placa de Petri. O controle recebeu a mesma quantidade de Tween 20 misturado ao BDA. A

incubação foi realizada à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h, durante 14 dias. O diâmetro do crescimento micelial dos fungos foi avaliado ao 3°, 7° e 14° dias. Os valores das médias de crescimento foram convertidos em porcentagem de inibição através da fórmula: Porcentagem de Inibição = [(dc - dt) / dc] × 100, onde dc (mm) e dt (mm) representam a média do diâmetro da colônia fúngica dos grupos controle e tratamento, respectivamente.

Análise estatística - o delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 24 tratamentos por fungo avaliado e dez repetições por tratamento. Os dados que seguiram o pressuposto de normalidade foram submetidos à análise de variância (ANOVA), comparando as médias pelo teste Tukey (p ≤ 0.05). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software IBM SPSS v.22.0.

Resultados e Discussões

Composição química dos óleos essenciais - Os óleos essenciais extraídos das folhas secas de *S. molle* e *S. terebinthifolius* apresentaram rendimentos de 1,02% e 0,45% (mL 100 g⁻¹ de folhas secas), respectivamente. Já os óleos extraídos dos frutos de *S. molle* e *S. terebinthifolius* obtiveram rendimento de 0,66% e 3,47% (mL 100 g⁻¹ de material vegetal), respectivamente. A composição química dos óleos essenciais determinada pela análise por GC/MS confirma a presença de compostos marcadores já reportados anteriormente para *S. molle* e *S. terebinthifolius* (BAKKALI et al., 2008; SANTOS et al., 2010; GOMES et al., 2013) exceto mudanças quantitativas. Os óleos extraídos das folhas de *S. molle* e *S. terebinthifolius* foram caracterizados por apresentarem α-pineno (25,33% e 27,85%, respectivamente) como composto majoritário, e β-pineno (24,05% e 8,37%), os quais são compostos monoterpênicos hidrocarbonetos bicíclicos, seguidos de espatulenol (11,21% e 9,09%). Já óleos provenientes dos frutos de *S. molle* e *S. terebinthifolius* apresentaram como composto dominante β-pineno (28,48% e 18,51%), seguido de α-pineno (23,31% e 14,42%) e limoneno (15,79%) para *S. molle*, e Δ-cadineno (5,91%) para *S. terebinthifolius* (Tabela 1).

Atividade antifúngica dos óleos essenciais - todos os óleos essenciais testados apresentaram efeito inibitório significativo, com exceção do óleo essencial do fruto de *S. terebinthifolius*, o qual não inibiu o isolado de *A. solani*. Na concentração de 20,0 µL mL⁻¹, os óleos demonstraram o maior efeito inibitório sobre o

Tabela 1. Principais compostos químicos e quantificação dos óleos essenciais de *Schinus* determinados pela análise por GC/MS.

Compostos	Concentrações (%)				
	*TR (min)	<i>S. molle</i> (folha)	<i>S. molle</i> (fruto)	<i>S. terebinthifolius</i> (folha)	<i>S. terebinthifolius</i> (fruto)
Monoterpenos Hidrocarbonados		59,83	78,96	38,93	39,29
α -pineno	6,80	25,33	23,31	27,85	14,42
canfeno	9,61	-	0,53	-	0,44
β -pineno	11,06	24,05	28,48	8,37	18,51
β -hijeno	13,18	-	-	1,26	-
β -felandreno	13,65	2,25	1,54	-	1,15
mureno	15,26	-	9,31	-	-
α -felandreno	15,71	-	-	-	1,05
β -mureno	15,92	-	-	-	1,68
limoneno	16,72	8,20	15,79	0,97	0,77
ρ -cimeno	21,68	-	-	0,48	0,65
Δ -terpineno	31,45	-	-	-	0,62
Monoterpenos Oxigenados		7,97	2,81	0,91	2,53
3-tujen-2-ol	36,06	0,62	-	-	-
pinocarvona	35,51	0,79	0,44	-	-
acetato de bomila	36,88	-	-	-	2,11
nintenal	38,11	1,04	0,92	0,91	0,42
isopinocarveol	39,22	1,99	-	-	-
trans-pinocarveol	39,23	-	0,92	-	-
trans-tujenol	40,25	1,25	-	-	-
verbenona	41,54	0,57	-	-	-
carvona	42,57	0,59	-	-	-
nintenol	44,75	1,12	0,53	-	-
Sesquiterpenos Hidrocarbonados		3,97	6,84	29,88	22,78
α -cubebano	31,61	-	0,45	0,32	-
copaeno	33,03	-	-	7,70	0,37
cariofileno	36,34	0,66	2,19	-	-
β -cariofileno	37,13	-	-	5,47	4,11
allosarcosadendreno	38,63	-	-	0,44	0,64
α -cariofileno	40,22	-	-	1,12	0,55
β -cubebano	41,10	-	2,45	-	-
gemacreno D	41,87	-	-	1,77	5,41
γ -muroloeno	42,07	-	-	-	2,33
biciclogemacreno	42,86	-	-	6,87	2,52
calareno	43,91	-	-	1,81	-
cis-calameneno	46,78	-	-	-	0,68
Δ -cadineno	47,22	-	-	-	5,91
γ -cadineno	48,61	0,86	0,96	2,06	-
α -selineno	48,72	-	-	0,91	-
α -calacoreno	50,05	-	-	-	0,26
epi-bicicloesquifelandreno	51,90	2,45	0,79	-	-
γ -selineno	55,57	-	-	1,17	-
patchoulano	60,51	-	-	0,24	-
Sesquiterpenos Oxigenados		17,46	3,38	14,65	11,05
óxido de cariofileno	52,01	6,25	2,11	4,44	1,88
neolidal	54,13	-	-	0,44	-
espatulenol	56,21	11,21	1,27	9,09	4,32
α -cadinol	58,10	-	-	0,68	4,85

*TR: Tempo de retenção obtido no cromatograma.

crescimento radial de *A. solani* (37,46% a 59,46%), *S. lycopersici* (41,06% a 60,42%) e *S. solani* (55,82% a 72,64%), no 14° dia de avaliação (Figura 1). O controle de crescimento micelial mais efetivo dos óleos essenciais foi sobre o fitopatógeno *S. solani*.

O óleo essencial das folhas de *S. molle* apresentou inibição de 59,46%, 60,42% e 66,13% para *A. solani*, *S. lycopersici* e *S. solani*, respectivamente, na concentração 20,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$ e no 14° dia de avaliação (Figura 1), com valores de IC_{50} de 6,82 a 8,92 $\mu\text{L mL}^{-1}$ (Tabela 2). O óleo essencial dos frutos de *S. molle* na concentração 20,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$ apresentou uma porcentagem de inibição semelhante em relação ao óleo das folhas para *A. solani* e *S. lycopersici*, as quais foram de 37,46% e 49,87%, respectivamente. Porém, para *S. solani* obteve-se uma inibição mais eficiente de 72,64%, na concentração 20,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$ (valores de IC_{50} 9,27 a 13,37 $\mu\text{L mL}^{-1}$) (Figura 1 e Tabela 2).

O óleo essencial do fruto de *S. terebinthifolius* não inibiu o crescimento micelial de *A. solani* e apresentou porcentagens de inibição de 50,50% e 55,82% para *S. lycopersici* e *S. solani*, respectivamente, na

concentração 20,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$, com valores de IC_{50} 10,43 a 26,01 $\mu\text{L mL}^{-1}$ (Figura 1 e Tabela 2). Porém, o óleo essencial das folhas de *S. terebinthifolius* apresentou taxas de inibição de 54,21% para *A. solani*, já para *S. lycopersici* e *S. solani* apresentou inibição de 41,06% e 57,6%, respectivamente na concentração 20,0 $\mu\text{L mL}^{-1}$, com valores de IC_{50} de 9,35 a 15,48 $\mu\text{L mL}^{-1}$.

Os compostos α -pineno e β -pineno, constituintes majoritários dos óleos de *S. molle* e *S. terebinthifolius*, também demonstraram atividade antifúngica sobre espécies de *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Rhizoctonia*, entre outros (HAMMER et al., 2003; CAKIR et al., 2004; MOREIRA et al., 2007). A ação antifúngica dos óleos vegetais ocorre devido a sua capacidade de penetrar e romper a parede celular e a membrana citoplasmática fúngicas, permeabilizando-as e, por fim rompendo a membrana mitocondrial, ocorrendo mudanças no fluxo de elétrons dentro da mitocôndria e danos nos conteúdos celulares fúngicos (AKTHAR et al., 2014).

O óleo das folhas de *S. molle* apresentou o maior efeito antifúngico (acima de 57%) contra os

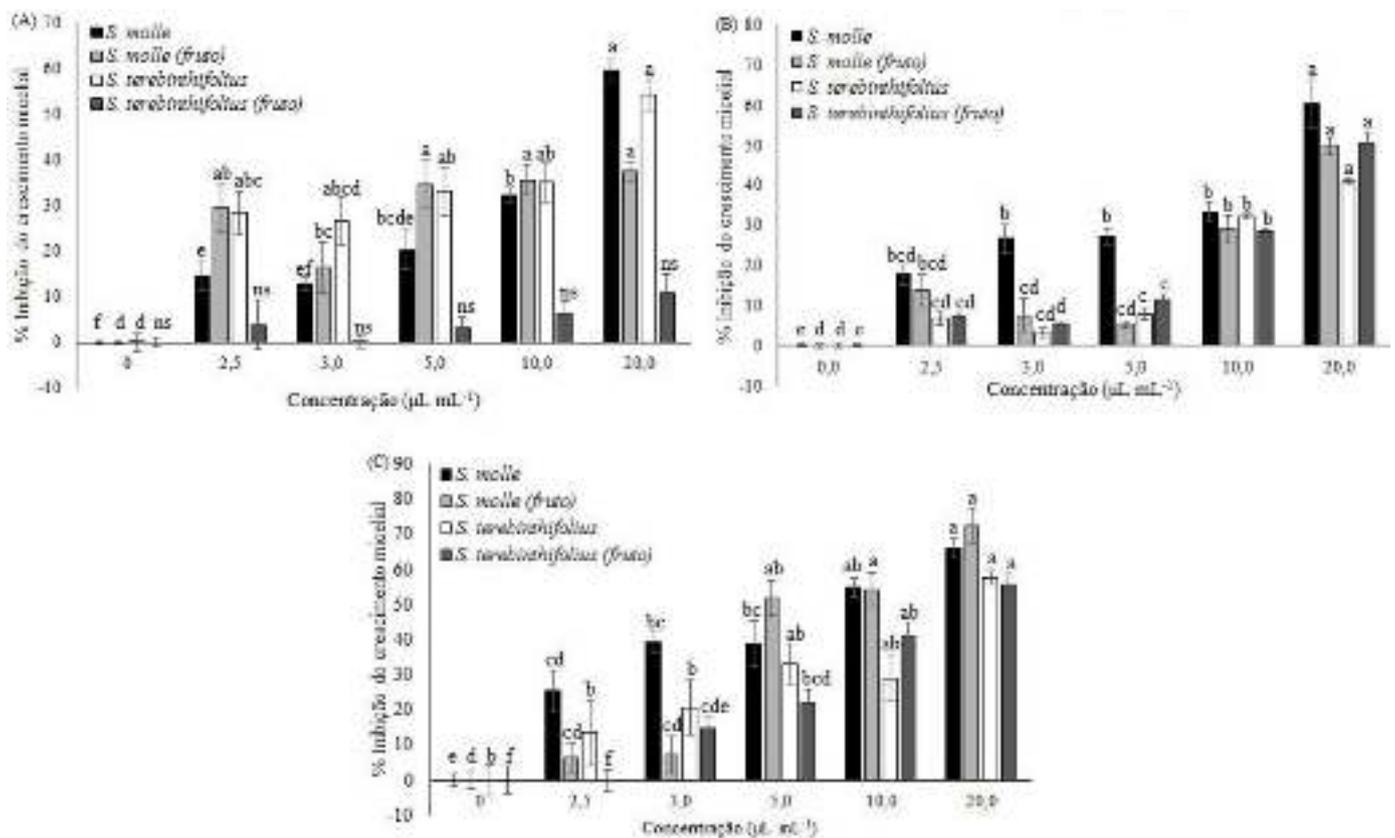


Figura 1. Efeito das diferentes concentrações de óleos essenciais sobre o crescimento micelial dos isolados fitopatogênicos em meio sólido, no 14° dia de avaliação. A) *A. solani* B) *S. lycopersici*, e C) *S. solani*. Valores são a média de dez repetições. Letras indicam a comparação entre as concentrações para cada óleo essencial. Médias seguidas de mesma letra não diferem segundo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Ns, não significativo.

Tabela 2. Comparação da atividade antifúngica entre os óleos essenciais (20,0 µL mL⁻¹).

Óleos essenciais	Crescimento micelial (mm)					
	<i>Alternaria solani</i>		<i>Septoria lycopersici</i>		<i>Stemphylium solani</i>	
	Ø (mm)	IC ₅₀	Ø (mm)	IC ₅₀	Ø (mm)	IC ₅₀
<i>S. molle</i> (folha)	36,24 ± 6,77 c	8,92	36,22 ± 18,13 b	6,82	29,56 ± 7,53 ns	7,01
<i>S. molle</i> (fruto)	55,80 ± 5,54 b	13,37	44,54 ± 5,99 a	10,34	21,14 ± 12,21 ns	9,27
<i>S. terebinthifolius</i> (folha)	39,72 ± 9,85 c	15,48	53,97 ± 2,69 a	9,35	32,04 ± 4,21 ns	12,29
<i>S. terebinthifolius</i> (fruto)	79,52 ± 11,99 a	26,01	45,22 ± 7,92 ab	10,43	31,48 ± 6,4 ns	12,68
Controle sem óleo essencial	88,60		90,79		77,85	

Valores são a média ± desvio padrão de dez repetições. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem segundo teste de Tukey ($p \leq 0.05$), na comparação entre óleos essenciais. Ns, não significativo.

fitopatógenos, quando comparado com os demais testados. Já o óleo essencial dos frutos de *S. terebinthifolius* exibiu a menor ação inibitória no crescimento de *A. solani*, com inibição de 11,54% (Tabela 2). A diferença na atividade dos óleos essenciais testados pode ser atribuída aos compostos presentes em grandes proporções, nesse caso α -pineno e β -pineno, os quais não são os únicos responsáveis pela total atividade biológica dos óleos essenciais. É possível que a atividade dos compostos majoritários seja modulada por moléculas que estão em quantidades menores. O envolvimento dos constituintes menos abundantes deve ser considerado, como espatulenol e limoneno, já conhecidos por exibirem atividade antifúngica (HAMMER et al., 2003; BOLIGON et al., 2014). Em geral, os óleos essenciais apresentam grande capacidade antifúngica devido ao efeito sinérgico de seus compostos ativos, sendo mais promissores para aplicação comercial do que compostos isolados (TIAN et al., 2012). Além disso, é possível que vários constituintes dos óleos essenciais tenham um papel importante no rompimento celular microbiano (CIMANGA et al., 2002; BAKKALI et al., 2008).

Conclusões

Todos os óleos essenciais inibiram os fungos fitopatogênicos testados, variando na concentração de óleo e na espécie fúngica alvo, com a exceção do óleo essencial do fruto de *S. terebinthifolius* sobre *A. solani*. O óleo essencial das folhas de *S. molle*, caracterizado pela presença de α -pineno, é o mais eficiente. Esses óleos essenciais apresentam potencial para sua utilização no sistema agroecológico, pois diminuem o

desenvolvimento dos fitopatógenos em condições *in vitro*, tendo a vantagem de um baixo impacto ambiental e baixo risco de desenvolvimento de linhagens de patógenos resistentes, devido a sua composição variada. São necessários estudos posteriores a campo para a comprovação do efeito inibitório *in vivo* desses óleos essenciais.

Agradecimentos

Agradecemos à técnica Dr. Fabiana Agostini pelo seu trabalho na caracterização dos óleos essenciais. O financiamento para esta pesquisa foi fornecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Referências Bibliográficas

- ADAMS, R. **Identification of essential oil by ion mass spectroscopy**. California: Academic Press Inc., 1995. 310 p.
- AGOSTINI, F. et al. Essential oil yield and composition of Lamiaceae species growing in Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.52, n.2, p.473-478, 2009.
- AKTHAR, M.S. et al. Antimicrobial activity of essential oils extracted from medicinal plants against the pathogenic microorganisms: A review. **Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research**, v.2, n.1, p.001-007, 2014.
- BAKKALI, F. et al. Biological effects of essential oils – a review. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, p.446-475, 2008.
- BOLIGON, A. et al. *Scutia buxifolia* Reissek essential oil: *in vitro* antioxidant and antimicrobial activities. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, v.86, n.3,

- p.1463-1469, 2014.
- CAKIR, A. et al. Composition and antifungal activity of essential oils isolated from *Hypericum hyssopifolium* and *Hypericum heterophyllum*. **Flavour and Fragrance Journal**, v.19, p.62-68, 2004.
- CASTRO, I.M. et al. **Aspectos funcionais e nutricionais do tomate. Uso de agrotóxicos na tomaticultura de São José de Ubá (RJ)**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2008. 28 p. (Documento 95)
- CIMANGA, K. et al. Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo. **Journal of Ethnopharmacology**, v.79, p.213-220, 2002.
- DERBALAH, A.S. et al. Efficacy and safety of some plant extracts against tomato early blight disease caused by *Alternaria solani*. **Plant Pathology Journal**, v.10, n.3, p.115-121, 2011.
- DIKSHIT, A. et al. *Schinus molle*: a new source of natural fungitoxicant. **Applied and Environmental Microbiology**, v.51, p.1085-1088, 1986.
- FENG, W.; ZHENG, X. Essential oils to control *Alternaria alternate* *in vitro* and *in vivo*. **Food Control**, v.18, p.1126-1130, 2007.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008. 421p.
- GOMES, V. et al. Variation in the essential oils composition in Brazilian populations of *Schinus molle* L. (Anacardiaceae). **Biochemical Systematics and Ecology**, v.48, p.222-227, 2013.
- HAMMER, K.A. et al. Antifungal activity of the components of *Malaleuca alternifolia* (tea tree) oil. **Journal of Applied Microbiology**, v.95, p.853-860, 2003.
- KISHORE, G.K.; PANDE, S. Evaluation of essential oils and their components for broad-spectrum antifungal activity and control of late leaf spot and crown rot diseases in peanut. **Plant Diseases**, v.91, p.375-379, 2007.
- KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In: KIMATI, H. et al. (Eds). **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. Cap. 67, p. 607-626.
- MARTINS, M.R. et al. Antioxidant, antimicrobial and toxicological properties of *Schinus molle* L. essential oil. **Journal of Ethnopharmacology**, v.151, n.1, p.485-492, 2014.
- MOREIRA, A.C.P. et al. Inhibitory effect of *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae) essential oil and β -pinene on the growth of dematiaceous moulds. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.38, p.33-38, 2007.
- ROCHA, P.M.M. et al. Synergistic antibacterial activity of the essential oil of aguaribay (*Schinus molle* L.). **Molecules**, v.17, p.12023-12036, 2012.
- SANTOS, A.C.A. et al. Efeito fungicida dos óleos essenciais de *Schinus molle* L. e *Schinus terebinthifolius* Raddi, Anacardiaceae, do Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v.20, n.2, p.154-159, 2010.
- SATISH, S. et al. Antifungal activity of some plant extracts against important seed borne pathogens of *Aspergillus* sp. **Journal of Agricultural Technology**, v.3, n.1, p.109-119, 2007.
- SILVA, H.S.A. et al. Induction of systemic resistance by *Bacillus cereus* against tomato foliar diseases under field conditions. **Journal of Phytopathology**, v.152, p.371-375, 2004.
- TIAN, J. et al. The mechanism of antifungal action of essential oil from dill (*Anethum graveolens* L.) on *Aspergillus flavus*. **PLoS ONE**, v.7, n.1, p.e30147, 2012.