

EFEITO VOLÁTIL DE ÓLEOS ESSENCIAIS NO DESENVOLVIMENTO DE PATÓGENOS EM AMÊNDOAS DE CASTANHAS-DO-BRASIL

Alexandre Lorini¹; Solange Maria Bonaldo^{2*}; Bruno Leonardo Mendes³

SAP 10792 Data envio: 07/10/2014 Data do aceite: 15/12/2014

Sci. Agrar. Parana., Marechal Cândido Rondon, v. 15, n. 2, abr./jun., p. 121-126, 2016

RESUMO - Apresentando um sistema de colheita extrativista, as amêndoas de castanhas-do-Brasil necessitam de cuidados na área fitossanitária para manter a qualidade pós-colheita do produto. Assim, avaliou-se o efeito volátil de óleos essenciais de cravo (*Syzygium aromaticum*), canela (*Cinnamomum cassia*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e eucalipto (*Corymbia citriodora*) no desenvolvimento de fungos em amêndoas de castanhas-do-Brasil, comercializadas em Itaúba, MT. O delineamento foi inteiramente casualizado com esquema fatorial de cinco tratamentos em cinco repetições. Utilizou-se 100 µL dos óleos, adicionados sobre papel filtro em uma lâmina no centro de placas de Petri, com cinco amêndoas ao redor. As placas foram vedadas e mantidas em 25 ± 2 °C/escuro. Foram realizadas duas avaliações (cinco e dez dias após a incubação) da incidência e severidade de fungos. Observou-se que houve incidência de *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Rhizopus* sp. e *Penicillium* sp. O óleo de eucalipto foi eficaz na inibição de *Penicillium* sp., enquanto que o óleo de cravo apresentou maior inibição de *Rhizopus* sp.; e canela inibiu *A. niger*, *A. flavus*, *Rhizopus* sp. e *Penicillium* sp. O óleo essencial de alecrim estimulou o desenvolvimento de todos os fungos. A severidade dos fungos em castanhas tratadas com óleo de canela foi de 9,5%; enquanto que nas tratadas com cravo, alecrim e eucalipto a severidade foi de 22,52%, 38,2% e 24,72%, respectivamente. Com isso, conclui-se que os óleos essenciais de canela, cravo e eucalipto apresentam compostos voláteis que inibem o desenvolvimento de fungos em amêndoas de castanhas-do-Brasil, sendo que o óleo de canela apresentou maior eficácia.

Palavras-chave: *Aspergillus* sp., *Bertholletia excelsa*, controle alternativo, *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp.

VOLATILE EFFECT OF ESSENTIAL OILS ON THE GROWTH OF PATHOGENS IN ALMONDS OF BRAZIL NUTS

ABSTRACT – Due thea system of extractive harvest of almonds of Brazil nuts is necessary care in the phytosanitary area to maintain postharvest quality of the product. Therefore, we assessed the effect of volatile essential oils of clove (*Syzygium aromaticum*), cinnamon (*Cinnamomum cassia*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and eucalyptus (*Corymbia citriodora*) in the development of fungi in almond of Brazil nuts, collected in Itaúba, MT State, Brazil. The design was completely randomized factorial with five treatments in five replicates. We used 100 µL of oils, added on a filter paper on a slide glass in the center of Petri dishes with five almonds around. The plates were sealed and kept at 25 ± 2 °C/dark. Two evaluations (five and ten days after incubation) of incidence and severity of fungi were performed. It was observed incidence of *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Rhizopus* sp. and *Penicillium* sp. Eucalyptus oil was effective in the inhibition of *Penicillium* sp. while clove oil showed greater inhibition of *Rhizopus* sp.; and cinnamon inhibited *A. niger* and *A. flavus*, *Rhizopus* sp. and *Penicillium* sp. The essential oil of rosemary stimulated the development of all fungi. The severity of fungi in nuts treated with cinnamon oil was 9.5%, whereas in the treatment with clove, eucalyptus and rosemary oils the severity were 22.52%, 24.72% and 38.2%, respectively. We conclude that the essential oils of cinnamon, clove and eucalyptus have volatile compounds that inhibit the growth of some fungi in almond of Brazil nuts, and cinnamon oil was more efficient.

Key words: *Aspergillus* sp., *Bertholletia excelsa*, alternative control, *Penicillium* sp., *Rhizopus* sp.

INTRODUÇÃO

A castanha-do-Brasil é um produto com grande importância econômica na região norte brasileira, uma vez que a população residente nos estados do Acre, Amazonas e Pará tem como principal fonte de sobrevivência a comercialização deste produto e são esses estados os maiores abastecedores no mercado mundial, chegando a exportarem aproximadamente 54 mil toneladas de castanha

in natura e 15 mil toneladas de castanha beneficiada em um período de cinco anos (1996-2001); sendo que representam 80,7% de toda a produção nacional, gerando cerca de 30 milhões de reais para a economia local (SOUZA et al., 2004).

Entretanto, mesmo com os grandes avanços tecnológicos, a exploração da castanha-do-Brasil continua sendo em sua maior parte extrativista o que pode

¹Graduando em Ciências Naturais e Matemática com Habilitação em Química, Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Av. Alexandre Ferronato 1200, CEP 78557-267, Sinop, Mato Grosso, Brasil. E-mail: alexandrelorini@hotmail.com

²Dra., Prof., Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAM), UFMT. E-mail: sbonaldo@ufmt.br *Autor para correspondência

³Graduando em Agronomia, UFMT. E-mail: blmendes@ig.com.br

influenciar na contaminação do produto por microrganismos. Porém, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) vem interferindo e incentivando que sejam descobertas novas práticas de produção e pós-colheita que mantenham a qualidade e continuem a abastecer o mercado externo, que está cada vez mais exigente em questões sanitárias (SOUZA; MENEZES, 2008).

Entre os anos de 1998 e 2001 foram realizadas pesquisas no Distrito Federal onde se comprovou que entre as diversas castanhas; a castanha-do-Brasil é a espécie com a maior incidência de aflatoxinas e, como a intensa produção destas amêndoas ocorre no norte do país e atende aos mercados da Europa e América do Norte, o MAPA em 2000 elaborou um programa de monitoramento deste produto, visando prevenir e controlar a contaminação, devido a um alto nível de devolução pelos países importadores (CALDAS et al., 2002).

Segundo Gasparotto et al. (2005) diversas espécies de fungos causam danos nas amêndoas de castanhas-do-Brasil, quando este produto não é beneficiado de forma correta ou quando é transportado e armazenado sob condições de umidade favoráveis ao desenvolvimento de patógenos, que por sua vez podem causar a podridão no produto e modificar as características naturais do mesmo, atribuindo odor e sabor de ranço.

O controle alternativo de fungos com uso de óleos essenciais vem sendo cada vez mais utilizado. Pesquisas realizadas *in vitro* revelam o potencial de plantas medicinais no controle de fungos fitopatogênicos devido à presença de alguns compostos como alcaloides, flavonoides, esteroides, ligninas, terpenos, benzenóides, entre outros. Estas pesquisas têm por objetivo obter, com os óleos essenciais, uma tecnologia pós-colheita que pequenos produtores rurais ou interessados no cultivo orgânico possam utilizar como forma alternativa no controle de doenças de plantas (DI STASI, 1996; SCHWAN-ESTRADA et al., 2000). Contudo, as pesquisas estão sendo utilizadas, principalmente, em espécies como feijoeiro, soja, pepino, trigo e sementes de cereais.

Brum (2012) também encontra efeitos positivos para o uso dos óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos e autores como Amarante et al. (2014) revelam que os óleos essenciais de canela, cravo, eucalipto e alecrim apresentam efeito fungicida em *Penicillium expansum*, tanto isolado como *in vivo*, de maçãs 'Fuji'; sendo estes óleos os mais eficazes para o controle do patógeno. Contudo, os autores utilizam os óleos para controle por métodos de contato (fumigação), que normalmente utiliza grande quantidade de óleo, dependendo do tamanho do produto tratado e das Concentrações Mínimas Inibitórias, além de existir uma grande interferência no sabor ou odor do produto final, devido a serem substâncias com odores fortes. Autores como Abreu (2006), Lorenzetti et al. (2011) e Pereira et al. (2011), quando fizeram análises da atividade antifúngica com diversos óleos essenciais, também encontraram melhores resultados para os óleos de canela, cravo, eucalipto e alecrim, nesta ordem.

Desta forma, o presente trabalho avaliou o efeito volátil dos óleos essenciais de cravo (*Syzygium aromaticum*), canela (*Cinnamomum cassia*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e eucalipto (*Corymbia citriodora*) na incidência e severidade de fungos em amêndoas de castanhas-do-Brasil comercializadas em Itaúba, MT.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Microbiologia/Fitopatologia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop. As amêndoas de castanhas-do-Brasil foram adquiridas no comércio a varejo do município de Itaúba, MT, localizado a 100 km de Sinop. Foram utilizadas amêndoas embaladas em pacotes de polietileno, sem cascas.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 5x5, sendo cinco tratamentos e cinco repetições. Em placas de Petri foram colocados dois papéis filtro de oito cm de diâmetro, duas lâminas de microscopia, uma sobre a outra, e sobre as lâminas foram colocados discos de papel filtro de 0,8 cm de diâmetro onde foram adicionados 100 µL de água destilada na testemunha e, 100 µL de óleos essenciais de canela (*C. cassia*), cravo (*S. aromaticum*), alecrim (*R. officinalis*) e eucalipto (*C. citriodora*) em cada um dos tratamentos; sendo um óleo para cada tratamento. Os óleos essenciais foram comprados comercialmente em farmácias de manipulação.

Em cada placa foram colocadas cinco amêndoas de castanhas-do-Brasil ao redor das lâminas. As placas foram vedadas com papel filme e colocadas em BOD com temperatura variando entre 25 ± 2 °C/escuro. Água destilada esterilizada foi adicionada a cada dois dias para manutenção da câmara úmida.

Foram realizadas duas avaliações da incidência (%) para cada espécie de fungo que se desenvolveu ao decorrer dos dias e da severidade total dos mesmos (%) (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011): a primeira após cinco dias e a segunda após dez dias de incubação.

Os testes estatísticos foram realizados no software Sasm agri (ALTHAUS et al., 2001; CANTERI et al., 2001; BELAN; CANTERI, 2004). Os resultados foram avaliados segundo a análise da média, desvio padrão e ANOVA, para comparação utilizou-se teste de Scott-Knott considerando p<0,01.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método utilizado para o controle dos fungos, através do efeito volátil dos compostos presentes nos óleos essenciais, tem como princípio impedir que o alimento entre em contato direto com o óleo, modificando, assim, as características sensoriais do produto como odor e principalmente o sabor, uma vez que os tratamentos foram realizados em amêndoas de castanhas-do-Brasil descascadas, ou seja, prontas para o consumo.

Na primeira avaliação, realizada após cinco dias de incubação, observou-se a presença de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp. (Figura 1), e após dez dias de incubação os fungos

continuaram o desenvolvimento não sendo observado o crescimento de nenhum outro gênero (Figura 2).

Observa-se que o óleo essencial de alecrim (Figuras 1 e 2) não apresentou eficácia no controle de crescimento de fungos. Os óleos de eucalipto, cravo e

canela apresentaram diferença significativa na incidência dos fungos, porém o óleo essencial de canela apresentou melhor efeito volátil nos fungos quando comparados a todos os tratamentos.

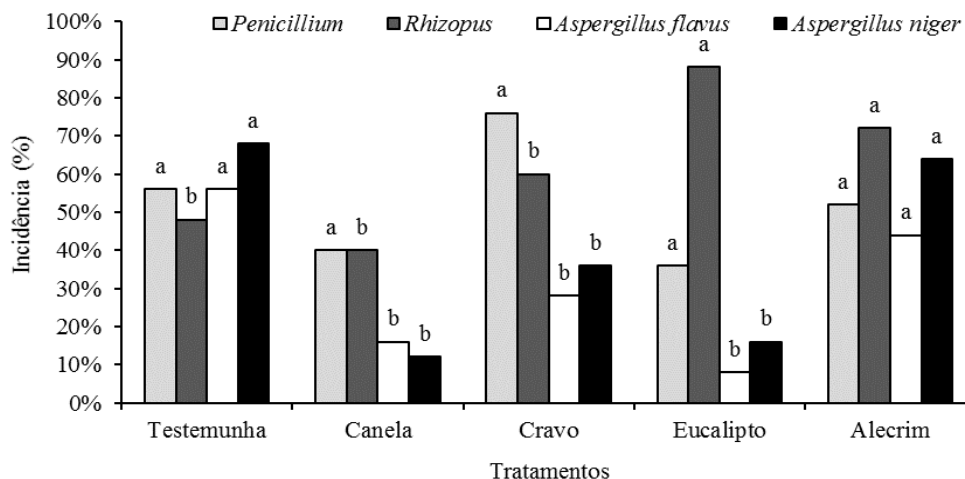


FIGURA 1 - Incidência (%) de fungos em amêndoas de castanhas-do-Brasil após cinco dias de incubação. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott $p < 0,01$.

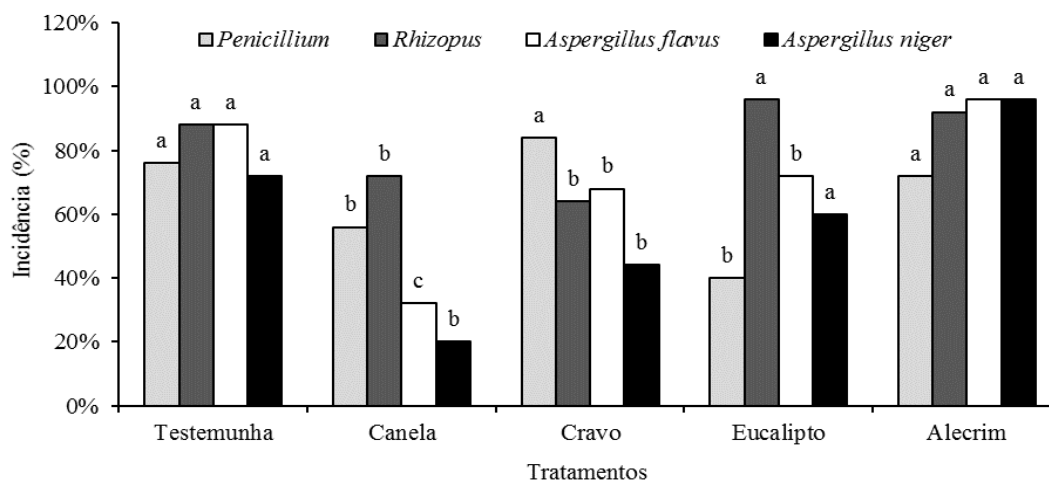


FIGURA 2 - Incidência (%) de fungos em amêndoas de castanhas-do-Brasil após dez dias de incubação. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott-Knott $p < 0,01$.

O uso do efeito volátil dos óleos essenciais vem sendo testado por alguns autores atualmente. Soylu et al. (2010) avaliaram o efeito volátil e de contato de óleos essenciais de origanum, lavanda e alecrim em *Botrytis cinerea* e, observaram que o efeito volátil foi mais eficiente do que o de contato. Além disso, a concentração mínima para o controle do patógeno encontrado para os óleos foi diferente, onde o óleo de origanum foi utilizado em uma concentração de $0,2 \mu\text{g ml}^{-1}$, enquanto que os de lavanda e alecrim em $1,6 \mu\text{g ml}^{-1}$. Com o método de contato as concentrações necessárias foram de, respectivamente, $12,8$ e $25,6 \mu\text{g ml}^{-1}$.

Tyagi e Malik (2011) avaliaram o efeito volátil e de contato do óleo essencial de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) em fungos que causam deterioração em alimentos e constataram que entre os três métodos testados (difusão em ágar, difusão em disco e método de volatilização), o método de efeito volátil apresentou zona de inibição maior do que a de difusão em ágar e difusão em disco, onde as zonas de inibições variaram de 13 a 22 para os métodos de contato e de 22 a 35 para o efeito volátil.

Segundo os dados analisados, os óleos de cravo, alecrim, eucalipto e canela apresentaram severidade total de fungos nas amêndoas de castanhas-do-Brasil na primeira avaliação de 13,9%, 20,2%, 8,64% e 5,44%,

respectivamente (Figura 3). Enquanto na segunda avaliação, os percentuais encontrados foram de 22,52%,

38,2%, 24,72% e 9,5%, respectivamente (Figura 3).

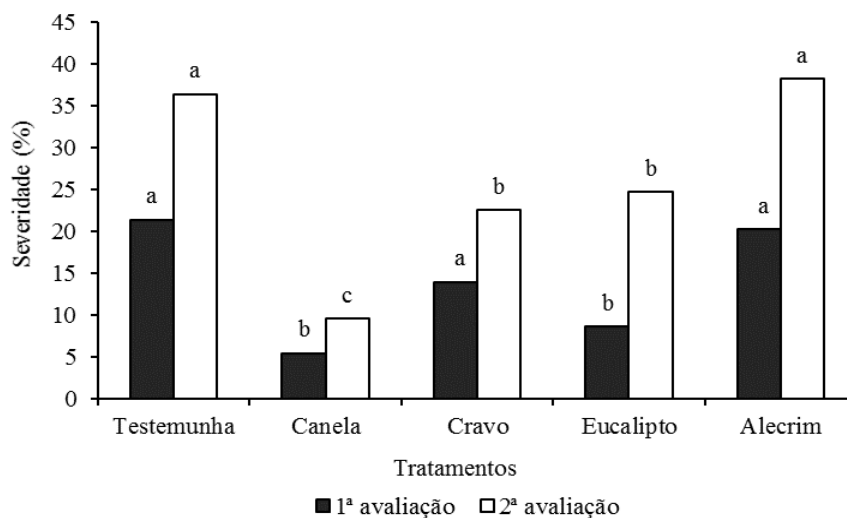


FIGURA 3 - Severidade total (%) de fungos em amêndoas de castanhas-do-Brasil nos dois períodos de avaliação. Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott $p < 0,01$.

Pela análise das Figuras 2 e 3 observa-se que o óleo de alecrim não foi eficaz no controle dos fungos, segundo Pereira et al. (2006) o baixo nível de controle do óleo sobre *A. flavus* e *A. niger* pode ser atribuído a uma possível inadequação das doses empregadas. Entretanto, segundo os autores Ribeiro et al. (2012) o óleo de alecrim apresenta efeito inibidor promissor contra alguns microrganismos (*Escherichia coli* e *Salmonella* spp.) quando utilizado em associação com antibióticos convencionais. O óleo de eucalipto não inibiu o desenvolvimento de *A. niger* e *Rhizopus* sp., e o óleo de cravo só não foi eficaz contra *Penicillium* sp. nas análises da incidências dos fungos, conforme pode ser visualizado nas Figuras 1 e 2.

Mengai (2010) avaliou óleos essenciais de diferentes espécies de eucalipto, por método de contato e exposição a compostos voláteis e percebeu que sobre espécies aflatoxigênicas (*A. flavus* e *A. parasiticus*) todos os tratamentos se mostraram com atividade antifúngica, sendo ela parcial ou total. Contudo, na simulação de armazenamento, os tratamentos que utilizaram o método volátil mostraram-se menos eficientes, pois não foi observado um controle total da população fúngica, sendo constatada apenas uma inibição parcial para o tratamento com óleo de *Eucalyptus citriodora* a partir de 240 μL .

O óleo de canela inibiu a incidência de todos os fungos, além de ter sido mais eficaz que os outros contra o desenvolvimento de *A. flavus* (Figuras 1 e 2). Segundo Gasparotto et al. (2005), dentre os vários microrganismos, o mais problemático é o *A. flavus*, causando mudanças no sabor, aspecto e odor do produto, sendo capaz de produzir aflatoxinas, substâncias tóxicas ao organismo humano e que diminuem a vida de prateleira do produto; portanto a inibição do desenvolvimento deste fungo pode representar

um dos mais importantes avanços para a cadeia produtiva de castanha-do-Brasil.

Viegas et al. (2005), avaliando o efeito do óleo essencial extraído da casca da canela e de bulbilho de alho contra 37 isolados de *A. flavus*, perceberam que o maior efeito foi encontrado no óleo de canela, onde os halos de inibição do óleo de alho estavam entre sete e 15 mm, enquanto os halos ocasionados pelo óleo de canela estavam entre 10 e 22 mm. Pimentel et al. (2010), utilizando o óleo essencial de cipó-carimbó contra *A. flavus*, isolado da castanha-do-Brasil, concluíram que após 10 dias de incubação o óleo inibiu o crescimento micelial total do fungo em concentrações de 782 e 1.000 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para técnicas de contato e fumigação, respectivamente. Além disso, a esporulação foi inibida a partir de concentrações de 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para as duas técnicas.

Os óleos de canela e cravo apresentaram efeito contra *A. niger*, podendo ser comparado com o estudo de Santiago e Ueno (2012), que avaliaram o efeito de 35 óleos essenciais em *A. niger*, isolado da cebola, onde estes autores concluíram que os óleos de canela e cravo inibiram mais de 50% o crescimento do fungo *in vitro*, utilizando efeito da fase volátil dos óleos.

As substâncias presentes nos óleos essenciais, quando em contato com os microrganismos, afetam a integridade das membranas celulares (PIPER et al., 2001). Possivelmente as variações nos efeitos dos óleos essenciais quanto à atividade antimicrobiana se deve a seus componentes majoritários. O óleo de canela, por exemplo, é composto majoritariamente de cinanomaldeído (83,9%) e eugenol (0,4%), conhecidos por suas atividades antifúngicas (ALMEIDA et al., 2012). O óleo de alecrim, que apresentou o menor efeito no desenvolvimento dos fungos, tem seu efeito associado à presença de borneol, 1,8-cineol e cânfora (PORTE; GODOY, 2001). Segundo

Oliveira et al. (2009) o óleo de cravo é composto por 70 a 85% de eugenol e 15% de acetato de eugenol, tendo esse óleo apresentado o segundo melhor efeito antifúngico de todos os testados. O óleo de eucalipto apresenta como componente majoritário citronelal, com aproximadamente 30% (LORENZETTI, 2012).

Esta diversidade de compostos encontrados entre os óleos testados revelam o porquê da eficácia de cada um dos mesmos, onde existe a relação dos dois melhores óleos terem em sua composição uma grande quantidade de eugenol, contudo mesmo com esta particularidade, ainda apresentam composições diferentes. Pimentel et al. (2010) afirmam que a ação dos óleos essenciais sobre *A. flavus* isolado de castanhas-do-Brasil, provavelmente, venha estar relacionado com a presença de benzaldeídos associados com benzoato de benzila, mandelanitrila e álcool benzílico.

Contudo aconselha-se que sejam realizados testes *in vivo* para determinar se o método de controle através do efeito volátil destes óleos será eficaz e apresentará resultados positivos no alimento, sem mudar as composições nutricionais e sensoriais do produto. Estes testes podem ser realizados junto com o processo de secagem das amêndoas, onde os óleos seriam adicionados no forno de secagem e assim seria utilizado somente o efeito volátil dos óleos.

CONCLUSÕES

Conclui-se que os óleos de cravo, eucalipto e canela apresentam efeito volátil no controle do crescimento de fungos em amêndoas de castanhas-do-Brasil, sendo que o óleo de canela apresentou maior eficácia. Além disso, o óleo de alecrim influencia o desenvolvimento desses microrganismos, principalmente *A. flavus* e *A. niger*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C.L.M. **Controle de *Alternaria solani* em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) com óleos essenciais**. 2006. 82p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.
- ALMEIDA, L.F.D.; CAVALCANTI, Y.W.; CASTRO, R.D.; LIMA, E.O. Atividade antifúngica e alterações morfológicas induzidas pelo óleo essencial de *Cinnamomum cassia* frente cepas de *Candida albicans* isoladas de pacientes HIV positivos. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, João Pessoa, v.12, n.3, p.393-398, jul./set. 2012.
- ALTHAUS, R.A.; CANTERI, M.G.; GIGLIOTI, E.A. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema par análise e separação de médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-Knott. In: X ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Parte 1, 2001, Ponta Grossa, PR. **Anais...** Ponta Grossa, PR, 2001. p.280-281.
- AMARANTE, A.G.M.; DREHMER, A.M.F.; STEFFENS, C.A.; HEINZEN, A.; ESPÍNDOLA, B.P.; AMARANTE, C.V.T.; CASA, R.T. Controle de podridões pós-colheita causadas por *Penicillium expansum* em maçãs 'Fuji' através do uso de óleos essenciais. In: 24º SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UDESC, 2014, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC, 2014.
- AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Fenologia, patometria e quantificação de danos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 4.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. v.1, p.517-542.
- BELAN, H.C.; CANTERI, M.G. **AGROSTAT - Sistema de análise e separação de médias em experimentos agrícolas**. In: XIII ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, Londrina, 2004.

- BRUM, R.B.C.S. **Efeito de óleos essenciais no controle de fungos fitopatogênicos**. 2012. 135p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2012.
- CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S.; GIGLIOTI, E.A.; GODOY, C.V. **SASM-Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan**. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, Ponta Grossa, v.1, n.2, p.18-24, 2001.
- CALDAS, E.D.; SILVA, S.C.; OLIVEIRA, J.N. Aflatoxinas e ocratoxina A em alimentos e riscos para a saúde humana. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v.36, n.3, p.319-323. 2002.
- DI STASI, L.C. Química de produtos naturais: principais constituintes ativos. In: DI STASI, L.C. **Plantas medicinais: arte e ciência - um guia de estudos multidisciplinares**. São Paulo: Universidade Paulista, 1996. p.109-127.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R.; LIMA, M.I.P.M.; VÉRAS, S.M. Doenças de fruteiras da Amazônia. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; FILHO, A.B.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4.ed. São Paulo 2005. v.2, p.355-360.
- LORENZETTI, E.R. **Controle de doenças do morangueiro com óleos essenciais e *Trichoderma* spp.** 2012. 107p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- LORENZETTI, E.R.; MONTEIRO, F.P.; SOUZA, P.E.; SOUZA, R.J.; SCALICE, H.K.; DIOGO JUNIOR, R.; PIRES, M.S.O. Bioatividade de óleos essenciais no controle de *Botrytis cinerea* isolado de morangueiro. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v.13, n. especial, p.619-627, nov./dez. 2011.
- MENGAI, B. **Efeito dos óleos essenciais de diferentes espécies de *Eucalyptus* sobre a microflora do milho pó-colheita**. 2010. 113p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Prevenção de aflatoxinas em castanha-do-Brasil**: cartilha do produtor. Brasília, 2000.
- OLIVEIRA, R.A.; REIS, T.V.; SACRAMENTO, C.K.; DUARTE, L.P.; OLIVEIRA, F.F. Constituintes químicos voláteis de especiarias ricas em eugenol. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, v.19, n.3, p.771-775, jul./set. 2009.
- PEREIRA, M.C.; VILELA, G.R.; COSTA, L.M.A.S.; SILVA, R.F.; FERNANDES, A.F. Inibição do desenvolvimento fúngico através da utilização de óleos essenciais de condimentos. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.4, p.731-738, jul./ago. 2006.
- PEREIRA, R.B.; LUCAS, G.C.; PERINA, F.J.; RESENDE, M.L.V.; ALVES, E. Potential of essential oils for the control of brown eye spot in coffee plants. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.1, p.115-123, jan./fev. 2011.
- PIMENTEL, F.A.; CARDOSO, M.G.; BATISTA, L.R.; GUIMARÃES, L.G.L.; SILVA, D.M. Ação fungitóxica do óleo essencial de *Tanaecium nocturnum* (Barb. Rodr.) Bur. E L. Shum sobre o *Aspergillus flavus* isolado da castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*). **Acta Amazônica**, Manaus, v.40, n.1, p.213-220, mar./abr. 2010.
- PIPER, P.; CALDERON, C.O.; HATZIXANTHIS, K.; MOLLAPOUR, M. Weak acid adaptation: the stress response that confers resistance to organic acid food preservatives. **Microbiology**, Washington, v.147, n.10, p.2635-2642, out. 2001.
- PORTE, A.; GODOY, R.L.O. Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.): propriedades antimicrobiana e química do óleo essencial. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.19, n.2, p.193-210, jul./dez. 2001.
- RIBEIRO, D.S.; MELO, D.B.; GUIMARÃES, A.G.; VELOZO, E.S. Avaliação do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) como modulador da resistência bacteriana. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.2, p.687-696, abr./maí. 2012.
- SANTIAGO, M.F.; UENO, B. Atividade fungitóxica de 35 óleos essenciais de plantas sobre *Aspergillus niger* isolado de cebola. In: XIV ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO UFPEL, 2012, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas, RS, 2012.
- SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; STANGARLIN, J.R.; CRUZ, M.E.S. Uso de extratos vegetais no controle de fungos fitopatogênicos. **Revista Floresta**, Curitiba, v.30, n.1-2, p.129-137, 2000.
- SOUZA, J.M.L.; CARTAXO, C.B.C.; LEITE, F.M.N.; SOUZA, L.M. **Manual de segurança e qualidade para a cultura da castanha-do-Brasil**. Brasília: CampoPAS, 2004. 60p.

Efeito volátil de óleos essenciais...

LORINI, A. et al. (2016)

SOUZA, M.L.; MENEZES, H.C. Extrusão de misturas de castanha-do-brasil com mandioca. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.2, p.451-462, abr./jun. 2008.

SOYLU, E.M.; KURT, S.; SOYLU, S. *In vitro* and *in vivo* antifungal activities of the essential oils of various plants against tomato grey mould disease agent *Botrytis cinerea*. **International Journal of Food Microbiology**, v.143, n.3, p.183-189, 2010.

TYAGI, A.K.; MALIK, A. Antimicrobial potential and chemical composition of *Mentha piperita* oil in liquid and vapour phase against food spoiling microorganisms. **Food Control**, v.22, p.1707-1714, 2011.

VIEGAS, E.C.; SOARES, A.; CARMO, M.G.F.; ROSSETTO, C.A.V. Toxicidade de óleos essenciais de alho e casca de canela contra fungos do grupo *Aspergillus flavus*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.915-919, out./dez. 2005.