

PADRÃO DE RESPOSTA DE *Mimosa pudica* E *Senna obtusifolia* À ATIVIDADE POTENCIALMENTE ALELOPÁTICA DE ESPÉCIES DE POACEAE¹

Response Pattern of Mimosa pudica e Senna obtusifolia to Potentially Allelopathic Activity of Poaceae Species

SOUZA FILHO, A.P.S.² e MOURÃO JR., M.³

RESUMO - A alelopatia é um importante mediador de interferências que alteram a dinâmica de espécies de plantas em sistemas agrícolas. Neste trabalho, procurou-se determinar a existência de padrão de respostas das plantas daninhas *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia* a espécies da família Poaceae, via interação entre espécies e frações e ordenamento dos efeitos. Bioensaios de germinação de sementes e alongamento da radícula e do hipocótilo foram desenvolvidos, em condições controladas. Os testes foram realizados utilizando-se extratos hidroalcoólicos na concentração de 1,0% das frações folha, raiz e sementes de quatro espécies de Poaceae. Diferenças na intensidade dos efeitos para os fatores espécie e fração foram verificadas. O padrão de atividade observado foi de *Paspalum maritimum* apresentar as inibições mais intensas. Entre as espécies de *Brachiaria*, as inibições mais intensas foram produzidas por *B. brizantha*. Houve resposta efetiva para a especificidade entre espécies e fração para a germinação e alongamento da radícula, especialmente na espécie *Mimosa pudica*. Apenas para os extratos de *P. maritimum* foram observadas especificidade e efetividade em relação à germinação de sementes e alongamento da radícula da espécie *Senna obtusifolia*. A fração folha foi mais efetiva nas inibições, sobretudo na espécie *P. maritimum*. Comparativamente, a espécie *Mimosa pudica* foi mais sensível aos efeitos dos extratos, especialmente em relação ao desenvolvimento da radícula e do hipocótilo. A intensidade dos efeitos alelopáticos variou na seguinte ordem: alongamento da radícula > germinação de sementes > alongamento do hipocótilo. A ordenação dos resultados, para os indicadores de inibição, indicou discriminação no padrão para as espécies receptoras, o que sugere especificidade dos extratos.

Palavras-chave: alelopatia, *Brachiaria*, autovetores, invasoras, *Paspalum*.

ABSTRACT - Allelopathy is an important device to measure interferences affecting the dynamics of plant species in agricultural systems. This study aimed to determine the existence of response patterns of the weeds *Mimosa pudica* and *Senna obtusifolia* to species of the family Poaceae, through interaction between species and fractions, and arrangement of the effects. Bioassays of seed germination and radicle and hypocotyl elongation were developed under controlled conditions. Hydro-alcoholic extracts at 1.0% of the leaf, root and seed fractions of four species of Poaceae were tested. Differences in intensity of the effects for species and fractions were verified. The activity pattern observed for *Paspalum maritimum* was the presence of more intense inhibitions. Among *Brachiaria* species, the most intense inhibitions were produced by *B. brizantha*. There was an intense effective response for specificity between species and fractions for germination and radicle elongation, especially for *Mimosa pudica*. Only the *P. maritimum* extracts showed specificity and were effective in relation to seed germination and radicle elongation of the species *Senna obtusifolia*. Leaf fraction was more effective for inhibition, especially for the species *P. maritimum*. Comparatively, the species *Mimosa pudica* was more responsive to the effects of the extracts, especially in relation to radicle and hypocotyl development. The intensity of the allelopathic activities varied as follows: radicle elongation > seed germination > hypocotyl elongation. The arrangement of the results for indicators of inhibition showed a pattern discrimination for the receiving species, suggesting specificity of the extracts.

Keywords: allelopathy, *Brachiaria*, self-vectors, weeds, *Paspalum*.

¹ Recebido para publicação em 16.4.2010 e na forma revisada em 17.12.2010.

² Eng^o-Agr^o, Dr. Embrapa Amazônia Oriental. Trav. Dr. Enéas Pinheiro, S/N. 66095-100 Belém-Pará, <apedro@cpatu.embrapa.br>;

³ Biólogo, M.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, <mmourao@cpatu.embrapa.br>.



INTRODUÇÃO

Na região amazônica, o modelo de exploração da pecuária é dependente do uso das pastagens, em sua grande maioria formadas por gramíneas forrageiras. Nesse sistema, o sucesso ou insucesso dos empreendimentos está associado diretamente à qualidade das pastagens, que é, se não a única, a principal fonte de alimento para os animais. Alterações na dinâmica das espécies que compõem as áreas de pastagens cultivadas na Amazônia são observadas ao longo do seu ciclo, especialmente em relação as densidades das espécies, havendo, predominantemente, escassez das espécies desejáveis e dominância daquelas indesejáveis. Esse comportamento é atribuído a diferentes fatores, como uso de espécies de baixo potencial forrageiro, manejo inadequado das pastagens e dos animais e interferências devido à competição por fatores essenciais entre as espécies com exigências e padrões de desenvolvimento diferenciados.

Nas últimas décadas tem-se aventado a existência de outro tipo de interferência envolvida pela interação do tipo planta-planta, a qual é mediada por agentes químicos. A esse fenômeno Molisch, em 1937, chamou de alelopatia, e ao agente químico envolvido na interação, de aleloquímico (Whittaker, 1970; Rice, 1987). Teoricamente, todas as espécies de plantas são potencialmente capazes de sintetizar e liberar, para o ambiente, compostos químicos com propriedades alelopáticas, promovendo alterações no vigor e na densidade das espécies na vizinhança (Smith & Martin, 1994). Em muitos cultivos, como é o caso dos de ciclo curto, a existência de alelopatia já foi documentada em diferentes espécies (Yongqing, 2005; Chon & Kim, 2004; Doi et al., 2004). Em cultivos permanentes, onde as plantas cultivadas e as espécies de plantas daninhas convivem por longos períodos de tempo, a alelopatia assume aspecto relevante em termos de possibilidade de sua exploração em estratégia de manejo; é o caso das extensas áreas de pastagens cultivadas da região amazônica, as quais estão sempre sujeitas às interferências químicas (alelopatia) promovidas pelas plantas daninhas. Em que pese toda essa importância, poucos estudos foram desenvolvidos visando identificar e caracterizar essa propriedade, a exemplo do trabalho de Rodrigues et al. (2010).

A exploração desse fenômeno em áreas de pastagens cultivadas pode representar ganhos ambientais, econômicos e produtivos excepcionais, proporcionando aumento na eficiência da exploração, aumento na longevidade das pastagens e redução dos custos de limpeza das áreas. Para que se possa efetivar tais pontos vantajosos, é de suma importância identificar e selecionar espécies forrageiras com atividade alelopática que possam compor as pastagens cultivadas. As informações disponíveis, em termos de atividade alelopática de espécies de Poaceae utilizadas em pastagens, mostram efeitos contundentes sobre a germinação e o desenvolvimento de plantas daninhas (Snell & Quigley, 1993; Almeida & Rodrigues, 2001; Bertin et al., 2003). Dessa forma, este trabalho teve por objetivo determinar o padrão de resposta potencialmente alelopático de plantas daninhas de áreas de pastagens cultivadas às espécies da família Poaceae, via análise de interações entre espécies e suas frações (folha, raízes e sementes) e ordenamento destas sobre duas espécies-modelo de plantas daninhas que ocorrem em áreas de pastagens cultivadas da região amazônica.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta de material vegetativo: folhas e raízes das espécies *Brachiaria humidicola* (capim-quicuí-da-amazônia), *B. decumbens* (decumbens), *B. brizantha* cv. Marandu (braquiarião) e *Paspalum maritimum* (capim-gengibre) foram coletadas no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, localizado em Belém-PA. Por ocasião da coleta, as plantas não estavam florescendo ou mesmo produzindo sementes, as quais foram obtidas de revendedores, no município de Castanhal, Estado do Pará. Posteriormente, todas as frações foram secas em estufas de circulação forçada de ar a 40 °C, até peso constante. Em seguida, foram trituradas em moinho tipo faca.

Para a extração, utilizou-se mistura de água e metanol, na proporção de 7:3, empregando-se três litros da solução para cada kg de material seco triturado, por período de sete dias consecutivos, substituindo-se, diariamente, a mistura por três outros litros. Sequencialmente, realizou-se a retirada da solução, em evaporador rotativo, obtendo-se, dessa maneira, o extrato bruto concentrado hidroalcoólico das respectivas frações de cada espécie.

Espécies receptoras: foram utilizadas duas das principais plantas daninhas que infestam as áreas de pastagens cultivadas da Amazônia: malícia (*Mimosa pudica*) e mata-pasto (*Senna obtusifolia*). As sementes, coletadas em áreas de pastagens cultivadas em fase de degradação, no município de Terra Alta-PA, passaram por processo de limpeza e foram tratadas com vista à quebra da dormência, via imersão em ácido sulfúrico concentrado por 15 (malícia) e 20 minutos (mata-pasto).

Bioensaio de germinação de sementes: a germinação foi monitorada em períodos de 10 dias, com contagens diárias e eliminação das sementes germinadas. Foram consideradas sementes germinadas aquelas que apresentavam extensão da raiz primária igual ou superior a 2,00 mm (Juntilla, 1976; Duram & Tortosa, 1985). Os testes foram realizados em câmaras tipo BOD, com temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas. Cada placa de Petri de 9,0 cm de diâmetro, forrada com uma folha de papel-filtro qualitativo, recebeu 30 sementes.

Bioensaio de alongamento da radícula e do hipocótilo: os testes foram realizados em câmaras tipo BOD, em condições controladas de 25 °C de temperatura constante e fotoperíodo de 24 horas. Cada placa de Petri, também forrada com uma folha de papel-filtro qualitativo, recebeu três sementes pré-germinadas, com dois dias de germinação; no final de um período de 10 dias de crescimento, mediram-se os comprimentos da radícula e do hipocótilo.

Outros procedimentos experimentais: para todos os testes, empregou-se a mesma concentração de 1,0%, adicionando-se, em cada placa de Petri, o volume de 3,0 mL, deixando-se evaporar o solvente e adicionando água destilada, no volume correspondente ao evaporado. As soluções-teste foram adicionadas apenas uma vez, quando do início dos bioensaios, sendo a partir de então adicionada apenas água destilada, sempre que necessário.

Delineamento experimental e análise estatística: o delineamento experimental foi do tipo inteiramente casualizado, com três repetições, tendo como tratamento testemunha a água destilada. Os valores de inibição de germinação ($\delta_{(g)}$) e de alongamento do hipocótilo

($\delta_{(h)}$) e da radícula ($\delta_{(r)}$) das espécies receptoras, em cada um dos extratos das frações das espécies, foram analisados por meio do modelo linear geral (GLM) [1], constando do efeito das espécies e frações, bem como da interação entre estas. O modelo foi testado via teste F, e os valores médios, dada a significância do modelo, foram contrastados segundo o teste de Tukey. Tanto no caso do teste F quanto do teste de comparação múltipla, foi adotado o nível de significância de 5%.

$$y = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad [1]$$

em que: μ – constante associada a todas as observações, tomada como média global; α_i – efeito da espécie; β_j – efeito da fração; $\alpha\beta_{ij}$ – interação espécie*fração; ε_{ijk} – erro.

Com relação ao controle de inibição de germinação, alongamento do hipocótilo e da radícula, em cada um dos extratos das frações das espécies esses valores foram classificados como: efetivos – limites superiores do intervalo de confiança de 95% da média iguais ou superiores a 50% de inibição; e potenciais – limites superiores do intervalo de confiança de 95% da média iguais ou superiores a 35% de inibição.

A diferença entre as médias de inibição de germinação, de formação do hipocótilo e de radículas entre as espécies receptoras, em cada um dos extratos das frações das espécies, foi testada via teste t. A especificidade de inibição de uma dada fração das espécies com relação às espécies-modelo foi considerada em função da diferença significativa entre seus valores médios, tendo sido classificada em: efetiva – diferença estatística altamente significativa ($p < 0,001$); e potencial – diferença estatística significativa ($p < 0,05$).

A ordenação multivariada, efetuada por meio de análise de componentes principais (PCA – Principal Component Analysis), foi empregada, constituindo-se da inibição de germinação e do alongamento do hipocótilo e radículas nas espécies-modelo *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia* pelos extratos das frações das espécies avaliadas. A extração dos autovalores adotou a regra de Kaiser, e a extração dos autovetores assinalou os que apresentassem valores $|\lambda| < 0,35$.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos potencialmente alelopáticos sobre *Mimosa pudica*

Para a espécie *Mimosa pudica*, foram determinadas diferenças altamente significativas ($p < 0,001$) tanto entre as espécies quanto para as suas frações, bem como no tocante à interação entre as espécies e suas frações (Tabela 1). Avaliando os componentes de variação, observa-se que, no caso da inibição da germinação, o efeito fração foi o mais representativo, explicando cerca de 74% da variação global dos dados, seguido da interação espécies*fração, que explicou cerca de 20% da variação desses dados. Já o efeito das espécies foi o que menos explicou a variação global dos dados, contribuindo com cerca de 6% desta (Tabela 1).

A inibição do alongamento do hipocótilo foi mais influenciada pelo efeito das espécies (51% da variação global), seguida da interação espécies*fração (27% da variação global) e do efeito da fração da espécie (21% da variação) (Tabela 1). A inibição de radículas foi influenciada pela fração da espécie (40% da variação global) e pela interação espécies*fração (32% da variação global). O efeito espécies (28% da variação global) também foi elevado. A inibição de radículas foi influenciada pela fração da espécie (40% da variação global) e pela interação espécies*fração (32% da variação global). O efeito espécies (28% da variação global) também foi elevado.

De modo geral, a inibição da germinação de *Mimosa pudica* apresentou maiores valores em *B. brizantha* ($\delta_{(g)}=30\%$) do que com relação ao restante das espécies ($\delta_{(g)}=24\%$). Também, de maneira global, foram assinalados maiores valores de inibição de germinação na fração

foliar ($\delta_{(g)}=36\%$), seguida de raízes ($\delta_{(g)}=23\%$) e sementes ($\delta_{(g)}=18\%$) (Tabela 2).

Em todas as espécies, a fração foliar foi superior, oscilando entre 30 e 32% nas espécies do gênero *Brachiaria* e com valor médio de 50% em *P. maritimum*. Já a fração radicular foi intermediária em *B. decumbens* ($\delta_{(g)}=24\%$) e *B. humidicola* ($\delta_{(g)}=28\%$) e inferior em *B. brizantha* ($\delta_{(g)}=28\%$) e *P. maritimum* ($\delta_{(g)}=10\%$) (Tabela 2, Figura 1A).

Na fração folha, *P. maritimum* apresentou o maior valor de inibição de germinação de *Mimosa pudica* ($\delta_{(g)}=50\%$), sendo este muito superior ao do restante das espécies ($\delta_{(g)}=30-32\%$). Na fração radicular, *B. humidicola* e *B. brizantha* ($\delta_{(g)}=28\%$) apresentaram os maiores valores de inibição de germinação ($\delta_{(g)}=28\%$), seguidas de *B. decumbens* ($\delta_{(g)}=24\%$) e *P. maritimum* ($\delta_{(g)}=12\%$) (Tabela 2 e Figura 1A). Já na fração semente, os maiores valores de inibição de germinação foram assinalados em *B. brizantha* ($\delta_{(g)}=30\%$), seguida de *B. decumbens* ($\delta_{(g)}=17\%$) e *B. humidicola* e *P. maritimum* ($\delta_{(g)}=11-13\%$) (Tabela 2 e Figura 1A).

A inibição do hipocótilo teve, de modo global, maiores valores assinalados em *B. brizantha* ($\delta_{(h)}=24\%$) e valores intermediários em *B. humidicola* ($\delta_{(h)}=17\%$). As outras espécies, *B. decumbens* e *P. maritimum* ($\delta_{(h)}=13-14\%$), apresentaram os menores valores de inibição do hipocótilo. Entre as frações, a folha ($\delta_{(h)}=20\%$) foi a que apresentou o maior valor médio ($\delta_{(h)}=36\%$). As frações folha e semente foram superiores nas espécies *B. brizantha* ($\delta_{(h)}=27-29\%$) e *B. decumbens* ($\delta_{(h)}=27-29\%$), enquanto a fração raiz foi inferior nessas espécies ($\delta_{(h)}=14-15\%$). Em *B. humidicola* a fração folha ($\delta_{(h)}=23\%$) foi superior, seguida da fração raiz ($\delta_{(h)}=19\%$) e da fração semente ($\delta_{(h)}=9\%$). Quanto a *P. maritimum*, a fração raiz ($\delta_{(h)}=18\%$)

Tabela 1 - Valores de quadrados médios dos componentes do modelo adotado e significância segundo o teste F para os valores de inibição de germinação ($\delta_{(g)}$), e do alongamento do hipocótilo ($\delta_{(h)}$) e da radícula ($\delta_{(r)}$) de *Mimosa pudica*

| Componente do modelo | g.l. | $\delta_{(g)}$ | | $\delta_{(h)}$ | | $\delta_{(r)}$ | |
|----------------------|------|----------------|-------------|----------------|-------------|----------------|-------------|
| Espécie | 3 | 91,48 | $p < 0,001$ | 213,51 | $p < 0,001$ | 205,81 | $p < 0,001$ |
| Fração | 2 | 1.077,58 | $p < 0,001$ | 87,58 | $p < 0,001$ | 294,33 | $p < 0,001$ |
| Espécie*Fração | 6 | 285,51 | $p < 0,001$ | 112,84 | $p < 0,001$ | 240,11 | $p < 0,001$ |
| Erro | 24 | 1,72 | | 1,92 | | 1,83 | |
| Total | 36 | | | | | | |

Tabela 2 - Valores médios e desvio-padrão dos efeitos alelopáticos sobre a germinação ($\delta_{(g)}$) e o alongamento do hipocótilo ($\delta_{(h)}$) e da radícula ($\delta_{(r)}$) de *Mimosa pudica*, em função dos extratos das frações de espécies de Poaceae, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Dados expressos em percentual de inibição em relação ao tratamento testemunha – água destilada

| | Espécie | Folhas | Raízes | Sementes | Global |
|----------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| $\delta_{(g)}$ | <i>B. brizantha</i> | 32,7±1,5 B [a] | 28,3±0,6 A [b] | 30,3±1,5 A [ab] | 30,4±2,2 A |
| | <i>B. decumbens</i> | 30,3±1,2 B [a] | 24,3±1,5 B [b] | 17,0±1,0 B [c] | 23,9±5,9 B |
| | <i>B. humidicola</i> | 31,7±1,5 B [a] | 27,7±1,5 A [b] | 13,0±1,0 C [c] | 24,1±8,6 B |
| | <i>P. maritimum</i> | 50,0±1,0 A [a] | 12,0±2,0 C [b] | 10,7±0,6 C [b] | 24,2±19,4 B |
| | Global | 36,2±8,5 [a] | 23,1±7,0 [b] | 17,8±8,0 [c] | 25,7±10,9 |
| $\delta_{(h)}$ | <i>B. brizantha</i> | 27,0±1,0 A [a] | 15,3±1,5 BC [b] | 29,0±1,0 A [a] | 23,8±6,5 A |
| | <i>B. decumbens</i> | 18,3±1,5 C [a] | 13,7±0,6 C [b] | 10,3±0,6 B [a] | 14,1±3,6 C |
| | <i>B. humidicola</i> | 23,0±2,0 B [a] | 18,7±2,1 A [b] | 9,0±1,0 B [c] | 16,9±6,4 B |
| | <i>P. maritimum</i> | 11,0±1,0 D [b] | 18,0±2,0 AB [a] | 9,7±1,2 B [b] | 12,9±4,1 C |
| | Global | 19,8±6,3 [a] | 16,4±2,5 [b] | 14,5±8,8 [b] | 16,9±6,6 |
| $\delta_{(r)}$ | <i>B. brizantha</i> | 41,7±1,5 A [a] | 31,0±1,0 BC [c] | 34,7±0,6 A [b] | 35,8±4,8 A |
| | <i>B. decumbens</i> | 38,3±0,6 B [a] | 28,7±1,5 C [b] | 20,3±1,5 BC [c] | 29,1±7,9 B |
| | <i>B. humidicola</i> | 39,0±1,0 AB [a] | 33,0±2,0 AB [b] | 18,0±2,0 C [c] | 30,0±9,5 B |
| | <i>P. maritimum</i> | 14,0±1,0 C [c] | 35,0±1,0 A [a] | 23,3±1,5 B [b] | 24,1±9,2 C |
| | Global | 33,3±11,7 [a] | 31,9±2,8 [a] | 24,1±6,8 [b] | 29,8±8,8 |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, dentro de germinação de sementes ($\delta_{(g)}$) e alongamento do hipocótilo ($\delta_{(h)}$) e da radícula ($\delta_{(r)}$), não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

foi superior, seguida das frações folha e semente ($\delta_{(h)}$ = 10-11%) (Tabela 2 e Figura 1B).

Em se tratando da fração folha, *B. brizantha* apresentou o maior valor de inibição do alongamento do hipocótilo de *Mimosa pudica* ($\delta_{(h)}$ = 27%), seguida de *B. humidicola* ($\delta_{(h)}$ = 23%), *B. decumbens* ($\delta_{(h)}$ = 18%) e *P. maritimum* ($\delta_{(h)}$ = 11%). Na fração raiz, os maiores valores foram assinalados em *B. humidicola* ($\delta_{(h)}$ = 19%); os valores intermediários, em *P. maritimum* ($\delta_{(h)}$ = 18%) e *B. brizantha* ($\delta_{(h)}$ = 15%); e os menores valores, em *B. decumbens* ($\delta_{(h)}$ = 14%). Na fração semente a distinção foi marcante, tendo *B. brizantha* ($\delta_{(h)}$ = 29%) o valor superior e o restante das espécies valores inferiores ($\delta_{(h)}$ = 9-10%) de inibição do alongamento do hipocótilo (Tabela 2 e Figura 1B).

A inibição do alongamento da raiz, de maneira geral, foi superior em *B. brizantha* ($\delta_{(r)}$ = 36%); *B. humidicola* e *B. decumbens* ($\delta_{(r)}$ = 29-30%) apresentaram valores intermediários, e *P. maritimum* ($\delta_{(r)}$ = 24%), valores inferiores. Com relação às frações, folha e raiz ($\delta_{(r)}$ = 32-33%) foram as que mostraram maiores valores médios de inibição radicular, enquanto a fração semente ($\delta_{(r)}$ = 24%) foi a que

apresentou o menor valor (Tabela 2). Comparativamente e em termos globais, o alongamento da raiz foi inibido mais intensamente pelos extratos, ficando os efeitos sobre o alongamento do hipocótilo com menor magnitude.

Em todas as espécies do gênero *Brachiaria*, a fração folha foi a que apresentou os maiores valores de inibição do alongamento da raiz de *Mimosa pudica* ($\delta_{(r)}$ = 38-42%). Em *B. brizantha*, os valores intermediários foram assinalados na fração semente ($\delta_{(r)}$ = 35%), e os inferiores, na fração raiz ($\delta_{(r)}$ = 31%). Em *B. decumbens* e *B. humidicola*, os valores intermediários foram assinalados na fração raiz ($\delta_{(r)}$ = 29-33%), e os intermediários, na fração semente ($\delta_{(r)}$ = 18-20%) (Tabela 2 e Figura 1C).

Na fração folha, os maiores valores de inibição do alongamento da raiz foram observados em *B. brizantha* ($\delta_{(r)}$ = 42%), e os menores, em *P. maritimum* ($\delta_{(r)}$ = 14%), enquanto os intermediários foram assinalados em *B. humidicola* e *B. decumbens* ($\delta_{(r)}$ = 38-39%). Na fração raiz, a espécie *P. maritimum* ($\delta_{(r)}$ = 35%) foi a que apresentou maiores valores de inibição do alongamento da raiz; *B. humidicola* e *B. brizantha*



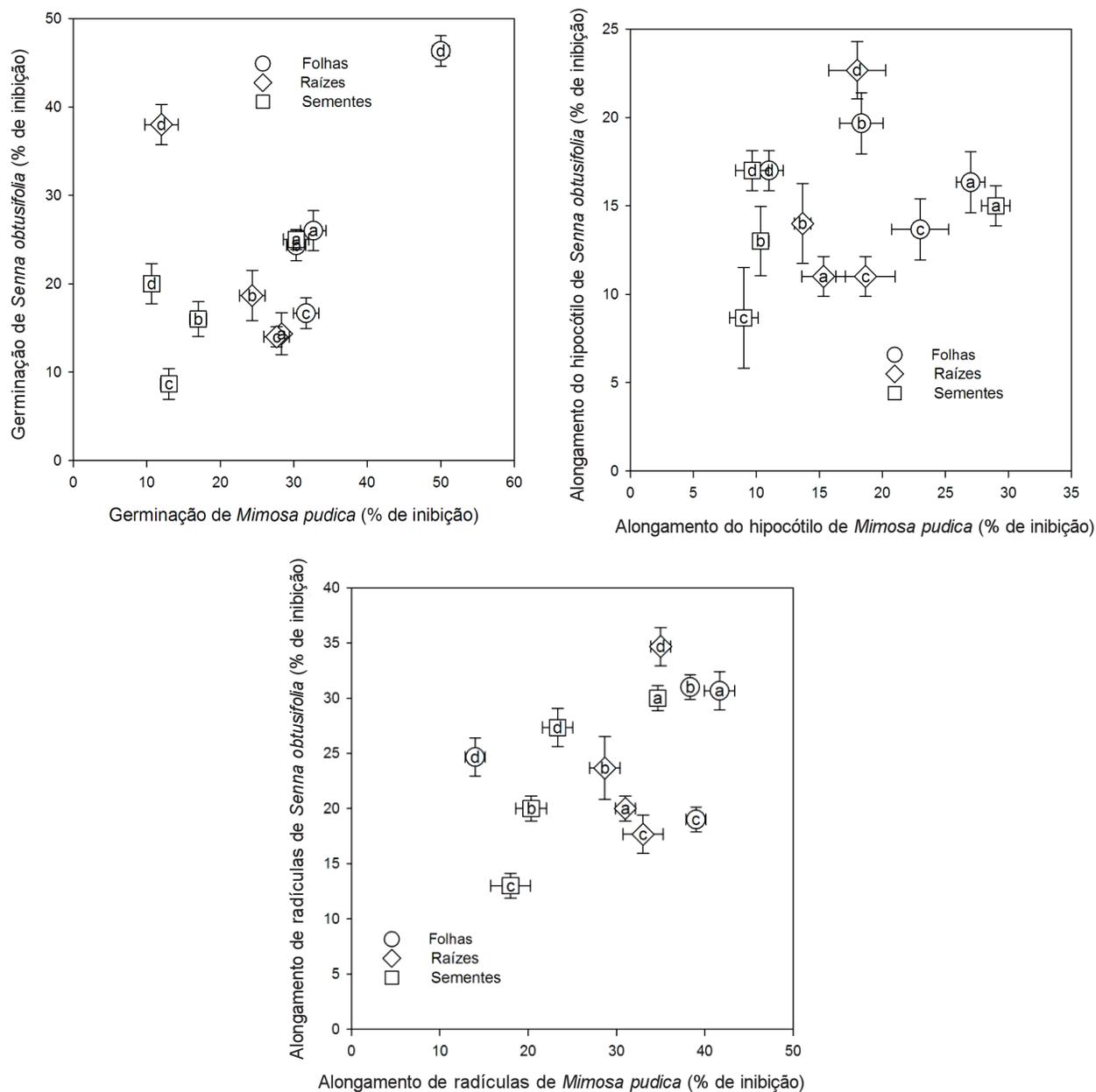


Figura 1 - Valores médios e intervalo de confiança de 95% de inibição da germinação e alongamento da radícula e do hipocótilo nas espécies-modelo *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia*, em função da espécie doadora e da fração. (A) *B. brizantha*; (B) *B. decumbens*; (C) *B. humidicola*; (D) *Paspalum maritimum*.

($\delta_{(r)}$ = 31-33%), valores intermediários; e *B. decumbens* ($\delta_{(r)}$ = 29%), valores inferiores. Na fração semente, os maiores valores foram observados em *B. brizantha* ($\delta_{(r)}$ = 35%); os intermediários, em *P. maritimum* e *B. decumbens* ($\delta_{(r)}$ = 20-23%); e os inferiores, em *B. humidicola* ($\delta_{(r)}$ = 18%) (Tabela 2 e Figura 1C).

Efeitos potencialmente alelopáticos sobre a espécie *Senna obtusifolia*

Na análise de variância, foram determinadas diferenças altamente significativas ($p < 0,001$) tanto entre as espécies quanto para as suas frações, bem como no tocante à

interação entre as espécies e suas frações (Tabela 3). Em se tratando dos efeitos sobre a germinação de sementes, o fator espécie foi mais decisivo, correspondendo a 60% da variação total dos dados, seguido do fator folha, que explica 30% da variação total e da interação espécie*fração, com apenas 10%. Os efeitos sobre o alongamento da radícula apresentam a mesma tendência de distribuição verificada sobre a germinação das sementes, sendo 61, 21 e 18% da variação total para os efeitos dos fatores espécie, fração e interação espécie*fração, respectivamente. No caso do alongamento do hipocótilo, o fator espécie foi, novamente, o que representou maior ênfase (66% da variação total), seguido pela interação espécie*fração (23% da variação total) e pelo componente fração, com 11%. O conjunto dos dados mostra que o componente espécie foi mais determinante nos efeitos potencialmente alelopáticos, com contribuição na variação total, sempre acima dos 60% (Tabela 3).

A análise dos dados apresentados na Tabela 4 aponta, em termos globais, maior potencial alelopático de *P. maritimum* para inibir a germinação das sementes ($\delta_{(g)}=35\%$) e o alongamento do hipocótilo ($\delta_{(h)}=19\%$) e da radícula ($\delta_{(r)}=29\%$). De maneira geral e em termos quantitativos, a tendência observada para todas as espécies doadoras foi de a fração folha apresentar maior potencial alelopático para inibir a germinação e o alongamento da radícula e do hipocótilo, embora nem sempre essa superioridade tenha sido estatisticamente diferente ($p > 0,05$). À semelhança dos efeitos promovidos sobre *Mimosa pudica* (Tabela 2), a análise global para os efeitos sobre a germinação de sementes e o alongamento da radícula e do hipocótilo também mostra que os efeitos variam em ordem decrescente de intensidade, da seguinte forma: alongamento

da radícula (24% de inibição), germinação de sementes (22% de inibição) e alongamento do hipocótilo (15% de inibição). Individualmente, *P. maritimum* foi a espécie que revelou maior potencial alelopático inibitório da germinação de sementes, com valores da ordem de 46% (efeito da fração folha) e 38% (efeito da fração raiz). A fração raiz de *P. maritimum* também se destacou pela intensidade das inibições promovidas sobre o alongamento da radícula ($\delta_{(r)}=35\%$) e do hipocótilo ($\delta_{(h)}=23\%$). Especificamente para as três espécies de *Brachiaria*, a fração folha foi a que promoveu as inibições mais intensas, especialmente sobre a germinação das sementes ($\delta_{(g)}$) e o desenvolvimento da radícula ($\delta_{(r)}$) (Tabela 4 e Figura 1A, B, C).

Considerando os efeitos inibitórios efetivados sobre a germinação de sementes (Tabela 4 e Figura 1A), observa-se que apenas as frações raiz e folhas de *P. maritimum* produziram inibições $\geq 35\%$, enquanto para o desenvolvimento da radícula (Figura 1C) somente a fração raiz da espécie *P. maritimum* atendeu a essa exigência. Para o alongamento do hipocótilo (Figura 1B), nenhuma das frações atendeu ao pré-requisito. Esses dados mostram que, conquanto o alongamento da raiz tenha sido inibido em maior intensidade, a germinação de sementes mostrou especificidade a um número maior de extratos (Figura 1).

Ordenação dos resultados

Ordenação multivariada, por meio de análise fatorial, foi aplicada (Tabela 5), tomando-se os indicadores de inibição nas espécies receptoras, as quais foram reduzidas a três componentes principais, explicando cerca de 93% da variação total dos dados. O CPI explicou cerca de 48% da variação total

Tabela 3 - Valores de quadrados médios dos componentes do modelo adotado e significância segundo o teste F para os valores de inibição de germinação ($\delta_{(g)}$) e do alongamento do hipocótilo ($\delta_{(h)}$) e da radícula ($\delta_{(r)}$) de *Senna obtusifolia*

| Componente do modelo | g.l. | $\delta_{(g)}$ | | $\delta_{(h)}$ | | $\delta_{(r)}$ | |
|----------------------|------|----------------|-----------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| Espécie | 3 | 742,00 | $p<0,001$ | 93,95 | $p<0,001$ | 264,25 | $p<0,001$ |
| Fração | 2 | 368,08 | $p<0,001$ | 32,25 | $p<0,001$ | 43,03 | $p<0,001$ |
| Espécie*Fração | 6 | 134,97 | $p<0,001$ | 26,84 | $p<0,001$ | 89,47 | $p<0,001$ |
| Erro | 24 | 3,08 | | 5,56 | | 2,00 | |
| Total | 36 | | | | | | |



Tabela 4 - Valores médios e desvio-padrão da inibição de germinação ($\delta_{(g)}$) e alongamento do hipocótilo ($\delta_{(h)}$) e da radícula ($\delta_{(r)}$) de *Senna obtusifolia*, em função dos extratos das frações de espécies de Poaceae, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0.05$). Dados expressos em percentual de inibição em relação ao tratamento testemunha – água destilada

| | Espécie | Folhas | Raízes | Sementes | Global |
|----------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| $\delta_{(g)}$ | <i>B. brizantha</i> | 26,0±2,0 B [a] | 14,3±2,1 C [b] | 25,0±1,0 A [a] | 21,8±5,8 B |
| | <i>B. decumbens</i> | 24,3±1,5 B [a] | 18,7±2,5 B [b] | 16,0±1,7 C [b] | 19,7±4,1 B |
| | <i>B. humidicola</i> | 16,7±1,5 C [a] | 14,0±1,0 C [a] | 8,7±1,5 D [b] | 13,1±3,7 C |
| | <i>P. maritimum</i> | 46,3±1,5 A [a] | 38,0±2,0 A [b] | 20,0±2,0 B [c] | 34,8±11,8 A |
| | Global | 28,3±11,6 [a] | 21,3±10,4 [b] | 17,4±6,4 [c] | 22,3±10,5 |
| $\delta_{(h)}$ | <i>B. brizantha</i> | 16,3±1,5 AB [a] | 11,0±1,0 B [ab] | 15,0±1,0 A [b] | 14,1±2,6 BC |
| | <i>B. decumbens</i> | 19,7±1,5 A [a] | 14,0±2,0 B [b] | 13,0±1,7 AB [b] | 15,6±3,5 B |
| | <i>B. humidicola</i> | 13,7±1,5 B [a] | 11,0±1,0 B [ab] | 8,7±2,5 B [b] | 11,1±2,7 C |
| | <i>P. maritimum</i> | 17,0±1,0 AB [b] | 22,7±6,4 A [a] | 17,0±1,0 A [b] | 18,9±4,3 A |
| | Global | 16,7±2,5 [a] | 14,7±5,8 [ab] | 13,4±3,5 [b] | 14,9±4,3 |
| $\delta_{(r)}$ | <i>B. brizantha</i> | 30,7±1,5 A [a] | 20,0±1,0 C [b] | 30,0±1,0 A [a] | 26,9±5,3 B |
| | <i>B. decumbens</i> | 31,0±1,0 A [a] | 23,7±2,5 B [b] | 20,0±1,0 B [c] | 24,9±5,1 C |
| | <i>B. humidicola</i> | 19,0±1,0 C [a] | 17,7±1,5 C [a] | 13,0±1,0 C [b] | 16,6±2,9 D |
| | <i>P. maritimum</i> | 24,7±1,5 B [b] | 34,7±1,5 A [a] | 27,3±1,5 A [b] | 28,9±4,7 A |
| | Global | 26,3±5,3 [a] | 24,0±7,0 [b] | 22,6±7,0 [b] | 24,3±6,5 |

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, dentro de germinação de sementes ($\delta_{(g)}$) e alongamento do hipocótilo ($\delta_{(h)}$) e da radícula ($\delta_{(r)}$), não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

dos dados, e todos os indicadores de inibição em ambas as espécies receptoras, à exceção da inibição de germinação em *Mimosa pudica*, não apresentaram autovetores significativos. Nesse componente principal, todos os autovetores significativos apresentaram orientação positiva. O CP II explicou cerca de 26% da variação total dos dados; os indicadores de *Mimosa pudica*, e a inibição de hipocótilo e radículas apresentaram autovetores significativos, ambos com orientação positiva. Para *Senna obtusifolia*, somente a inibição da germinação mostrou autovetor significativo, com orientação negativa. O CP III, o qual explicou cerca de 19% da variação total dos dados, apresentou autovetor significativo somente com a inibição de germinação em *Mimosa pudica* (Tabela 5).

Avaliando os componentes principais CP I e CP II, a espécie *B. humidicola*, em qualquer uma de suas frações, apresentou valores de inibição reduzidos. As frações folha de todas as espécies, à exceção de *B. humidicola*, a fração semente de *B. brizantha* e a fração raiz de *P. maritimum* apresentaram valores maiores de inibição (Tabela 5 e Figura 2A). A ordenação dos extratos assinala uma inibição

de hipocótilo e radículas de *Mimosa pudica* nas frações folha e semente de *B. brizantha*. Maiores inibições de germinação, radícula e hipocótilo foram assinaladas nas frações folha e raiz de *P. maritimum* (Tabela 5 e Figura 2A).

Ao avaliar a relação entre CP I e CP III, tem-se um destaque para a inibição da germinação em *Mimosa pudica*, a qual foi exclusivamente responsável pela representação do CP III, em que o extrato da fração folha de

Tabela 5 - Autovalores e autovetores para os indicadores de inibição nas espécies receptoras

| Inibição | | CP I | CP II | CP III |
|--------------------------|------------|--------------|---------------|---------------|
| <i>Mimosa pudica</i> | Germinação | 0,216 | -0,023 | -0,854 |
| | Hipocótilo | 0,385 | 0,547 | -0,163 |
| | Radícula | 0,351 | 0,596 | 0,144 |
| <i>Senna obtusifolia</i> | Germinação | 0,418 | -0,487 | -0,229 |
| | Hipocótilo | 0,475 | -0,301 | 0,306 |
| | Radícula | 0,530 | -0,130 | 0,278 |
| Autovalores | | 2,894 | 1,570 | 1,137 |
| Variação (%) | | 48,24 | 26,170 | 18,950 |
| Variação cum. (%) | | 48,24 | 74,400 | 93,350 |

Valores em negrito - $|\lambda| \geq 0,35$.

P. maritimum apresentou valor de inibição muito elevado (Tabela 5 e Figura 2B).

Com o objetivo de sintetizar os padrões de resposta das espécies receptoras aos extratos, avaliou-se o grau de especificidade destes, tendo-se, no caso de *B. brizantha*, especificidade a *Mimosa pudica* dos extratos de todas as frações em todos os indicadores de inibição. No caso de *B. humidicola*, o mesmo padrão de *B. brizantha* foi assinalado, com exceção da inibição do hipocótilo pela fração semente (Tabela 6).

A fração semente de *B. decumbens* não apresentou especificidade a qualquer um dos indicadores de inibição. Ressalta-se que a inibição do hipocótilo não mostrou especificidade a qualquer uma de suas frações. Entretanto, com relação à inibição de germinação e radículas, tanto a fração folha quanto a fração raiz apresentaram especificidade a *Mimosa pudica* (Tabela 6).

No caso de *P. maritimum*, a fração semente apresentou especificidade a *Senna obtusifolia* em todos os indicadores. A fração raiz também apresentou especificidade a *Senna obtusifolia*

para a germinação. Já a fração folha mostrou especificidade a *Mimosa pudica*, no caso da germinação, e a *Senna obtusifolia*, no caso de hipocótilo e radículas (Tabela 6).

No que se refere à efetividade da inibição em ambas as espécies receptoras, a inibição do hipocótilo não apresentou efetividade por qualquer um dos extratos. Em se tratando da germinação de *Mimosa pudica*, a fração folha de *P. maritimum* foi efetiva; no caso da germinação de *Senna obtusifolia*, as frações folha e raiz foram potenciais (Tabela 6).

A inibição de radícula em *Senna obtusifolia* foi assinalada somente como potencial na fração raiz de *P. maritimum*. A inibição de radícula de *Mimosa pudica* foi efetiva na fração folha de *B. brizantha* e potencial na fração semente desta espécie. A mesma resposta potencial foi assinalada na fração folha de *B. decumbens* e *B. humidicola* e na fração raiz de *B. humidicola* e *P. maritimum* (Tabela 6). Os dados apontam, novamente, o alongamento da radícula como fator mais sensível aos efeitos dos extratos, ficando o hipocótilo como o de menor sensibilidade e a germinação de sementes em posição intermediária.

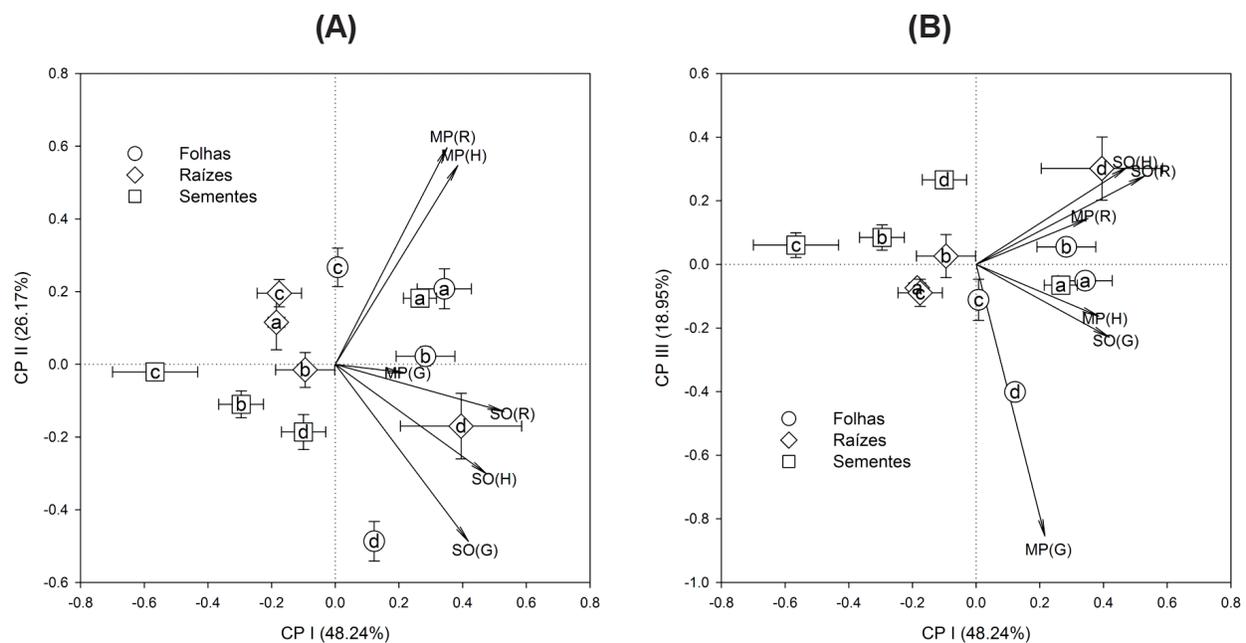


Figura 2 - Autovetores e valores médios e intervalo de confiança de 95% dos escores dos (A) CP I e CP II e (B) CP I e CP III, em função dos extratos das frações das espécies. MP - *Mimosa pudica*; SO - *Senna obtusifolia*; (G) - inibição da germinação; (H) - inibição do alongamento do hipocótilo; (R) - inibição do alongamento da radícula; a - *B. brizantha*; b - *B. decumbens*; c - *B. humidicola*; d - *Paspalum maritimum*.



Tabela 6 - Quadro sinóptico da especificidade e efetividade da inibição de germinação e formação de hipocótilo e radículas nos extratos com relação às espécies-modelo *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia*

| Extrato | | Especificidade | | | Efetividade | | | | | |
|----------------------|----------|----------------|-------|-------|----------------------|-----|------|--------------------------|-----|-----|
| | | | | | <i>Mimosa pudica</i> | | | <i>Senna obtusifolia</i> | | |
| Espécie | Fração | [G] | [H] | [R] | [G] | [H] | [R] | [G] | [H] | [R] |
| <i>B. brizantha</i> | Folhas | M(+) | M(++) | M(++) | | | (++) | | | |
| | Raízes | M(++) | M(+) | M(++) | | | | | | |
| | Sementes | M(++) | M(++) | M(++) | | | (+) | | | |
| <i>B. decumbens</i> | Folhas | M(++) | | M(++) | | | (+) | | | |
| | Raízes | M(+) | | M(+) | | | | | | |
| | Sementes | | | | | | | | | |
| <i>B. humidicola</i> | Folhas | M(++) | M(++) | M(++) | | | (+) | | | |
| | Raízes | M(++) | M(++) | M(++) | | | (+) | | | |
| | Sementes | M(+) | | M(+) | | | | | | |
| <i>P. maritimum</i> | Folhas | M(+) | S(++) | S(++) | (++) | | | (+) | | |
| | Raízes | S(++) | | | | | (+) | (+) | | (+) |
| | Sementes | S(++) | S(++) | S(+) | | | | | | |

[G] – inibição da germinação [H] – inibição do alongamento do hipocótilo; [R] – inibição do alongamento da radícula; M – *Mimosa pudica*; S – *Senna obtusifolia*; (+) - resposta potencial; (++) - resposta efetiva.

As plantas produzem um número extremamente elevado de compostos bioativos, diversificados quimicamente, os quais são distribuídos nas suas diferentes frações, de acordo com as funções que desempenham e com a necessidade. Em diferentes estudos, a atividade alelopática já foi determinada em folhas, raízes, frutos, sementes, flores, cascas, rizomas e colmos de diferentes espécies de plantas (Souza Filho, 2002; Gatti et al., 2004; Sobrero et al., 2004; Abenavoll et al., 2006; Rodrigues et al., 2008; Rizzardì et al., 2008). A maior ou menor atividade alelopática encontrada para essas frações está na dependência da concentração do agente químico na fração específica da planta e da especificidade entre planta doadora e planta receptora.

No presente estudo, o fator fração foi mais determinante nos efeitos alelopáticos inibitórios do que o fator espécie. Para *Brachiaria*, por exemplo, as folhas constituíram-se na principal fonte de aleloquímicos. Entretanto, tanto as espécies como suas frações não revelaram efetividade (Tabela 6) para *Senna obtusifolia*, embora para *Mimosa pudica* a especificidade tenha sido observada para os fatores espécie e fração. Quanto a *P. maritimum*, as principais

fontes de aleloquímicos foram, primariamente as folhas seguidas das raízes. sendo as únicas frações a apresentarem efetividade sobre o alongamento da radícula de *Mimosa pudica* e a germinação e alongamento da radícula de *Senna obtusifolia*. Não houve efetividade para os efeitos de qualquer das frações sobre o alongamento do hipocótilo das duas espécies receptoras (Tabela 6). Esses resultados apontam para existência de padrão de resposta para as espécies estudadas em relação ao fator fração. Contudo, a extensão para outras espécies deve ser vista com cautela, até porque as informações disponíveis na literatura mostram que para outras famílias a fonte mais importante pode não ser a mesma deste trabalho. Nas Leguminosae, por exemplo, a principal fonte de aleloquímicos para algumas espécies, como *Leucaena leucocephala* e *Canavalia ensiformis*, são as sementes, que se constituem na fonte primária de aleloquímicos, como se pode observar nos trabalhos de Souza Filho et al. (1999) e Souza Filho (2002).

Um dos principais grupos de compostos químicos com atividade alelopática são os fenóis (Chon et al., 2002; Xuan et al., 2003). Eles possuem alta polaridade, e alguns, solubilidade em água. No presente trabalho,

considerando que na extração utilizou-se solução hidroalcoólica, muito provavelmente a atividade alelopática inibitória verificada pode estar associada à presença de um ou mais membros desse grupo de compostos, com distribuição em maior ou menor concentração nas diferentes espécies e frações, o que pode explicar as diferenças encontradas nas intensidades dos efeitos. Até pela maior magnitude na intensidade das inibições, *P. maritimum* pode ser boa fonte desse grupo de compostos. Naturalmente que a confirmação desse resultado depende da presença de um ou mais compostos do grupo dos fenóis na planta. Isso pode ser facilmente comprovado empregando-se um dos métodos disponíveis para isolamento e identificação de compostos químicos.

O padrão de resposta das duas espécies receptoras aos extratos apontou que *Mimosa pudica* foi mais sensível aos efeitos alelopáticos do que *Senna obtusifolia*. Esse resultado pode ser atribuído à diferença de tamanho das sementes das duas espécies. Souza Filho et al. (2003) atribuíram a diferença na intensidade de inibição entre *Mimosa pudica* e *Senna obtusifolia* ao fato de as sementes da primeira serem menores. Dessa forma, provavelmente sementes de menor tamanho podem ser mais intensamente inibidas do que as maiores, o que pode ser visto como um bom padrão de avaliação de resposta.

Outro padrão de respostas das espécies receptoras aos extratos observado neste estudo foi a ordem decrescente de inibição: alongamento da radícula > germinação > alongamento do hipocótilo. As informações disponíveis na literatura mostram claramente essa tendência. Souza Filho et al. (2005), por exemplo, observaram que para o ácido *p*-cumárico promover 28% de inibição sobre a germinação de sementes foi necessário concentração de 8,0 mg L⁻¹, enquanto para efetivar a mesma taxa de inibição no alongamento da radícula a concentração exigida foi de apenas 1,0 mg L⁻¹. Estudo desenvolvido por Lobo et al. (2008) mostra que, para se promoverem inibições da ordem de 33% pelo aleloquímico catequina, foi necessário concentração de 20 mg L⁻¹, e para o alongamento da radícula, de 5,0 mg L⁻¹, para as mesmas espécies receptoras.

Para os efeitos isolados do fator espécie, observa-se padrão de hierarquização tanto para a comparação entre as espécies de *Brachiaria* e *Paspalum* como dentro das *Brachiaria* (Tabelas 2 e 4). Em termos globais, *B. brizantha* tendeu a apresentar atividade inibitória superior à das demais espécie do gênero, tanto da germinação como do alongamento da radícula e do hipocótilo, especialmente quando a planta receptora era *M. pudica*. Ainda em termos globais, *P. maritimum* foi a espécie que apresentou menos intensidade de efeitos sobre *M. pudica*, tendo, entretanto, mostrado maior potencial para inibir a germinação e o alongamento da radícula e do hipocótilo de *S. obtusifolia* (Tabelas 2 e 4).

Os efeitos potencialmente alelopáticos inibitórios promovidos pelas espécies de Poaceae, neste trabalho, assumem aspecto relevante em termos de possibilidade de empregar a alelopátia em estratégia de manejo de plantas daninhas. As inibições efetivadas sobre a germinação das sementes, por exemplo, reduzem o fluxo de novos indivíduos para a área, enquanto as reduções sobre o alongamento da radícula e do hipocótilo, sobretudo em relação ao primeiro, diminuem a capacidade competitiva das espécies por fatores essenciais à sobrevivência, favorecendo a formação de estandes puros e aumentando a capacidade competitiva e a longevidade das pastagens.

LITERATURA CITADA

- ABENAVOLL, M. R. et al. The inhibitory effects of coumarin on the germination of durum wheat (*Triticum turgidum* ssp. *Durum*, cv. Simeto) seeds. **J. Chem. Ecol.**, v. 32, n. 2, p. 489-501, 2006.
- ALMEIDA, A. R. P.; RODRIGUES, T. J. D. Allelopathy of *Panicum maximum* Jacq. cultivar on tree and scrub forage legumes: greenhouse estimate. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro: FEALQ, 2001. p. 111-112.
- BERTIN, C. et al. Laboratory assessment of allelopathic effect of fine leaf fescues. **J. Chem. Ecol.**, v. 29, n. 8, p. 1919-1928, 2003.
- CHON, S. U.; KIM, Y. M. Herbicidal potential and quantification of suspected allelochemicals from grass crop extracts. **J. Agron. Crop Sci.**, v. 190, p. 145-150, 2004.



- CHON, S. U. et al. Effects of alfafa leaf extracts and phenolic allelochemical on early seedling growth and root morphology and barnyard grass. **Crop Protec.**, v. 21, p. 1077-1082, 2002.
- DOI, S. O. et al. Plant-growth inhibitory activity of heliannuol derivatives. **Phytochemistry**, v. 65, p. 1405-1411, 2004.
- DURAM, J. M.; TORTOSA, M. E. The effect of mechanical and chemical scarification of charlock (*Sinapsis arvensis*) seeds. **Seed Sci. Technol.**, v. 13, n. 1, p. 155-163, 1985.
- GATTI, A. B.; PEREZ, S. C. J. G. A.; LIMA, M. I. S. Atividade alelopática de extratos aquosos de *Aristolochia esperanzae* O. Kuntze na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Bot. Bras.**, v. 18, n. 3, p. 459-472, 2004.
- JUNTILA, O. Seed and embryo germination in *S. vulgaris* and *S. reflex* as affected by temperature during seed development. **Physiol. Plant.**, v. 29, p. 264-268, 1976.
- LOBO, L. T. et al. Potencial alelopático de catequinas de *Tachigali myrmecophyla* (Leguminosae). **Quím. Nova**, v. 31, n. 3, p. 493-497, 2008.
- RICE, E. L. Allelopathy; an overview. In: WALLER, G. R. (Ed.). **Allelochemical, role in agriculture and forestry**. Washington: American Chemical Society, 1987. p. 7-22. (ACS. Symposium Series, 330).
- RIZZARDI, A. et al. Potencial alelopático de extratos aquosos de genótipos de canola sobre *Bidens pilosa*. **Planta Daninha**, v. 26, n. 4, p. 717-724, 2008.
- RODRIGUES, I. M. C. et al. Prospecção química de compostos produzidos por *Senna alata* com atividade alelopática. **Planta Daninha**, v. 28, n. 1, p. 1-12, 2010.
- RODRIGUES, I. M. C. et al. Efeitos alelopáticos de extratos hidroalcoólicos de *Senna alata* sobre três espécies de áreas de pastagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 26., 2008. Ouro Preto. **Anais...**Ouro Preto: SBCPD, 2008. CD-ROM.
- SMITH, A. E.; MARTIN, D. I. Allelopathic characteristics of three coop-season grass in the forage ecosystems. **Agron. J.**, v. 8, n. 2, p. 243-246, 1994.
- SNELL, F. J.; QUIGLEY, P. E. Allelopathy of endophyte in perennial ryegrass residue on young subterranean clover plants. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., Queensland, 1993. **Proceedings...** Queensland: 1993. p. 343-344.
- SOBRERO, M. T.; OCHOA, M. C.; CHAILA, S. Potencial alelopático de *Wedelia glauca*: efecto sobre especies hortícolas. **Planta Daninha**, v. 22, n. 1, p. 71-75, 2004.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; LÔBO, L. T.; ARRUDA, M. S. P. Atividade alelopática em folhas de *Tachigali myrmecophila* (Leg.-Pop.).b. **Planta Daninha**, v. 23, n. 4, p. 557-564, 2005.
- SOUZA FILHO, A. P. S. Atividade potencialmente alelopática de extratos brutos e hidroalcoólicos de feijão-deporco (*Canavalia ensiformis*). **Planta Daninha**, v. 20, n. 3, p. 357-364, 2002.
- SOUZA FILHO, A. P. S. et al. Effects of aqueous extracts of leucaena on germination and radicle elongation of three forage grasses. In: MACIAS, F. A. et al. (Eds.). **Recent advances in allelopathy**. Cádiz: International Allelopathy Society, 1999. p. 391-396.
- 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 de plantas daninhas. **Planta Daninha**, v. 21, n. 2, p. 211-218, 2003.
- WHITTAKER, R. H. The biochemical ecology of higher plant. In: SONDHEIMER, E.; SIMEONE, J. B. (Eds.). **Chemical ecology**. New York: Academic Press, 1970. p. 47-70.
- XUAN, T. D. et al. Correlation between growth inhibitory exhibition and suspected allelochemicals (phenolic compounds) in the extract of alfafa (*Medicago sativa* L.). **Plant Produc. Sci.**, v. 6, n. 3, p. 165-171, 2003.
- YONGQING, M. A. Allelopathic studies of common wheat (*Triticum aestivum* L.). **Weed Biol. Manag.**, v. 5, n. 1, p. 93-104, 2005.

