

ATIVIDADE POTENCIALMENTE ALELOPÁTICA EM EXTRATOS HIDROALCÓOLICOS DE *Cymbopogon* sp. (POACEAE)¹

Ana Paula C. DIAS²

Antonio Pedro da Silva SOUZA FILHO³

RESUMO: Extrato hidroalcóolico da parte aérea de *Cymbopogon* sp. (conhecido vulgarmente por capim-salsar) foi preparado nas concentrações de 2,0%, 4,0%, 6,0% e 8,0%, com o objetivo de avaliar e caracterizar a atividade potencialmente alelopática inibitória da germinação de sementes e do desenvolvimento da radícula e do hipocótilo das plantas daninhas de áreas de pastagens cultivadas *Mimosa pudica*, *Senna obtusifolia* e *Senna alata*. Screening fitoquímico e extração e análise do óleo essencial foram realizados com vista à identificação de prováveis compostos associados aos efeitos alelopáticos. A atividade potencialmente alelopática variou em função da concentração do extrato, da planta invasora e do parâmetro da planta analisado. Os efeitos inibitórios estiveram positivamente relacionados à concentração do extrato, com efeitos de maior magnitude observados na concentração de 8,0%. Comparativamente, *M. pudica* foi a espécie que evidenciou maior sensibilidade aos efeitos alelopáticos, sendo *S. alata* a de menor sensibilidade. Considerando-se os efeitos potencialmente alelopáticos promovidos sobre os diferentes parâmetros das plantas analisados, as inibições mais intensas foram verificadas sobre a germinação das sementes, vindo, em seguida, o desenvolvimento da radícula. Esses efeitos podem estar associados tanto à presença de alcalóides, esteróides, terpenóides e derivados da cumarina como aos constituintes de óleos essenciais presentes na parte aérea do capim-salsar, isoladamente ou pelo sinergismo entre esses componentes.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Alelopatia, Hipocótilo, Inibição, Óleo Essencial, Radícula, Semente.

POTENTIALY ALLELOPATHIC ACTIVITY IN HIDROALCOHOLIC EXTRATS OF *Cymbopogon* sp. (POACEA)

ABSTRACT: Hydroalcoholic extract from shoots of *Cymbopogon* sp. was prepared under the concentrations of 2.0%, 4.0%, 6.0% and 8.0% in order to evaluate and characterize the potential inhibitory allelopathic activity on seed germination and radicle and hypocotyl development of the pasture weeds *Mimosa pudica*, *Senna obtusifolia* and *Senna alata*. Phytochemical screening extraction and analysis of the essential oil were carried out for the identification of possible compounds associated with the allelopathic effects. The potential allelopathic activity varied according to the extract concentration, weed species and evaluated parameter. The inhibitory effects were positively related to the extract concentration, with greater effects observed for the concentration of 8.0%. Comparatively, *M. pudica* was the species that showed the greatest sensibility to the allelopathic

¹ Aprovado para publicação em 01.07.05

² Aluna do curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pará. Rua Augusto Corrêa, 01. Bairro do Guamá. CEP:66075-900, Belém (PA).

³ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, S/N. Bairro do Marco. CEP: 66.095-100, Belém (PA).

effects, being *S. alata* the least sensible species. Comparing the potentially allelopathic effects observed for the various analyzed parameter, the most intense inhibitions were observed on seed germination followed by radicle development. These effects could be associated to the presence of alkaloids, steroids, terpenoids and coumarin derivates, as well as to the components of essential oils found in *Cymbopogon* sp. shoots, individually or by synergism among these compounds

INDEX TERMS: Allelopathy, Essential Oils, Hypocotyl, Inhibition, Radicle, Seed

1 INTRODUÇÃO

As plantas daninhas se constituem no principal problema a limitar o desenvolvimento da atividade agrícola nas regiões tropicais, promovendo enormes perdas à produção de alimentos e fibras e à produção animal. Essas perdas incluem tanto a redução da produtividade das culturas e da qualidade dos produtos, como o aumento nos custos de manutenção da pastagem e redução nos índices de retorno dos investimentos aplicados. Especificamente nas áreas de pastagens cultivadas da região amazônica, essas plantas merecem especial atenção, quer pela diversidade e abundância com que ocorrem, quer por representarem o principal componente nos custos da atividade.

Os métodos de controles dessas plantas empregados pelos produtores envolvem o uso do fogo, a roçagem e o emprego de produtos químicos. O uso do fogo, pelas insatisfações sociais que suscitam, mormente em função do seu relacionamento com o efeito estufa, tem sido reduzido. A roçagem manual ou mecânica tem se mostrado ineficiente, principalmente em relação àquelas espécies de plantas daninhas que se multiplicam vegetativamente, fazendo com que o produtor repita sistematicamente o processo,

tornando-o antieconômico. O uso de herbicidas sintéticos tem merecido sérias restrições, não só por colocar em risco os recursos naturais, mas, também, por contaminar os alimentos utilizados na dieta dos animais, em geral, e dos humanos, em particular. Adicionalmente a esses fatores, em muitos sistemas agrícolas tem sido observado aumento no número de plantas daninhas resistentes (tolerantes) aos herbicidas disponíveis no mercado (LEBARON, 1991; JASIENIUK; BRULÉ-ABABEL; MORRISON, 1996), o que reduz, substancialmente, a sua eficiência.

A ação conjunta desses fatores, traz à tona a necessidade de se estabelecer novos paradigmas de controle de plantas daninhas, que considerem a necessidade de preservação dos recursos naturais, a qualidade dos alimentos e que seja, ao mesmo tempo, eficiente no controle das plantas daninhas. Nesse contexto, os inúmeros metabólitos secundários produzidos pelas plantas superiores podem fornecer surpreendente diversidade de estruturas químicas, as quais oferecem oportunidade para a produção de novos e eficientes defensivos agrícolas. Embora um número razoável de produtos secundários das plantas já tenham sido isolados,

identificados e caracterizados, quanto suas propriedades alelopáticas, o total numérico de substâncias químicas com potencial de uso na agricultura pode atingir o elevado número de 400 000 (SWAIN, 1977; BANSAL; BHAN, 1993). Alguns desses compostos, ou mesmo seus análogos, poderão fornecer novas e importantes fontes químicas para a produção de bioerbicidas.

As fontes disponíveis para agentes com atividades alelopáticas podem derivar de três grupos principais: a) Metabólitos oriundos de espécies pertencentes a um mesmo ecossistema; b) Metabólitos secundários originários de outros ecossistemas, não necessariamente relacionados com determinado estudo; e c) Síntese similar de aleloquímicos (MACIAS, 1995). Considerando-se que o capim-salsar é um espécie não relacionada à atividade pecuária, o presente estudo se enquadra na estratégia b.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar e caracterizar a atividade potencialmente alelopática inibitória da germinação de sementes e do desenvolvimento da radícula e do hipocótilo de diferentes plantas daninhas de área de pastagens cultivadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 OBTENÇÃO DO MATERIAL VEGETATIVO

O capim-salsar (*Cymbopogon* sp.) foi coletado no horto de plantas medicinais da Embrapa Amazônia Oriental, localizado em

Belém, Pará. Foram cortados 2 kg da parte aérea (folhas + colmo). Uma parte desse material (1 kg) foi seco em estufa com circulação de ar forçado, à temperatura constante de 40 °C, durante 72 horas. Posteriormente, foi triturado em moinho tipo faca e acondicionado em saco de plástico.

2.2 OBTENÇÃO DO EXTRATO HIDROALCÓOLICO

Parte do material triturado e seco (800g) foi transferido para um erlenmeyer com capacidade para 6 litros, adicionando-se mistura de água e etanol, na proporção de 30:70. A extração foi realizada em condições ambientais de temperatura, luz e umidade relativa do ar normais, permanecendo a mistura em repouso por três dias seguidos, filtrando e adicionando-se mais solução hidroalcóolica sucessivamente até a solução apresentar uma coloração embranquecida. Após filtração, retirava-se a fase alcóolica em um evaporador rotativo, mantendo-se a fase aquosa em geladeira. Posteriormente, a fase aquosa foi liofilizada, utilizando-se o material resultante desse processo para o preparo das soluções e determinações químicas.

2.3 REALIZAÇÃO DO SCREENING FITOQUÍMICO

O screening fitoquímico, para a identificação das principais classes de substâncias químicas com atividades alelopáticas, presentes nos extratos, foi realizado conforme os procedimentos descritos por Assunção e Morita (1968) e

Ugaz (1988), utilizando-se os 200 g restantes do material seco na estufa a 40°C.

2.4 DETERMINAÇÃO DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

O restante do material colhido (1 kg – que não foi submetido à secagem em estufa) foi deixado em condições ambientais normais de temperatura, luz e umidade relativa do ar, até que apresentasse condições quebradiça. Esse material foi utilizado para a determinações dos óleos essenciais. A extração do óleo essencial foi realizada em extrator Cleveneger, por quatro horas. Após essa fase, quantidades de sulfato de sódio anidro foram adicionadas ao destilado para secagem mais eficiente. Os diferentes componentes do óleo essencial foram determinados, utilizando-se o Sistema Finnigan: VARIAN 3400 acoplado a espectrômetro de massas INCOS XL, com coluna DB-5 (1=30m; F=0,25 mm; filme=0,25 mm), injeção tipo splitless de 1mL de solução n-hexano 1:1000, temperatura programada para 60°C-270°C, com gradiente de 3 °C/min. Temperatura do injetor 220 °C, temperatura da fonte de íons 180 °C. Gás de arraste Hélio, com velocidade ajustada para 32 cm/s (medido a 100 °C). Impacto eletrônico 70 eV.

2.5 AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE POTENCIALMENTE ALELOPÁTICA

A atividade alelopática foi aquilatada considerando os efeitos sobre a germinação e o desenvolvimento das plantas receptoras. Os bioensaios de germinação foram desenvolvidos em condições controladas de

25°C de temperatura constante e fotoperíodo de 12 horas. A germinação foi monitorada em período de 10 dias, com contagens diárias e eliminação das sementes germinadas. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que apresentavam extensão radicular igual ou superior a 2 mm (JUNTILA, 1976; DURAN; TORTOSA, 1985). Cada placa de Petri de 9 cm de diâmetro recebeu 20 sementes.

Na avaliação dos efeitos alelopáticos sobre o desenvolvimento das plantas, consideraram-se o desenvolvimento da radícula e do hipocótilo. Os bioensaios foram realizados em condições controladas de 25 °C de temperatura constante e fotoperíodo de 24 horas. Ao final de um período de crescimento de 10 dias, mediu-se o comprimento da radícula e do hipocótilo. Para cada placa de Petri, utilizaram-se três sementes pré-germinadas, com, aproximadamente, dois dias de germinadas.

2.6 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

As avaliações dos efeitos potencialmente alelopáticos foram realizadas nas concentrações de 2; 4; 6 e 8 %. Cada placa de Petri de 9 cm de diâmetro recebeu 3 mL da solução, distribuída sobre uma folha de papel de filtro qualitativo. Após evaporação do solvente, adicionavam-se 3 mL de água destilada, mantendo-se, desta forma a concentração original. O extrato foi adicionado apenas uma vez, quando do início dos experimentos, sendo, a partir de então, adicionado apenas água destilada, sempre que necessário. Como fator de comparação,

foi utilizada a água destilada como tratamento testemunha.

Como plantas receptoras, utilizaram-se as plantas daninhas de maior importância bioeconômica para as áreas de pastagens da Região Amazônica, que são: malícia (*Mimosa pudica*) e duas espécies do gênero Senna, popularmente conhecidas por mata-pasto (*Senna alata* e *Senna obtusifolia*). As sementes foram coletadas em áreas de pastagens cultivadas, em fazendas localizadas no município de Castanhal, estado do Pará. Passaram por um processo de limpeza e foram tratadas com vista à superação da dormência (SOUZA FILHO; DUTRA; SILVA 1998).

O delineamento experimental para os bioensaios de germinação de sementes e de alongamento da radícula e do hipocótilo foi inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados foram analisados pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Todas as análises foram feitas utilizando-se o SAS (SAS, 1989).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação das sementes das espécies de plantas daninhas variou ($p < 0,05$) em função da concentração do extrato e da espécie de planta daninha utilizada como receptora. Independentemente da planta daninha, a tendência geral observada foi de relação positiva entre a concentração do extrato e a inibição da germinação das sementes, com as inibições mais intensas observadas na concentração de 8% e a mais

baixa à 2%. Individualmente, a germinação das sementes das plantas daninhas foi inibida em diferentes intensidades, indicando variação de sensibilidade aos extratos. Para *M. pudica* concentrações iguais ou superiores a 6% promoveram inibição da ordem de 100% na germinação, sendo que mesmo em concentração de 4%, a inibição atingiu 85%. Já *S. obtusifolia*, a inibição mais intensa foi de 83%, observada na concentração de 8%, sendo que em qualquer das concentrações foi obtida inibição da ordem de 100%. As inibições promovidas sobre a germinação das sementes de *S. alata* foram extremamente baixas até a concentração de 6%, quando atingiu apenas 5% de inibição. Para concentração de 8%, a inibição foi expressiva, atingindo 60,0% (Tabela 1).

A atividade biológica de um determinado aleloquímico depende tanto da concentração do aleloquímico como do limite de resposta da espécie afetada. O limite de inibição para uma substância não é constante, porém, está intimamente relacionada à sensibilidade da espécie receptora e aos processos da planta (REIGOSA; SANCHEZ-MOREIRA; GONZALEZ, 1999; ABRANHIM; KELMER-BRACHT; ISHII-IWAMOTO 2000; KATO-NOGUCHI et al., 1994). As variações nos efeitos inibitórios observados neste trabalho estão em consonância com esses preceitos, tanto em relação ao fator concentração como às diferenças entre as espécies de plantas daninhas utilizadas como receptoras.

Tabela 1 – Efeitos do extrato hidroalcólico do capim-salsar sobre a germinação de sementes de plantas daninhas de áreas de pastagens. Dados expressos em percentual de inibição em relação ao tratamento testemunha (água destilada).

Extrato hidroalcólico (%)	Espécie receptora		
	<i>M. pudica</i>	<i>S. obtusifolia</i>	<i>S. alata</i>
2	30Ca	18Db	0Cc
4	85Ba	36Cb	0Cc
6	100Aa	42Bb	5Bc
8	100Aa	83Ab	60Ac

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

As variações observadas na intensidade dos efeitos alelopáticos sobre a germinação das espécies de plantas daninhas indicam que a sensibilidade da germinação variou na seguinte ordem decrescente: *M. pudica* > *S. obtusifolia* > *S. alata*. Essa variação pode ser explicada pelo tamanho das sementes das plantas. Aparentemente, sementes pequenas, como é o caso das sementes de *M. pudica*, são mais intensamente inibidas pelos extratos do que sementes maiores, como é o caso das sementes de *S. alata* (SOUZA FILHO; ALVES; FIGUEIREDO, 2003).

À semelhança dos resultados observados quando da avaliação da germinação das sementes, os efeitos promovidos sobre o desenvolvimento da radícula, também, estiveram positivamente relacionados à concentração do extrato hidroalcólico do capim-salsar, sendo as inibições de menor e de maior intensidades verificadas nas concentrações de 2% e 8%,

respectivamente. As inibições mais intensas foram promovidas sobre o desenvolvimento da radícula da invasora *M. pudica*, sendo seguida pela *S. obtusifolia*, ficando a espécie *S. alata* como a espécie que evidenciou menor sensibilidade aos efeitos do extrato (Tabela 2).

Repetindo os resultados anteriormente descrito, a tendência observada para os efeitos sobre o desenvolvimento do hipocótilo também foi de aumento do potencial inibitório em função da concentração do extrato. A espécie de planta daninha também foi fator preponderante nos resultados obtidos, sendo, novamente, a espécie *M. pudica* a mais sensível aos efeitos do extrato hidroalcólico, ficando *S. alata* como a espécie de menor sensibilidade (Tabela 3).

Comparando-se os efeitos promovidos sobre a germinação das sementes (Tabela 1), desenvolvimento da radícula (Tabela 2) e desenvolvimento do hipocótilo (Tabela 3), observa-se que os efeitos

potencialmente alelopáticos inibitórios foram mais intensos sobre a germinação das sementes, vindo em segundo lugar o desenvolvimento da radícula e o desenvolvimento do hipocótilo como o fator de menor sensibilidade.

Esses resultados indicam que as substâncias com atividades alelopáticas presentes no extrato hidroalcóolico do capim-salsar tem maior potencial como bioerbicida pré-emergente.

Tabela 2 – Efeitos do extrato hidroalcóolico do capim-salsar sobre o desenvolvimento da radícula de plantas daninhas de área de pastagens cultivadas. Dados expressos em percentual de inibição em relação ao tratamento testemunha (água destilada).

Extrato hidroalcóolico (%)	Espécie receptora		
	<i>M. pudica</i>	<i>S. obtusifolia</i>	<i>S. alata</i>
2	46Ca	20Cb	17Cb
4	67Ba	55Bb	330Bc
6	67Ba	60Ab	330Bc
8	76Aa	60Ab	50Ac

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela 3 – Efeitos de extrato hidroalcóolico do capim-salsar sobre o desenvolvimento do hipocótilo de plantas daninhas de área de pastagens. Dados expressos em percentual de inibição em relação ao tratamento testemunha (água destilada).

Extrato hidroalcóolico (%)	Espécie receptora		
	<i>M. pudica</i>	<i>S. obtusifolia</i>	<i>S. alata</i>
2	27Da	23Bb	13Dc
4	33Ca	33Aa	21Cb
6	40Ba	33Ab	26Bc
8	46Aa	36Ab	30Ac

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

As plantas produzem e estocam vários compostos com propriedades alelopáticas altamente diversificadas quimicamente, os quais são comumente encontrados em quantidades e composição variadas, dependendo da espécie estudada (PUTNAM, 1985). Vários aleloquímicos têm sido descritos em detalhes por autores como Putnam e Tang (1986). Wittaker e Feeny (1971) classificam esses produtos secundários em cinco categorias, envolvendo os terpenóides, os esteróides, os alcalóides, as acetogeninas e os fenilpropanóides. Rice (1984) apresentou

uma classificação mais ampla, envolvendo quinonas, taninos, flavonóides e outros. No presente trabalho foram identificadas várias classes de substâncias químicas com atividades alelopáticas já comprovadas, entre elas derivados da cumarina, esteróides e triterpenóides e alcalóides (Quadro 1). As evidências existentes na literatura mostram claramente que cumarinas, esteróides e triterpenóides e alcalóides apresentam potencial alelopático inibitório da germinação de sementes e do desenvolvimento de plantas (MACIAS, 1995; ANAYA, 1999; BASKIN et al., 1976).

Quadro 1 – Classes de aleloquímicos identificados na parte área do capim-salsar.

Classe de aleloquímico	Resultado
Ácidos orgânicos	Negativo
Açúcares redutores	Positivo
Polissacarídeos	Negativo
Proteínas e aminoácidos	Positivo
Taninos	Negativo
Catequínas	Negativo
Derivados benzoquininos	Negativo
Flavonóides	Negativo
Glicosídeos cardíacos	Negativo
Lactonas	Negativo
Azulenos	Mascarado
Carotenóides	Positivo
Esteróides e Triterpenóides	Positivo
Depsídios	Mascarado
Derivados de cumarinas	Positivo
Saponinas espumílica	Negativo
Alcalóides	Positivo
Purinas	Negativo
Antraquinonas	Negativo

Entretanto, não se pode descartar que parte dos resultados obtidos esteja associado à presença de óleos essenciais nas folhas do capim-salsar. Na Figura 1 são apresentados os esqueletos estruturais de diferentes componentes do óleo essencial encontrados na parte aérea do capim-salsar, e na Figura 2, o cromatograma do hidrodestilado analisado em CG/EM. Os principais componentes identificados, em termos de concentração, foram o citronelal com 38%, geraniol com 18%, geranial com 12%, elemol com 6%,

a-cadinol com 7,21%, lioneno com 2,54%, b-elemeno com 2%, d-cadineno com 2%. Vitti e Brito (2003) mostram que o principal componente do óleo essencial do *Eucalyptis citriodora* é o citronelal, com teor variando entre 65% a 80%. Em estudos desenvolvidos com essa espécie florestal, Nashimura, Nakamura e Mizutani (1984) evidenciaram a atividade alelopática desse composto. Efeitos semelhantes atribuídos ao limoneno, também identificados no presente trabalho, foram apresentado por Fischer (1991).

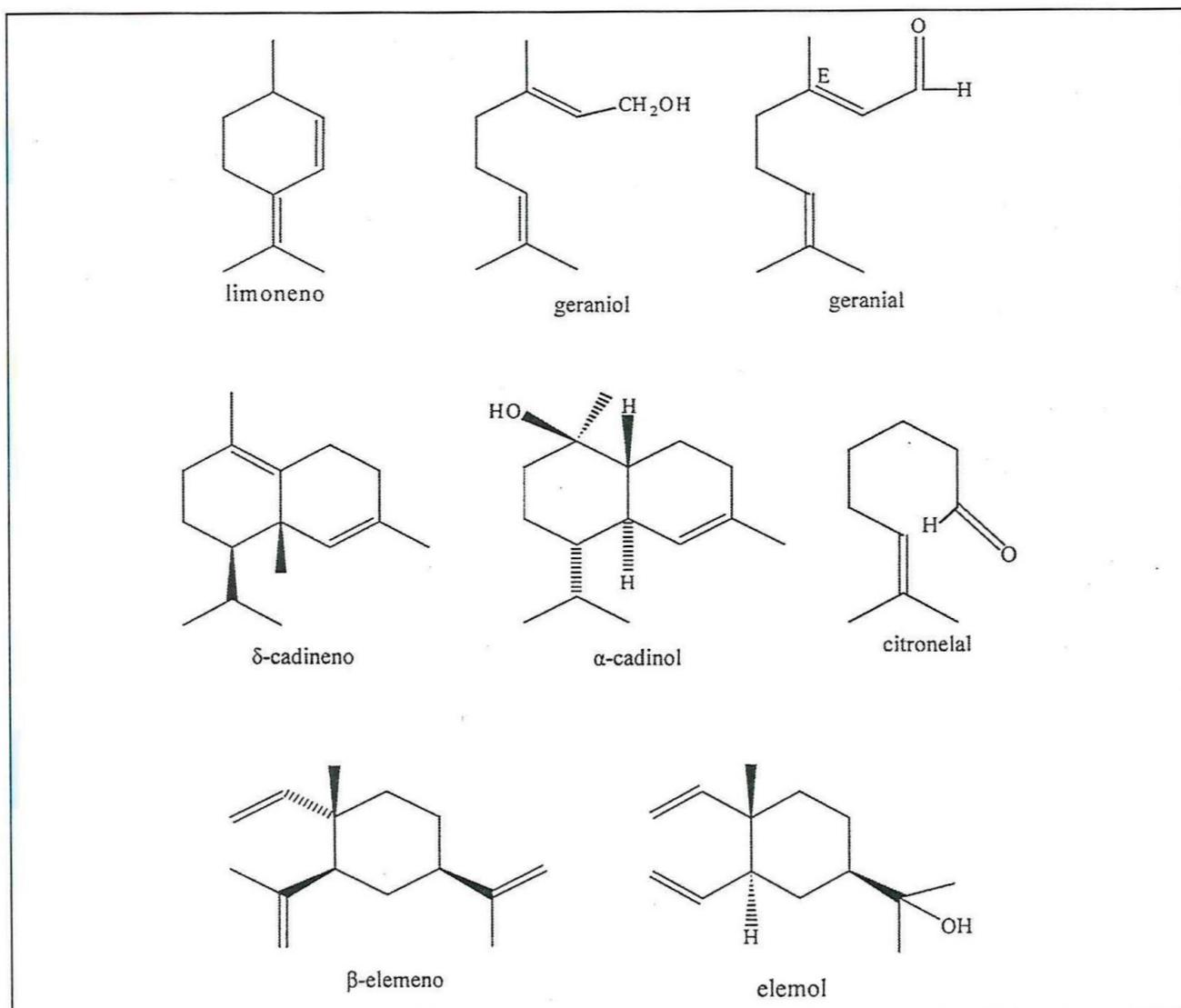


Figura 1 – Estrutura química de terpenos hidrodestilados identificados na parte aérea do capim-salsar

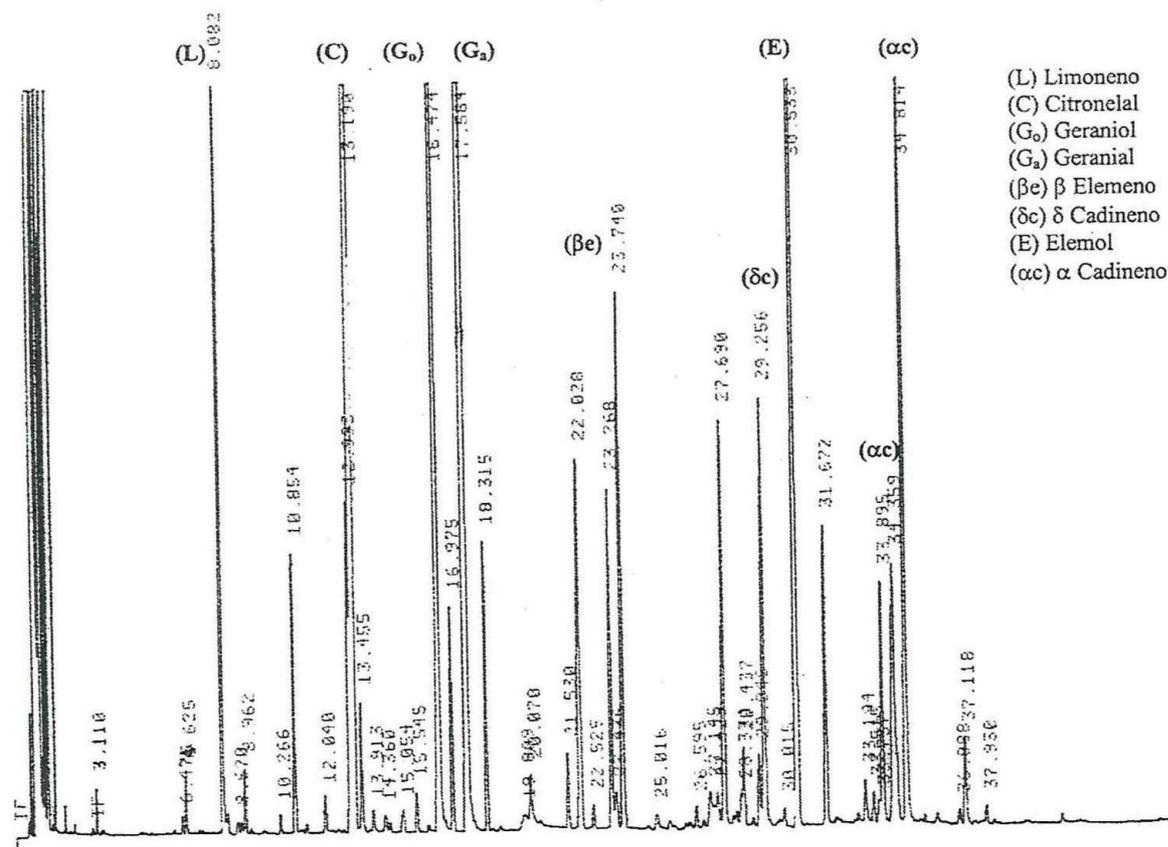


Figura 2 – Cromatograma do hidrodestilado do capim-salsar, analisado em CG/EM.

Outro componente do óleo essencial que pode ter contribuído para os resultados encontrados é o d - cadineno, embora tenha sido encontrado em baixa concentração (2% do total). Esse sesquiterpeno é considerado um aleloquímico em estado puro e tem apresentado fitotoxicidade sobre o desenvolvimento da radícula de algodão e trigo, em concentração de 1nM (RIFFLE et al., 1990). Outro componente do óleo essencial do capim-salsar, geranial (18% do total), tem sido associado à ação alelopática. Concentração de 32 nL/mL desse óleo, encontrado em *Cymbopogon citratus* foi suficiente para promover inibição da ordem de 50% na germinação de sementes de trigo. Geraniol, que também foi identificado no presente trabalho, como

componente do óleo essencial, tem sido relatado como importante aleloquímico (FISCHER et al., 1994).

O conjunto dessas informações indicam que a intensa ação alelopática manifestada pelo capim-salsar, tanto sobre a germinação de sementes como do desenvolvimento da radícula e do hipocótilo das plantas daninhas utilizadas como indicadoras, pode estar associada tanto aos diferentes componentes do óleo essencial isoladamente ou sinergicamente. Os efeitos observados podem, ainda, estar associados à ação sinérgica dos componentes do óleo essencial e das substâncias químicas pertencentes às classes de aleloquímicos identificadas na parte aérea do capim-salsar.

4 CONCLUSÃO

A atividade potencialmente alelopática do capim-salsar está associada tanto à presença de compostos químicos das classes de alcalóides, esteróides, terpenóides e derivados de cumarinas como aos constituintes do óleo essencial, isoladamente ou pelo sinergismo desses.

A intensidade dos efeitos alelopáticos é dependente da concentração do extrato, da espécie de planta daninha usada como indicadora e do parâmetro da planta analisado.

REFERÊNCIAS

- ABRAHIM, D.; KELMER-BRACHT, A.M.; ISHII-IWAMOTO, E.L. Effects of four monoterpenes on germination, primary root growth, and mitochondrial respiration of maize. *J. Chem. Ecol.*, v.26, n.2, p.611-624, 2000.
- ANAYA, A.L. Allelopathy as a tool in the management of biotic resources in agroecosystems. *Crit. Rev. Plant Sci.*, v.18, n.6, p.697-739, 1999.
- ASSUNÇÃO, R.M.V.; MORITA, T. *Manual de soluções e reagentes e solventes*. São Paulo: E. Blücher, 1968. 627p.
- BANSAL, G.L.; BHAN, V.M. Status of research on allelopathy and future scope of work in India. *Ind. J. Agric. Sci.*, v.63, n.12, p.769-776, 1993.
- BASKIN, J.M.; LUDLOW, C.S.; HARRIS, T.M.; WOLF, F.T. Psorales, an inhibitor in the seeds of *Psoralea subcaukis* (Leguminosae). *Phytochemistry*, v.6, p.1209, 1976.
- DURAN, J.M.; TORTOSA, M.E. The effect of mechanical and a chemical scarification on germination of charlock (*Sinapsis arvensis* L.) seeds. *Seed Sci. Technol.*, v.13, n.1, p.155-163, 1985.
- FISCHER, N.H. Plant terpenoids as allelopathy agents. In: HARBONE, J.B.; TOMES-BARBERAN, F.A. (Ed.). *Ecological chemistry and biochemistry of plant terpenoids*. Oxford: Clarendon Press, 1991. p.377-399.
- ; WILLIAMSON, G.B.; WEIDENHAMER, J.D.; RICHARDSON, D.R. In research of allelopathy in the Florida scrub: the role of terpenoids. *J. Chem. Ecol.*, v.20, n.6, p.1355-1380, 1994.
- JASIENIUK, M.; BRÜLÉ-ABABEL, A.; MORRISON, I.N. The evolution and genetics of herbicide resistance in weeds. *Weed Sci.*, v.44, n.1, p.176-193, 1996.
- JUNTILA, O. Seed and embryo germination in *S. vulgaris* and *S. reflexa* as affected by temperature during seed development. *Physiol. Plant.*, v.29, p.264-268, 1976.
- KATO-NOGUCHI, H.; KOSEMURA, S.; YAMAMURA, S.; MIZUTANI, J.; HASEGAWA, K. Allelopathy of oats. I. Assessment of allelopathic potential of extract of oat shoots and identification of an allelochemical. *J. Chem. Ecol.*, v.20, n.2, p.309-314, 1994.

- LEBARON, H.M. Distribution and seriousness of herbicide resistant infestations worldwide. In: CASELEY, J.C.; CUSSANS, G.W.; ATKIN, R.N. (Ed.). *Herbicide resistances in weeds crops*. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1991. p.27-43.
- MACIAS, F.A. Allelopathy in the search of natural herbicide models. In: DAKISHINI, K.M.M.; EINHELLIG, F.A. *Allelopathy: organisms, processes and applications*. Washington, DC: American Chemical Society, 1995. p.310-329. (ACS. Symposium Series, 582).
- NASHIMURA, H.; NAKAMURA, T.; MIZUTANI, S. Allelopathy effects of p-menthane-3,8-diols in *Eucalyptus citriodora*. *Phytochemistry*, v.23, n.12, p.2777-2779, 1984.
- PUTNAM, A.R. Weed allelopathy. In: DUKE, S.O. (Ed.). *Weed physiology*. Florida: CRS Press, 1985. p.131-155.
- _____; TANG, C.S. Allelopathy: status of the science. In: PUTNAM, A.R.; TANG, C.S. (Ed.). *The science of allelopathy*. New York: J. Willey, 1986. p.1-19.
- REIGOSA, M.J.; SANCHEZ-MOREIRA, A.; GONZALES, L. Ecophysiological approach in allelopathy. *Crit. Rev. Plant Sci.*, v.18, n.5, p.577-608, 1999.
- RICE, E.L. *Allelopathy*. New York: Academic Press, 1984. 422p.
- RIFFLES, M.S.; WALLER, G.R.; MURRAY, D.S.; SGARAMELLO, R.P. Devil's-claw (*Proboscidea louisianica*), essential oil and its components. *J. Chem. Ecol.*, v.16, n.6, p.1927-1940, 1990.
- SAS Institute. *User's guide*. Version 6. 4th ed. North Caroline, 1989. 846p.
- SOUZA FILHO, A.P.S.; ALVES, S.M.; FIGUEIREDO, F.J.C. Efeitos alelopáticos do calopogônio em função de sua idade e da densidade de sementes da planta receptora. *Planta Daninha*, v.21, n.2, p.211-218, 2003.
- _____; 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.3-11, 1998.
- SWAIN, T. Secondary compounds as protective agents. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, v.28, p.479-501, 1977.
- UGAZ, O.L. *Investigación fitoquímica: métodos em el estudio de productos naturales*. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Peru, 1988. 213p.
- VITTI, A.M.S.; BRITO, J.O. *Óleo essencial de eucalipto*. São Paulo: IPEF, 2003. (Documentos Florestais, n.17). Disponível em: <www.ipefbr/publicações/docflorestais>. Acesso em: 13 fev. 2004.
- WITTAKER, R.H.; FEENY, P.P. Allelochemies: chemical interaction between species. *Science*, v. 171, p.757-770, 1971.