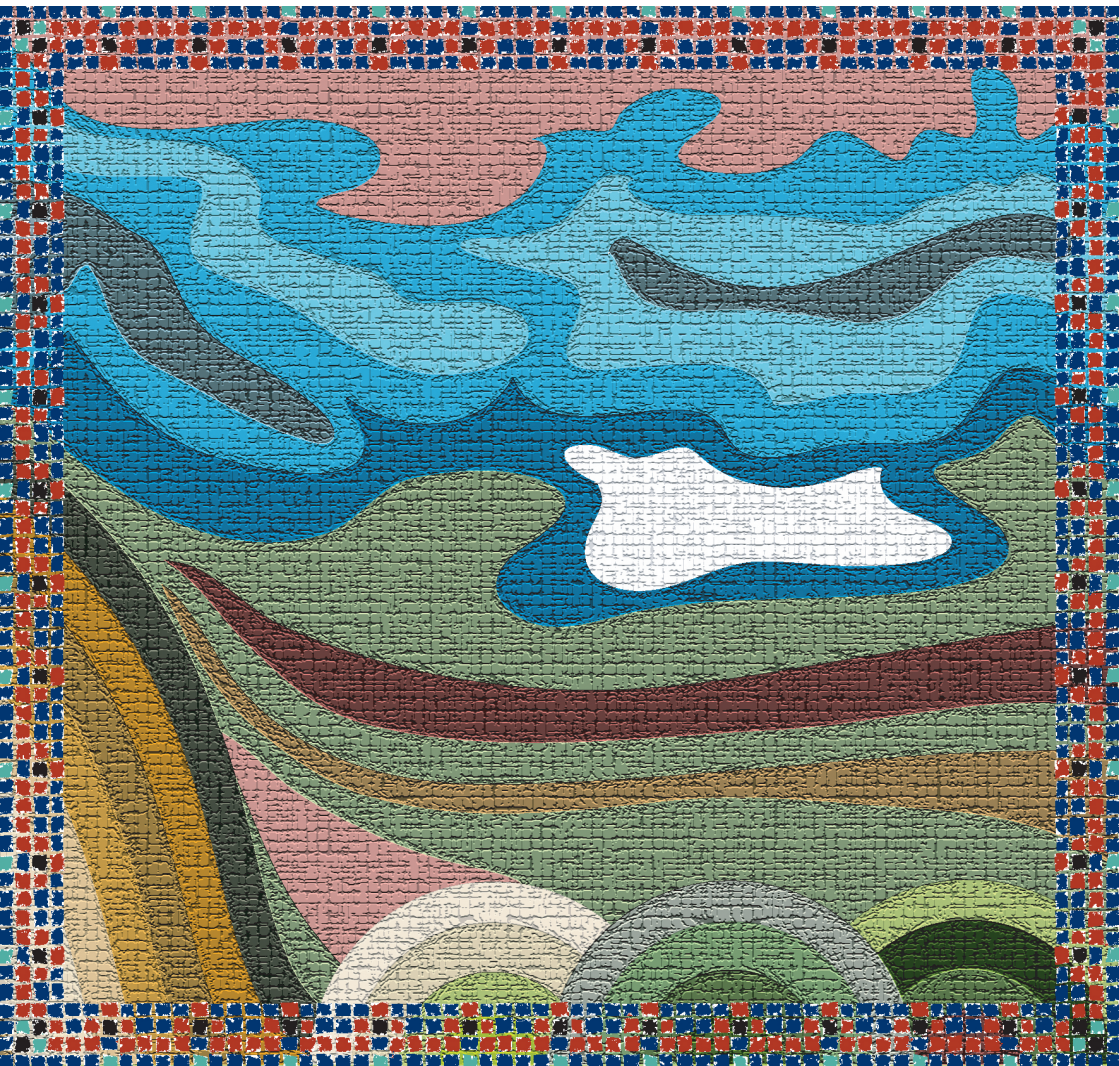


Caracterização do Efeito Alelopático do Óleo Essencial de *Piper hispidinervium* C. DC. sobre *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia*



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 73

Caracterização do Efeito Alelopático do Óleo Essencial de *Piper hispidinervium* C. DC. sobre *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia*

*Antônio Pedro da Silva Souza Filho
Roberto Lisboa Cunha
Maria das Graças Bichara Zoghbi
Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos
Sérgio de Mello Alves
Francisco José da Câmara Figueirêdo*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
Caixa Postal 48. CEP 66095-100 – Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
www.cpatu.embrapa.br
sac@cpatu.embrapa.br

Comitê Local de Editoração

Presidente: *Moacyr Bernardino Dias-Filho*
Secretário-Executivo: *Walkymário de Paulo Lemos*
Membros: *Ana Carolina Martins de Queiroz*
Célia Regina Tremacoldi
Luciane Chedid Melo Borges

Revisão Técnica

Sérgio Antônio Lemos de Moraes – Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
Inês Maria Costa Brighente – Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
Flávia Maria da Silva Carmo – Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Supervisão editorial: *Luciane Chedid Melo Borges*

Supervisão gráfica: *José Gomes da Costa*

Revisão de texto: *Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana*

Normalização bibliográfica: *Regina Alves Rodrigues*

Editoração eletrônica: *Euclides Pereira dos Santos Filho*

Ilustração da capa: Vitor Trindade Lôbo

1ª edição

Versão eletrônica (2010)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Amazônia Oriental

Caracterização do efeito alelopático do óleo essencial de *Piper hispidinervium* C. DC. sobre *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia* / Antônio Pedro da Silva Souza Filho ... [et al.]. – Belém, PA : Embrapa Amazônia Oriental, 2010.

17p. : il. ; 21 cm. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483; 73).

1. Pimenta longa. 2. Germinação. 3. Alelopatia. 4. Óleo essencial. 5. *Piper hispidinervium*. I. Souza Filho, Antônio Pedro da Silva. II. Título. III. Série.

CDD 583.25 (21. ed.)

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão	10
Conclusão	14
Agradecimentos	14
Referências	15

Caracterização do Efeito Alelopático do Óleo Essencial de *Piper hispidinervium* C. DC. sobre *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia*

Antônio Pedro da Silva Souza Filho¹

Roberto Lisboa Cunha²

Maria das Graças Bichara Zoghbi³

Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos⁴

Sérgio de Mello Alves⁵

Francisco José Câmara Figueiredo⁵

Resumo

Este trabalho teve por objetivo caracterizar a atividade potencialmente alelopática de óleo essencial de pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C. DC.). O óleo essencial foi obtido e preparado em concentrações de 0,25%, 0,5% e 1,0%, tendo como eluente o éter etílico, e avaliado sobre a germinação de sementes, desenvolvimento da radícula e do hipocótilo, de plantas daninhas que infestam área de pastagens cultivadas, como malícia (*Mimosa pudica*) e mata-pasto (*Senna obtusifolia*). A germinação das sementes foi o fator mais intensamente inibido pelo óleo. As intensidades das inibições estiveram positivamente associadas à concentração, com inibições máximas verificadas a 1,0%. Malícia foi a espécie receptora mais sensível aos efeitos do óleo. O óleo essencial da pimenta-longa foi eficiente para inibir a germinação e o desenvolvimento das duas plantas receptoras, notadamente em relação à germinação de sementes.

Termos para indexação: *Piper hispidinervium*, *Mimosa pudica*, *Senna obtusifolia*, germinação, radícula e hipocótilo.

¹Engenheiro-agrônomo, Doutor em Produção Animal, Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. apedro@cpatu.embrapa.br

²Biólogo, Doutor em Fisiologia Vegetal, Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. rlisboa@cpatu.embrapa.br

³Química Industrial, Doutora em Química Orgânica, Pesquisadora do Museu Paraense Emílio Goeldi. zoghbi@museu-goeldi.br.

⁴Engenheiro-agrônomo, Mestre em Tecnologia de Alimentos, Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA. mavasc@cpatu.embrapa.br

⁵Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará (Idesp), Belém, PA. alves@idesp.pa.gov.br.

Characterization of Allelopathic Effects of the Essential Oil Obtained from *Piper hispidinervium* C.DC. on *Mimosa pudica* and *Senna obtusifolia*

Abstract

This study aimed to characterize the potential allelopathic activity of essential oils of long pepper (Piper hispidinervium C. DC.). Essential oils were obtained and prepared at concentrations of 0.25%, 0.5% and 1.0%, having ethyl ether as eluent, and tested upon the germination of seeds and the development of the radicle and the hypocotyl of the weeds of cultivated grassland areas, such as Mimosa pudica and Senna obtusifolia. The germination of seeds was the factor most strongly inhibited by the oils. The intensities of inhibitions were positively related to the concentration, with the maximum inhibitions verified at 1.0%. Mimosa pudica was the receptor species most sensitive to the effects of oil. The essential oil of Piper hispidinervium showed a higher potential for inhibiting the germination and the development of the two receptor plants, notably in relation to the germination of seeds.

Index terms: *Piper hispidinervium, Mimosa pudica, Senna obtusifolia, germination, radicle, hypocotyl.*

Introdução

A Floresta Amazônica brasileira, pela sua riqueza e diversidade biológica, pode oferecer a oportunidade para descobertas de inovadoras e eficientes moléculas com potencial de uso, em larga escala, na agricultura, tanto para o controle de pragas agrícolas de importância econômica, como, também, no controle de plantas daninhas. Especificamente em relação às plantas amazônicas produtoras de óleos essenciais, foram listadas 90 espécies de plantas nativas com tal característica, evidenciando todo o manancial à disposição para prospecção química (MAIA et al., 2001).

Pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C. DC.) pertencente à família Piperaceae, nativa da Amazônia Brasileira, apresenta entre os constituintes químicos de seu óleo essencial o safrol, muito utilizado na indústria de perfumaria como fixador de odor (MAIA et al., 2001).

A utilização de espécies de plantas produtoras de óleos essenciais envolve a indústria de perfumes, alimentos e a medicina popular (SONOWA; KÖNIG, 2001). Além disso, diversos autores relatam informações referentes à possibilidade de utilização de óleo essencial nas atividades agrícolas como alternativa viável com ação inseticida, fumigante e fungicida (ISMAN, 2000; MIYAZAWA et al., 1997; NGOH et al., 1998; HOAGLAND, 1999; MONTES-BELMONT; CARVAJAL, 1999; BASTOS; ALBUQUERQUE, 2004).

Adicionalmente a todas essas possibilidades de uso, os óleos essenciais revelam-se potentes inibidores da germinação de sementes e do desenvolvimento de diferentes espécies de plantas, atuando como um bio-herbicida (DUKE et al., 2000; ROMAGNI et al., 2000; DUKE et al., 2002).

Este trabalho teve por objetivo caracterizar a atividade potencialmente alelopática do óleo essencial de pimenta-longa e analisar seus efeitos sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento da radícula e do hipocótilo de plantas daninhas como malícia (*Mimosa pudica*) e mata-pasto (*Senna obtusifolia*), tendo em vista um potencial bio-herbicida no controle de ervas invasoras.

Material e Métodos

Material vegetativo e obtenção dos óleos essenciais

O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Pará. Os materiais vegetativos, folhas e galhos de pimenta-longa obtidos junto a produtores da região de Belém, Pará. A biomassa da pimenta-longa foi seca utilizando ventilação forçada através de um sistema de circulação do ar sob proteção do sol. Os procedimentos de secagem tiveram a duração de 7 dias. O material foi submetido ao processo de extração e destilação do óleo essencial, utilizando extrator modelo ASSS-100, série S/14597, com capacidade cúbica para 100 litros de material, marca SHIMIZU Scientific Instruments MFG. Co, Ltd., acoplado a um trocador de calor marca ORION. O período de extração foi de 6 horas, não ultrapassando a pressão de $0,2 \text{ kgf/cm}^2$, durante toda a extração. A mistura de vapor de água e óleo essencial foi arrastada até o condensador. Por meio de resfriamento ocorreu a mudança de fase e posterior separação da mistura por decantação. A fração de óleo essencial foi recuperada em funil de separação e desidratada utilizando Na_2SO_4 . Assim, o óleo obtido foi imediatamente armazenado em frasco de cor âmbar e estocado em geladeira até o momento da utilização.

Identificação dos constituintes químicos dos óleos essenciais

A composição química do óleo essencial foi determinada conforme descrita por Adams (2007). Os óleos essenciais foram analisados através de cromatografia em fase gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM), em sistema Shimadzu QP-2010 Plus equipado com coluna capilar Rtx-5MS (30 m x 0,25 mm; $0,25 \mu\text{m}$ de espessura de filme) nas seguintes condições operacionais: gás de arraste: hélio, em velocidade linear de 36,5 cm/s; tipo de injeção: sem divisão de fluxo ($2 \mu\text{L}$ de uma solução de $2 \mu\text{L}$ de óleo em 1 mL de hexano); temperatura do injetor e do detector: 250°C ; programa de temperatura do forno: $60^\circ\text{C} - 240^\circ\text{C}$ ($3^\circ\text{C}/\text{min}$); EM: impacto eletrônico, 70 eV; temperatura da fonte de íons e partes de conexão: 180°C . A identificação foi feita através da comparação dos espectros de massas e índices de retenção (IR) com os de substâncias padrão existentes nas bibliotecas do sistema e com dados da literatura (ADAMS, 2007). Os índices de retenção foram obtidos utilizando-se

a série homóloga dos *n*-alcanos nas mesmas condições de operação (ADAMS, 2007). Os componentes identificados, índices de retenção e porcentagem relativa (%) estão apresentados na Tabela 1.

Bioensaios de germinação

O trabalho foi desenvolvido em câmara de germinação, com temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. A germinação das sementes foi monitorada em períodos de 10 dias, com contagens diárias e eliminação das sementes germinadas. Foi considerada semente germinada aquela que apresentava extensão radicular igual ou superior a 2,00 mm. Cada placa de Petri de 9,0 cm de diâmetro, forrada com uma folha de papel de filtro qualitativo, recebeu 30 sementes, constituindo-se em uma parcela experimental.

Bioensaios de desenvolvimento das plantas

Também foram desenvolvidos em câmaras, com temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 24h. Cada placa de Petri de 9,0 cm de diâmetro recebeu três sementes, pré-germinadas há três dias. Ao final do período de 10 dias de crescimento, mediu-se o comprimento da radícula e do hipocótilo.

Procedimentos dos bioensaios

Cada placa de Petri foi previamente forrada com papel filtro esterilizado e recebeu 3,0 mL da solução teste. Após a evaporação do solvente, éter etílico, foi adicionado um volume equivalente de água destilada, mantendo-se, dessa forma, a concentração original. As soluções testes foram adicionadas apenas uma vez, no início dos bioensaios, sendo a partir de então adicionado apenas água destilada, sempre que se fazia necessário. O óleo essencial foi testado nas concentrações de 0,25%, 0,5% e 1,0% (v/v).

Obtenção de sementes e preparo

Como plantas indicadoras dos efeitos potencialmente alelopáticos, utilizaram-se as espécies de plantas daninhas *Mimosa pudica* (malícia) e *Senna obtusifolia* (mata-pasto). As sementes dessas duas espécies foram coletadas em áreas de pastagens cultivadas no Município de Terra Alta, Estado do Pará, passaram por processo de limpeza e foram tratadas com vista à quebra de dormência, imergindo-as em ácido sulfúrico por 20 minutos, conforme especificado por Souza Filho et al. (1998).

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi do tipo inteiramente casualizado, com quatro repetições, tendo como testemunha a água destilada, em modelo hierárquico, com dois fatores. Os dados foram transformados em arco-seno \sqrt{x} , para seguirem distribuição normal. Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância, teste F, e, quando os efeitos de tratamentos apresentaram diferença significativa ($P < 0,01$), as médias foram comparadas por meio do teste de regressão. Para as análises utilizou-se o programa computacional *Statistical Analysis System* - SAS (SAS INSTITUTE INC., 1989).

Resultados e Discussão

Neste trabalho, para todas as concentrações testadas, inclusive a máxima de 1,0%, os efeitos osmóticos foram desprezados, considerando as indicações de Souza Filho e Alves (2000).

A intensidade dos efeitos potencialmente alelopáticos variou em função da concentração do óleo essencial, planta receptora e do fator da planta receptora, ou seja, germinação, desenvolvimento da radícula e do hipocótilo, analisado. Independentemente da espécie receptora, os efeitos alelopáticos inibitórios do óleo de pimenta-longa foram mais intensos sobre a germinação das sementes, apresentando inibições de magnitude sempre superior a 46%, atingindo valores máximos de 77% sobre a germinação das sementes de malícia e 65% sobre a germinação de mata-pasto (Figura 1). Da mesma forma, o desenvolvimento da radícula e do hipocótilo também foram mais intensos, à medida que aumentava a percentagem da inibição da germinação (Figuras 2 e 3). Os efeitos inibitórios sobre a germinação de sementes, desenvolvimento da radícula e do hipocótilo foram significativamente influenciados pelos tratamentos com o óleo essencial da pimenta-longa.

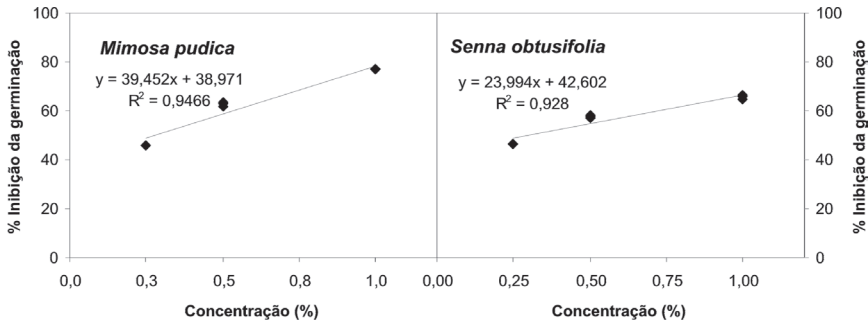


Figura 1. Efeitos potencialmente alelopáticos do óleo essencial de *Piper hispidinervium* C. DC sobre a germinação de sementes de malícia e mata-pasto. Dados expressos em percentual de inibição em relação ao tratamento testemunha, água destilada.

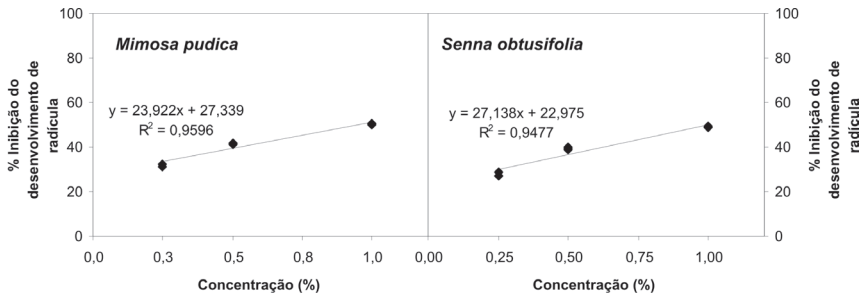


Figura 2. Efeitos potencialmente alelopáticos do óleo essencial de *Piper hispidinervium* C. DC sobre o desenvolvimento da radícula de sementes de malícia e mata-pasto. Dados expressos em percentual de inibição em relação ao tratamento testemunha, água destilada.

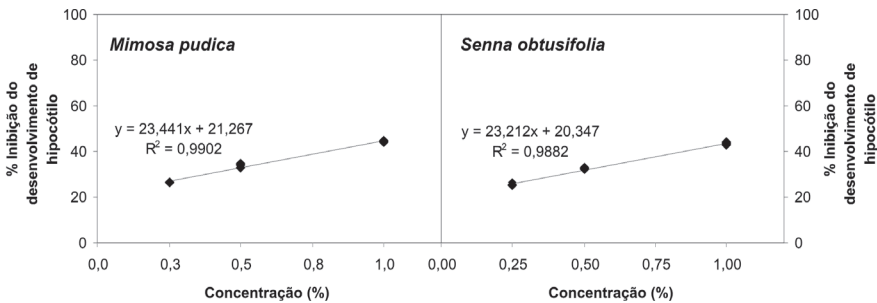


Figura 3. Efeitos potencialmente alelopáticos do óleo essencial de *Piper hispidinervium* C. DC sobre o desenvolvimento do hipocótilo de sementes de malícia e mata-pasto. Dados expressos em percentual de inibição em relação ao tratamento testemunha, água destilada.

A atividade biológica de um dado aleloquímico depende tanto da concentração como do limite da resposta da espécie afetada. O limite de inibição para uma dada substância não é constante, porém está intimamente relacionado à sensibilidade da espécie receptora, aos processos da planta e às condições ambientais. No presente trabalho, os efeitos inibitórios estiveram positivamente associados à concentração do óleo e às espécies receptoras, tanto em relação à germinação das sementes (Figura 1), quanto em relação ao desenvolvimento da radícula e do hipocótilo das duas espécies de plantas receptoras. Inibições crescentes foram sempre obtidas com o aumento da concentração ($P < 0,001$). Invariavelmente, as inibições máximas foram sempre observadas na concentração mais elevada (1,0%). No mesmo sentido, malícia tendeu a apresentar maior sensibilidade aos efeitos potencialmente alelopáticos do que mata-pasto, sendo essa observação mais marcante quando se analisou o efeito sobre a germinação das sementes.

De acordo com An et al. (1993), é assumido que um dado aleloquímico possui dois atributos: inibitório e estimulatório. Rice (1984) menciona que, quando em baixa concentração, os efeitos alelopáticos podem não ser inibitórios para dada espécie receptora, podendo apresentar efeitos estimulatórios em determinados casos. Os resultados obtidos neste trabalho mostram que, mesmo em concentração tão baixa quanto 0,5%, os efeitos foram sempre inibitórios para as duas espécies receptoras, indicando que provavelmente somente em concentração mais baixas do que 0,5% efeitos estimulatórios podem ser esperados. Naturalmente, a diferença na sensibilidade evidenciada pelas duas espécies aos efeitos dos óleos essenciais pode contribuir para maior ou menor extensão desses efeitos. Malícia, por revelar maior sensibilidade, tenderia a evidenciar efeitos inibitórios em concentrações mais baixas do que mata-pasto, sendo tal diferença mais marcante para a germinação de sementes.

Os efeitos do óleo essencial sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento de plantas são frequentemente explicados em termos individuais de alguns dos principais constituintes. Entretanto, o óleo essencial é uma mistura de diferentes componentes em proporções variadas e é frequentemente desconhecido como esses constituintes interagem entre si e promovem seus efeitos sobre outros organismos. Adicionalmente, há considerável variação na composição do óleo essencial de certas es-

pécies de plantas; tal variação pode ocorrer em função da sazonalidade, da diferença entre indivíduos de populações diferentes e indivíduos de mesma população (TARAYRE et al., 1995; KOKKINI; VOKOU, 1989).

Na Tabela 1 são apresentados os constituintes do óleo essencial de *P. hispidinervium* (pimenta-longa). Foram identificados 20 constituintes sendo os majoritários o safrol (64,3%), terpinoleno (10,2%), δ -3-careno (3,4%) e pentadecano (3,1%).

Tabela 1. Análise da composição química (%) dos componentes do óleo essencial de *Piper hispidinervium* C. DC

Componente (%) –CG/EM	IR	Piper hispidinervium C. DC
α -tujeno	931	2,7
Mirceno	994	1,0
α -felandreno	1009	0,1
δ -3-careno	1015	3,4
p-cimeno	1027	1,1
(Z)- β -ocimeno	1038	1,8
Terpinoleno	1092	10,2
allo-ocimeno	1131	1,1
p-cimen-8-ol	1187	2,0
Safrol	1296	64,3
δ -elemeno	1340	0,3
α -copaeno	1379	0,2
β -elemeno	1396	0,1
Metileugenol	1408	0,1
β -cariofileno	1424	1,0
α -humuleno	1458	0,1
Germacreno-D	1486	0,1
Pentadecano	1500	3,1
δ -cadineno	1526	0,1
Espatuleno	1579	0,8

IR = Índice de retenção.

Vilhena (2006), por exemplo, comparou duas espécies de *Cyperus*, e atribuiu as diferenças na intensidade alelopática às diferenças verificadas na composição química dos óleos. Komai et al. (1991) indicou que os óleos essenciais que apresentavam maiores índices de inibição alelopática eram constituídos principalmente por sesquiterpenos que continham o grupo cetona ou hidroxila; os óleos constituídos de grupo acetato ou somente hidrocarboneto apresentaram menor atividade alelopática. Especificamente em relação àqueles componentes de óleo essencial com atividade alelopática já comprovada e que podem estar envolvidos nos efeitos observados, isoladamente ou em associação com outros componentes, merece destaque o *p*-cimeno, cuja atividade alelopática inibitória da germinação foi mencionada por Macias et al. (1999). Esse componente está presente no óleo essencial da pimenta-longa e, aparentemente, a atividade alelopática do óleo essencial da espécie pode estar relacionada à presença de monoterpenos oxigenados e sesquiterpenos.

Conclusão

Como um todo, esses resultados sugerem que a utilização do óleo essencial da pimenta-longa apresenta ação inibitória sobre a germinação, o desenvolvimento da radícula e do hipocótilo de *M. pudica* e *S. obtusifolia*, sendo seu efeito mais acentuado sobre a germinação de sementes.

Agradecimentos

Somos muito gratos aos funcionários Jose Gilberto Alves Costa e Solange Branches Vilar, do Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental, pela ajuda durante a extração e processamento dos óleos essenciais.

Referências

- ADAMS, R. P. **Identification of essential oil components by gas chromatography/mass spectrometry**. London: Allured Pub. Corp., 2007. 804 p.
- AN, M.; JOHNSON, I. R.; LOVETTE, J. V. Mathematical modeling of allelopathy: biological response to allelochemical and its interpretation. **Journal of Chemical Ecology**, v. 19, n. 10, p. 2379-2389, 1993.
- BASTOS, C.N.; ALBUGUERQUE, P. S. B. Efeitos do óleo de *Piper aduncum* no controle e pós-colheita de *Colletotricum musae* em banana. **Fitopatologia brasileira**, v. 29, n. 5, p. 555-557, 2004.
- DUKE, S. O.; DAYAN, F. E.; RIMANDO, A. M.; SCHIRADER, K. K.; ALIOTTA, G.; OLIVA, A.; ROMAGNI, J. G. Chemical from nature for weed management. **Weed Science**, v. 50, n. 2, p. 138-151, 2002.
- DUKE, S. O.; ROMAGNI, J. G.; DAYAN, F. E. Natural products as source from new mechanisms of herbicidal action. **Crop Products**, v. 19, n. 8, p. 583-589, 2000.
- ISMAN, M. B. Plant essential oil for pest and disease management. **Crop Protection**, v. 19, n. 8, p. 603 – 608, 2000.
- HOAGLAND, R. E. Allelopathic interactions of plants and pathogens. In: MACÍAS, F. A.; GALINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G.; CUTLER, H. C. (Ed.). **Recent advances in allelopathy**. Cadiz: Universidad de Cadiz. Servicio de Publicaciones, 1999. v. 1, p. 423–450.

KOKKINI, S.; VOKOU, D. *Mentha spicata* (Lamiaceae) chemotypes growing wild in Greece. **Economic Botany**, v. 43, n. 2, p.192-202, 1989.

KOMAI, K.; TANG, C. S.; NISHIMOTO, R. K. Chemotypes of *Cyperus rotundus* in Pacific Rim and inhibitory of their essential oils. **Journal Chemical Ecology**, v. 17, n. 1, p. 1-11, 1991.

MAIA, J. G. S.; ZOGHBI, M. G. B.; ANDRADE, E. H. A. **Plantas aromáticas da Amazônia e seus óleos essenciais**. Belém, PA: Museu Paraense Emílio Goeldi., 2001. p. 173.

MACIAS, F. A.; MOLINILLO, J. M. G.; TORRES, R. M. V.; GALINDO, J. C. G. Bioactive compounds from the Genus *Helianthus*. In: MACIAS, F. A.; GALINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G.; CUTLER, H. G. **Recent advances in allelopathy**. Cádiz: International Allelopathy Society, 1999. p. 121-148.

MIYAZAWA, M.; WATANABE, H.; KAMEOKA, H. Inhibition of acetylcholinesterase activity by monoterpenoids with a *p*-methane skeleton. **Journal of Agriculture Food Chemical**, v. 45, n. 3, p. 677-679, 1997.

MONTES-BELMONT, R.; CARVAJAL, M. *Aspergillus flavus* control in maize with plant essential oil. In: MACIAS, F. A.; GALINDO, J. C. G.; MOLINILLO, J. M. G.; CUTLER, H. G. (Ed.). **Recent advances in allelopathy**. Cádiz: International Allelopathy Society, 1999. p. 463-470.

NGOH, S. P.; CHOO L. E. W.; PANG F. Y.; YAN HUANG; KINI M. R.; HO S. H. Insecticidal and repellent properties of nine volatile constituents of essential oils against the American cockroach (*Periplaneta Americana* L.). **Pesticide Science**, v. 54, n. 3, p. 261-268, 1998.

RICE, E.L. **Allelopathy**. New York: Academic Press, 1984. p. 422.

ROMAGNI, J. G.; DUKE, S. O.; DAYAN, F. E. Inhibition of plant asparagine synthetase by monoterpene cineol. **Plant Physiology**, v. 123, n. 2, p. 725-732, 2000.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analyses System**. Version 6.4. North Caroline, 1989.

SONOWA, M. M.; KÖNIG, W. A. Constituents of the essential oil of *Cyperus alopecuroides*. **Phytochemistry**, v. 56, n. 4, p. 321-325, 2001.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. Potencial alelopático de plantas de acapu (*Vouacapa americana*): efeitos sobre plantas daninhas de pastagens. **Planta Daninha**, v. 18, n. 3, p. 435-441, 2000.

SOUZA FILHO, A. P. S.; DUTRA, S.; SILVA, M. A. M. M. Métodos de superação da dormência de sementes de plantas daninhas de pastagens cultivadas da Amazônia. **Planta Daninha**, v. 16, n. 1, p. 2-11. 1998.

TARAYRE, M.; THOMPSON, J. D.; ESCARRE, J.; LINHART, Y. B. Intra-specific variation in the inhibitory effects of *Thymus vulgaris* (Labiatae) monoterpenes on seed germination. **Oecologia**, v. 101, n. 1, p. 110-118, 1995.

VILHENA, K. S. S. Estudo químico e atividade alelopática dos extratos brutos e do óleo essencial dos rizomas de *Cyperus articulatum* L. e *Cyperus giganteus* Vahl. (Cyperaceae). 2006. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.



Amazônia Oriental

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 9028