

FITOTOXICIDADE DE EXTRATOS HIDROFÓBICOS E HIDROFÍLICOS DE SORGO E MILHETO

PHYTOTOXICITY OF HYDROPHOBIC AND HYDROPHILIC EXTRACTS OF SORGHUM AND PEARL MILLET

Michelangelo Muzell Trezzi¹, Ribas Antonio Vidal², Nelson Diehl Kruse³

Recebido em: 16/05/2005; aprovado em: 11/10/2005.

RESUMO

Três experimentos foram conduzidos em laboratório para avaliar os efeitos de concentrações de extratos hidrofóbicos de raízes de sorgo (0; 22,3; 44,7; 89,5; 179 e 358 ppm) e hidrofílicos de raízes e da parte aérea de sorgo e milheto (0; 0,5; 1,17; 1,84 e 2,5% p/v) sobre a velocidade de germinação e o crescimento da parte aérea e do sistema radicular de alface. Os extratos hidrofóbicos foram obtidos das raízes do genótipo de sorgo BR 601, enquanto os extratos hidrofílicos da parte aérea e do sistema radicular das cultivares de sorgo BR 304, BR 601 e RS 11 e da cultivar de milheto Comum RS. Não houve efeito dos extratos radiculares hidrofóbicos de sorgo sobre a germinação total final, nem sobre a velocidade de germinação de sementes de alface. Com o aumento da concentração de extratos hidrofóbicos de radículas de sorgo houve redução do comprimento de raízes e das partes aéreas de plantas de alface. Os efeitos de extratos hidrofílicos radiculares de sorgo na germinação e no comprimento de raízes e da parte aérea de alface variaram entre estimulatório, neutro ou inibitório, dependendo da cultivar e da concentração utilizada. Em geral, as toxicidades dos extratos da parte aérea de milheto foram superiores às de sorgo. Extratos hidrofílicos da parte aérea de plantas de sorgo foram mais inibitórios à germinação e ao comprimento de raízes e da parte aérea de plantas de alface do que os extratos hidrofílicos das raízes. Na concentração que discriminou melhor os efeitos de extratos hidrofílicos da parte aérea (1,17%), a cultivar de sorgo BR 601 causou maior inibição à germinabilidade, ve-

locidade de germinação e ao comprimento da parte aérea de alface.

PALAVRAS-CHAVE: sorgoleone, germinabilidade, crescimento, alface, alelopatia.

SUMMARY

Three experiments were conducted at lab conditions to evaluate the effects of hydrophobic extracts from sorghum roots (0; 22,3; 44,7; 89,5; 179 and 358 ppm) and hydrophilic extracts from sorghum and pearl millet shoots and roots (0; 0,5; 1,17; 1,84 and 2,5% p/v) on lettuce germination speed and shoot and root growth. Hydrophobic extracts were obtained from roots of BR 304 sorghum genotype, while hydrophilic extracts from shoots and roots from BR 304, BR 601 and RS 11 sorghum genotypes and from Comum RS pearl millet cultivar. Sorghum hydrophobic extracts did not affect the speed and total germination of lettuce seeds. The increase in the concentration of sorghum hydrophobic extracts decreased lettuce root and shoot length. The effects of sorghum hydrophilic root extracts on lettuce germination, root and shoot length ranged from stimulatory, neutral or inhibitory depending on the cultivar and extract concentration used. The toxicity of pearl millet shoot extracts was usually higher than sorghum shoot extracts. Hydrophilic extracts from sorghum shoots were more inhibitory to lettuce germination, shoot and root length than hydrophilic extracts from sorghum roots. At the concentration that best discriminate the shoot hydrophilic effect (1,17%), BR 601 was the sorghum

¹Eng. Agr. Dr., Professor Adjunto do Curso de Agronomia do CEFET/PR - Unidade de Pato Branco, Via do Conhecimento, Km 01, Caixa Postal 571, 85503-390, Pato Branco - PR.

²Eng. Agr., Ph D, Professor Adjunto da Faculdade de Agronomia da UFRGS.

³Eng. Agr., Dr., Professor Adjunto do Centro de Ciências Rurais da UFSM.

cultivar that caused more inhibition to lettuce germinability, germination speed and shoot length.

KEY WORDS: sorgoleone, germinability, growth, lettuce, allelopathy.

INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor*) se constitui numa alternativa importante para a produção de grãos no Brasil, especialmente em situações em que os períodos de baixa disponibilidade hídrica são mais freqüentes, como é o caso de sua introdução em sucessão à cultura da soja, no Brasil Central (RIBAS, 2002). Nessa região, freqüentemente, o cultivo de sorgo apresenta maiores benefícios do que a cultura do milho. Plantas de sorgo e também de milheto (*Pennisetum americanum*) são utilizadas amplamente como forrageiras de período estival. Essas espécies produzem grande quantidade de matéria seca em curto período de tempo e por isso estão sendo amplamente utilizadas na implantação de sistemas de semeadura direta na região Central do Brasil.

Pode haver redução da infestação de plantas daninhas quando se faz rotações com culturas que produzam substâncias alelopáticas que, liberadas no ambiente, reduzam a germinação, a emergência, ou o estabelecimento e o desenvolvimento das invasoras. Diferentes abordagens têm sido adotadas para testar o potencial alelopático de espécies vegetais em laboratório. Muitos testes para verificação do potencial alelopático em laboratório são baseados na obtenção de extratos de plantas. Dependendo do método de extração utilizado, pode ser obtido grande número de substâncias derivadas do metabolismo primário e secundário das plantas, como açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, proteínas e substâncias fitotóxicas (INDERJIT e DAKSHINI, 1995). Sintomas sobre plantas-alvo, causados por esses extratos, podem ser então identificados e as substâncias quantificadas. Espécies como alface e pepino são amplamente utilizadas como receptoras em estudos de alelopatia, pela maior sensibilidade aos aleloquímicos, facilidade de obtenção e manuseio das sementes, ou mesmo pela ausência de dormência (BLUM, 1999).

As plantas de sorgo liberam no ambiente substâncias químicas tanto de natureza hidrofóbica quanto hidrofílica e em plantas de milheto já foram identificadas várias substâncias alelopáticas de natureza hidrofílica. A ação destas substâncias sobre o crescimento e desenvolvimento de plantas daninhas depende, dentre outros fatores, do genótipo utilizado, da parte da planta considerada e de condições do ambiente. Sorgoleone (2-hidroxi-5-metoxi-3-[(8'z,11'z)-8',11',14'- pentadecatrieno]-p-benzoquinona), uma quinona primeiramente isolada e identificada por Chang et al. (1986), se constitui o principal componente hidrofóbico de extratos radiculares de sorgo (NETZLY et al., 1988). O sorgoleone é um inibidor da respiração mitocondrial (RASMUSSEN et al., 1992) e do transporte de elétrons no fotossistema II da fotossíntese, atuando no mesmo local de ação de herbicidas como atrazine e diuron (NIMBAL et al., 1996; GONZALEZ et al., 1997).

O sorgoleone pode agir sobre o crescimento de espécies daninhas e cultivadas. Em experimentos conduzidos em placas de petri, uma concentração de 45 ppm de sorgoleone foi suficiente para inibir o desenvolvimento de *Eragrostis tef* (EINHELLIG e SOUZA, 1992) e *Echinochloa crusgalli* (NIMBAL et al., 1996). No entanto, uma concentração de até 358 ppm deste composto não causou intoxicação de plântulas de *Abutilon theophrasti*, *Setaria faberi* e tomate (*Lycopersicon esculentum*) (NIMBAL et al., 1996). Em solução nutritiva, 4 ppm de sorgoleone foi suficiente para reduzir o desenvolvimento de plântulas de *Datura stramonium*, *Amaranthus retroflexus* (EINHELLIG e SOUZA, 1992), *Digitaria sanguinalis* (NIMBAL et al., 1996) e causar toxicidade à plantas de soja, feijão, trigo e *Amaranthus retroflexus* (SOUZA et al., 1999), mas não a *Ipomoea hederacea* (NIMBAL et al., 1996).

Compostos de natureza hidrofílica derivados do metabolismo secundário de plantas de sorgo provavelmente sejam responsáveis pelas respostas inibitórias de extratos aquosos (GUENZI e McCALLA, 1966; NICOLLIER et al., 1983; WESTON et al., 1999; BEN-HAMMOUDA et al., 1995b). A toxicidade de extratos aquosos de diferentes partes de plantas de sorgo em radículas de trigo foi, em ge-

ral, maior com os extratos aquosos obtidos do colmo das plantas (BEN-HAMMOUDA et al., 1995a). Também foram observadas diferenças entre genótipos de sorgo, dependendo do ano de avaliação.

Os objetivos deste estudo foram verificar a fitotoxicidade de extratos hidrofóbicos de raízes e de extratos hidrofílicos de raízes e partes aéreas de sorgo e milho. Plantas de alface foram utilizadas como receptoras.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos para avaliar os efeitos de extratos de natureza hidrofóbica de radículas de sorgo. Um experimento foi elaborado para avaliar os efeitos de extratos de natureza hidrofílica de plantas de sorgo e milho. A cultivar de alface Babá-de-Verão foi utilizada como receptora dos extratos.

Bioensaios com extratos hidrofóbicos de radículas de sorgo

Os extratos hidrofóbicos foram obtidos conforme procedimento descrito por Trezzi (2002). Para tal, foram utilizadas sementes do genótipo de sorgo BR 601, cujo conteúdo médio de sorgoleone em relação ao padrão é de 77,5% (TREZZI, 2002).

Utilizaram-se concentrações de 0; 22,3; 44,7; 89,5; 179 e 358 ppm de extratos hidrofóbicos, que correspondem, respectivamente, a 0; 17,4; 34,6; 69,4; 138,7 e 277,4 ppm de padrão de sorgoleone. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Para todos os tratamentos, foram pipetados 3 mL de extratos hidrofóbicos diluídos em metanol, em papel filtro colocado no fundo de placas de petri. O mesmo volume de metanol foi utilizado no tratamento correspondente à testemunha. As placas de Petri ficaram destampadas por 12 horas, até a evaporação do metanol. Então, foram adicionados à cada placa 4 mL de água destilada. No primeiro experimento, sete sementes de alface pré-germinadas foram transferidas para cada placa de Petri e mantidas por um período de 82 horas à temperatura de 25°C, no escuro. Foram avaliados o comprimento da radícula e da parte aérea das plântulas. No segundo experimento, foram utilizadas sementes sem

pré-germinação e efetuou-se a contagem do número de sementes germinadas diariamente, no mesmo horário, durante 4 dias. Neste experimento, foi calculado o percentual total de sementes germinadas ao final de 4 dias (germinabilidade) e o índice de velocidade de germinação (IVG) (POPINIGIS, 1977).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. A relação das variáveis dependentes com as concentrações de sorgoleone foi analisada por regressão, testando-se inicialmente o modelo logístico de quatro parâmetros e o seu ajuste, conforme procedimento adotado por Seefeldt et al. (1995). Em caso de falta de ajuste ao modelo logístico, testou-se o modelo linear. O ajuste dos dados ao modelo logístico foi realizado usando-se o programa 'Sigma-plot'.

Bioensaios com extratos hidrofílicos de raízes e parte aérea de plantas de sorgo e milho

Na primeira etapa do experimento, conduzida em casa de vegetação, plantas de sorgo das cultivares BR 304, BR 601, RS 11 e da cultivar Comum RS de milho foram cultivadas em vasos com capacidade para 3 L, contendo areia e solução nutritiva conforme metodologia descrita por Trezzi (2002). Após 70 dias de cultivo, as partes aéreas e as raízes das plantas de cada cultivar foram retiradas dos vasos e separadas. A areia aderida às raízes foi removida, através de lavagem rápida em água corrente. O material foi seco à sombra, em temperatura ambiente. Procedeu-se a correção da umidade dos tecidos, tendo como base a matéria seca.

Os tecidos das plantas foram fragmentados com tesoura e pesados. Quantidades de tecidos das raízes e partes aéreas das cultivares de sorgo e milho foram misturadas à água destilada e trituradas em liquidificador. Após extração a frio (JACOBI, 1997), foi obtida uma solução estoque com concentração de 2,5% p/v. Em laboratório, foram obtidas concentrações de 0; 0,5; 1,17; 1,84 e 2,5% p/v de extratos obtidos da parte aérea e do sistema radicular das cultivares de sorgo BR 304, BR 601, RS 11 e da cultivar de milho Comum RS.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições. O ex-

perimento foi organizado em esquema fatorial 4x2x5, onde o fator A foi constituído das cultivares de sorgo e milho, o fator B das partes da planta e o fator C das concentrações de extratos hidrofílicos. Em cada placa de Petri foram pipetados 5 mL de extrato e colocadas dez sementes da cultivar de alface Babá-de-verão. O material foi cultivado em câmara de crescimento, à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h luz/12 h escuro. Diariamente, durante 6 dias, procedeu-se contagem do número de plantas germinadas, para calcular o IVG e, após 7 dias, avaliou-se a germinabilidade e o comprimento da radícula e da parte aérea das plantas.

Os valores de germinabilidade foram transformados por $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$. Os dados foram submetidos à análise da variância, considerando duas situações. Na primeira, foram incluídos os valores correspondentes à testemunha, para se estabelecer os valores da diferença mínima significativa, de modo a permitir comparações entre todos os tratamentos. Na segunda situação, procedeu-se à análise da variância excluindo-se os valores da testemunha para, em caso de significância, se realizar análise de regressão linear entre as variáveis dependentes e as concentrações de extratos hidrofílicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos dos extratos hidrofóbicos

O percentual de germinação e a velocidade de germinação de alface ao final de quatro dias não foram afetados pela variação nas concentrações de extratos hidrofóbicos (Tabela 1). Experimentos conduzidos em laboratório com *Lemna minor* L. mostraram que o sorgoleone não influenciou a velocidade de germinação e o percentual final de sementes germinadas (EINHELLIG e SOUZA, 1992).

Um aumento em 100 ppm da concentração de extratos hidrofóbicos resultou em redução no comprimento da radícula de alface em 0,17 cm (Figura 1). Os modelos logístico e linear permitem estimar a concentração de extratos hidrofóbicos necessária para inibir 50% do desenvolvimento das plântulas (I_{50}). Os valores de I_{50} estimados segundo as equações logística (comprimento da radícula) e linear (comprimento da parte aérea) foram, respectivamente, 41,4

e 178,2 ppm, para a faixa de valores de extratos hidrofóbicos testada. Estes valores indicam haver maior sensibilidade das raízes das plântulas de alface aos extratos de natureza hidrofóbica do que da parte aérea das plantas, na faixa de concentrações utilizada neste experimento.

Tabela 1-Germinabilidade e Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de alface em resposta a diferentes níveis de extratos hidrofóbicos de sorgo em placas de Petri.

Concentração de extratos hidrofóbicos (ppm)	Germinabilidade (%)	IVG
0,0	82	7,57
22,3	82	7,48
44,7	82	7,42
89,5	84	7,58
179,0	84	7,57
358,0	86	7,30
Teste F (tratamentos)	0,67	0,03
Probabilidade > F	0,99	0,99
C.V. (%)	16,25	18,73

n.s. Comparação na coluna não significativa pelo teste DMS ($P > 0,05$).

Estes resultados estão de acordo com os relatados por outros autores, que observaram decréscimos no desenvolvimento de radículas de *Eragrostis tef* (EINHELLIG e SOUZA, 1992), alface (BARBOSA et al., 1998), trigo e *Amaranthus retroflexus* (SOUZA et al., 1999), com a elevação das concentrações de sorgoleone. Ao contrário do observado no presente experimento, Einhellig e Souza (1992) constataram maior efeito de sorgoleone sobre a parte aérea de plantas de *Abutilon theophrasti* e *Datura stramonium* do que sobre raízes. No entanto, os mesmos autores verificaram que 36 ppm de sorgoleone provocaram maior inibição do sistema radicular do que da parte aérea em plantas de *Amaranthus retroflexus*. Uma variação nos níveis de sorgoleone de 2 a 7 ppm inibiu linearmente o desenvolvimento do sistema radicular e estimulou o desenvolvimento da parte aérea de alface (BARBOSA et al., 1998). Maiores reduções da massa seca de raízes de trigo e de *Amaranthus retroflexus* do que da parte aérea,

na faixa de 4 a 36 ppm de sorgoleone, também foram observados por Souza et al. (1999). Os resultados contrastantes referidos anteriormente podem ser devidos à sensibilidade diferenciada entre espécies vegetais e às diferentes concentrações de extratos utilizadas nos bioensaios.

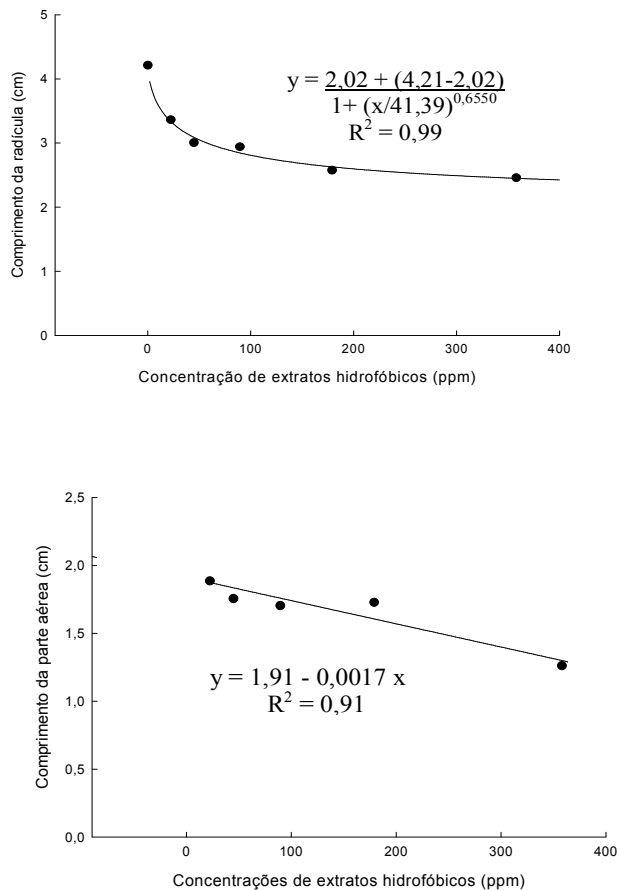


Figura 1- Efeito de concentrações de extratos hidrofóbicos de radículas de sorgo sobre o comprimento da radícula e da parte aérea de plântulas de alface.

Efeitos dos extratos hidrofílicos

A análise da variância de todas as variáveis dependentes revelou interação tríplice entre os fatores cultivar, parte da planta e concentração de extratos hidrofílicos. Em geral, os extratos hidrofílicos obtidos das raízes das plantas não interferiram sobre a germinabilidade de sementes de alface (Figura 2a).

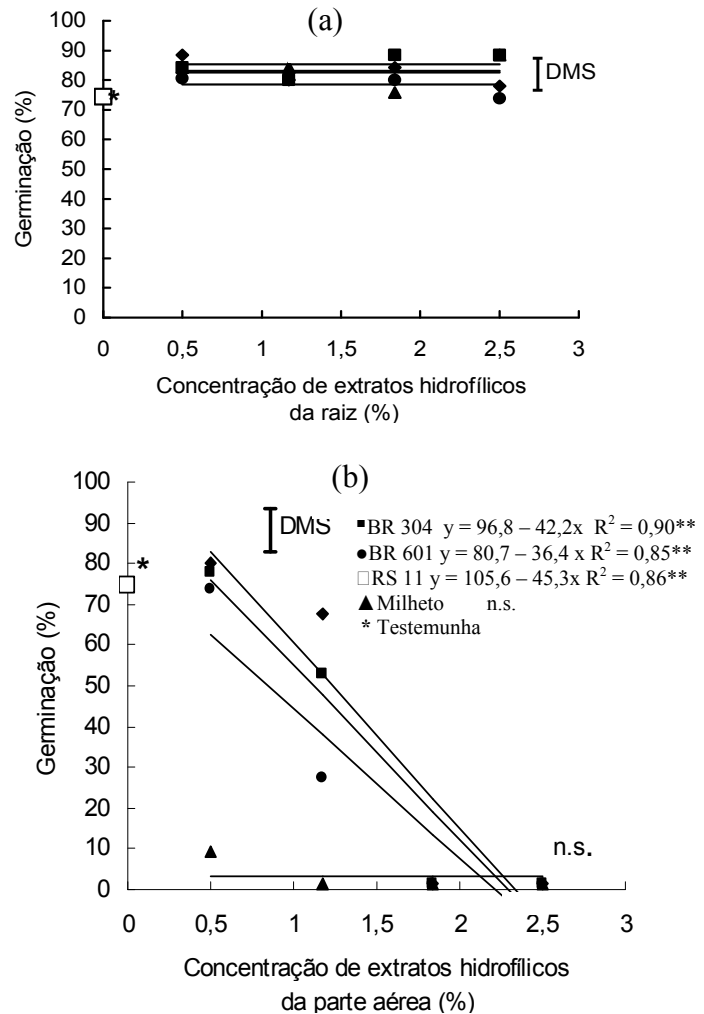


Figura 2- Germinabilidade de alface em resposta à ação de extratos hidrofílicos das raízes (a) e da parte aérea (b) das cultivares de sorgo BR 304, BR 601, RS 11, da cultivar Comum de milho e da testemunha. Valores transformados para $\sqrt{x/100}$. Valor de DMS (5%) = 11,27. n.s. = não significativo. ** Significativo a 1% de probabilidade.

Os extratos das raízes de milho mantiveram a germinabilidade média em torno de 83% (a da testemunha foi de 74%), enquanto os extratos da parte aérea desta espécie reduziram a germinabilidade média a 3,4% na maior concentração (Figura 2) contabilizando redução de 96% em relação aos extratos radiculares e de 95% em relação à testemunha. Houve redução linear do percentual final de ger-

minação com a elevação das concentrações de extratos da parte aérea de sorgo para 1,17 e 2,5% p/v, o que resultou em diferenças significativas em relação aos efeitos de extratos radiculares e da própria testemunha (Figura 2). Exceção coube aos efeitos obtidos na concentração de 1,17% p/v da cultivar RS 11, que não diferiram dos extratos das raízes, nem da testemunha.

Uma redução do IVG de sementes de alface em resposta à elevação da concentração de extratos das raízes somente foi observada para a cultivar de sorgo RS 11 (Figura 3a). Nesta cultivar, houve redução de 1,97 no IVG a cada incremento unitário na concentração de extrato das raízes (Figura 3a). Em todas as concentrações testadas e para todas as cultivares, os extratos da parte aérea das plantas foram mais eficientes em reduzir a velocidade de germinação das sementes de alface, em relação aos extratos das raízes (Figura 3).

A concentração de 1,17% p/v de extratos da parte aérea foi a que melhor discriminou as diferenças de germinabilidade e velocidade de germinação entre os materiais. Nessa concentração, os materiais com maior potencial inibitório foram a cultivar Comum de milho e a cultivar de sorgo BR 601.

Os efeitos dos extratos radiculares hidrofílicos sobre o comprimento da radícula de alface variaram de estimulatórios a inibitórios, dependendo da cultivar e da concentração. Uma redução linear do comprimento da radícula foi observada com o aumento da concentração de extratos hidrofílicos da raiz (Figura 4a). Em relação à testemunha, extratos hidrofílicos das raízes de sorgo cultivar BR 304 foram estimulatórios em todas as concentrações testadas. Os extratos de BR 601 e do milho foram estimulatórios apenas na concentração mais baixa (0,5% p/v); enquanto os de RS 11 foram inibitórios ao desenvolvimento das raízes de alface em concentrações maiores que 0,5% p/v (Figura 4a).

Os extratos radiculares hidrofílicos estimularam o comprimento da parte aérea das plântulas de alface em relação à testemunha (Figura 5a), exceto na menor concentração dos extratos de sorgo BR 601 e de milho. Houve aumento linear do comprimento da parte aérea de alface com a elevação da concentração dos extratos radiculares das cultivares BR 304 e BR 601 e de milho, mas não houve acréscimo com a variação na concentração dos extratos radiculares de RS 11 (Figura 5a).

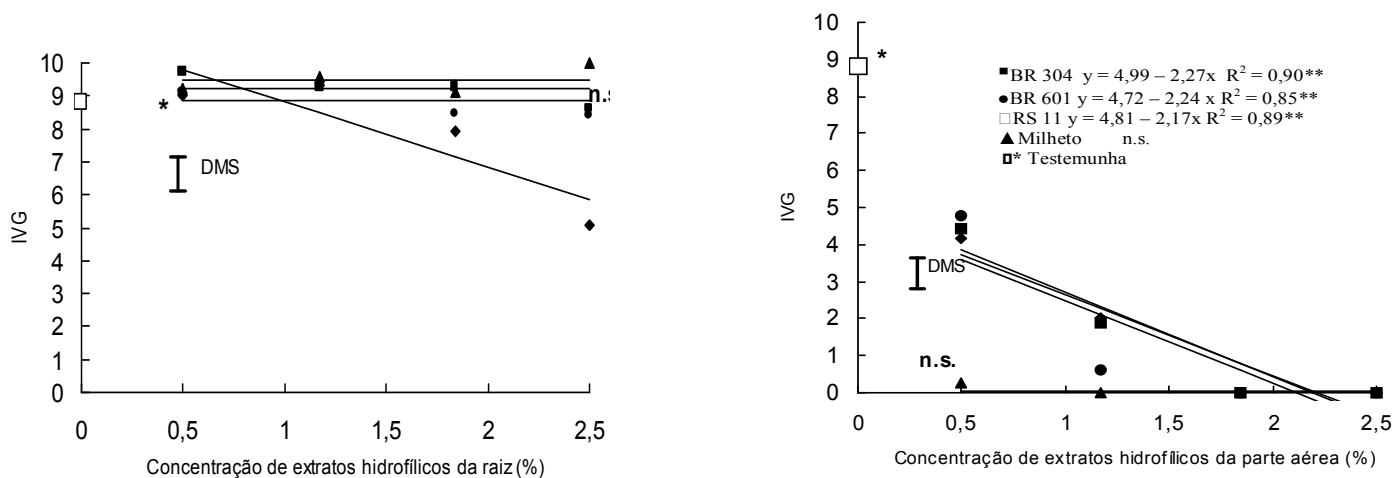


Figura 3- Índice de velocidade de germinação (IVG) de alface em resposta a ação de extratos hidrofílicos das raízes (a) e da parte aérea (b) das cultivares de sorgo BR 304, BR 601, RS 11, da cultivar Comum de milho e da testemunha. Valores transformados para $\sqrt{x/100}$. Valor de DMS (5%) = 1,11. n.s. = não significativo. ** Significativo a 1% de probabilidade.

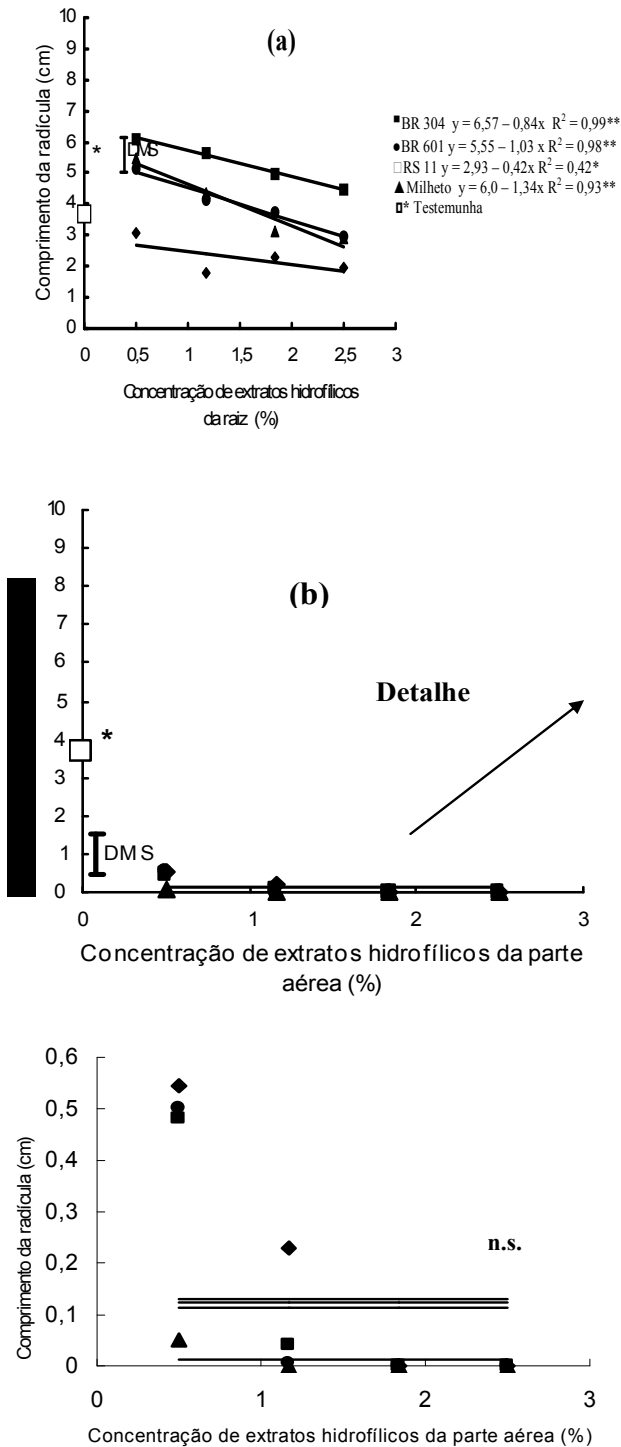


Figura 4- Comprimento da radícula de alface em resposta a ação de extratos hidrofílicos das raízes (a) e da parte aérea (b) das cultivares de sorgo BR 304, BR 601, RS 11, da cultivar Comum de milho e da testemunha. Valores transformados para $\arcsin \sqrt{x/100}$. Valor de DMS (5%) = 0,73. n.s. = não significativo. ** Significativo a 1% de probabilidade. * Significativo a 5% de probabilidade.

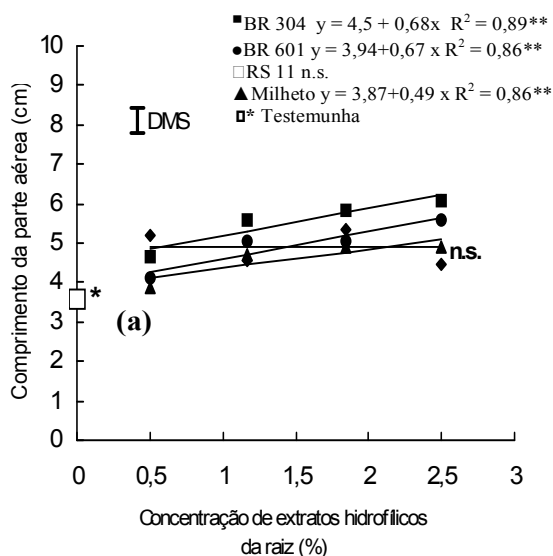
A ação de substâncias alelopáticas muitas vezes não é somente inibitória, pois há relatos de casos de ação estimulatória sobre o desenvolvimento das plantas (BARBOSA et al., 1998; SANTOS et al., 2002).

Os resultados do presente trabalho concordam, em parte, com os obtidos por Forney e Foy (1985), que constataram ação tóxica das frações hidrofóbicas de raízes de plantas de sorgo sobre o desenvolvimento de azevém e alfafa, enquanto as frações de natureza hidrofílica não produziram efeito apreciável. No entanto, extratos hidrofílicos de raízes de plantas de sorgo inibiram o desenvolvimento da radícula e da parte aérea de plantas de *Amaranthus* sp. (PANASIUK et al., 1986) e de trigo (BEN-HAMMOUDA et al., 1995a). Já, extratos aquosos de radículas de *Pennisetum glaucum* foram estimulatórios ou inibitórios ao seu próprio desenvolvimento, dependendo das concentrações utilizadas (SAXENA et al., 1996). Diferenças de inibição bem menos pronunciadas entre extratos das partes aérea e radicular identificadas em outros trabalhos (BEN-HAMMOUDA et al., 1995a; SAXENA et al., 1996) podem dever-se à diferentes métodos de extração dos compostos, às concentrações empregadas, ou mesmo à utilização de diferentes materiais genéticos produtores e receptores das substâncias alelopáticas.

Os extratos hidrofílicos da parte aérea de todas as cultivares foram inibitórios ao desenvolvimento radicular e da parte aérea de plântulas de alfafa, exceto a menor concentração de extratos da parte aérea de sorgo, que não influenciou o desenvolvimento da parte aérea de alfafa (Figura 4b e 5b). Na média das cultivares e concentrações de extratos da parte aérea, houve inibição de 97% do desenvolvimento radicular, em comparação à testemunha (Figura 4b). Foram identificadas diferenças na capacidade inibitória entre os genótipos de sorgo, dependentes da concentração dos extratos da parte aérea. Na concentração mais discriminatória (1,17%), destacou-se a cultivar BR 601 de sorgo (Figura 5b). No entanto, a parte aérea da cultivar Comum RS de milho demonstrou potencial tóxico superior aos genótipos de sorgo.

Ben-Hammouda et al. (1995a) também identificaram maior atividade tóxica de extratos aquosos

do colmo de plantas de sorgo a radículas de trigo, em relação a outras partes da planta. Cheema e Khaliq (2000) verificaram inibição de 49% da massa seca de plantas daninhas (espécies não identificadas) pela aplicação em pós-emergência de extratos hidrofílicos da parte aérea de plantas de sorgo. O desenvolvimento de raízes e da parte aérea de *Pennisetum glaucum* foi estimulado por extratos hidrofílicos desta planta nas menores concentrações utilizadas, e inibido nas concentrações mais elevadas (SAXENA et al., 1996).



que nas raízes (1 a 16 kg.ha⁻¹) (SÈNE et al., 2001). Essa informação poderia respaldar as diferenças inibitórias obtidas entre extratos da parte aérea e de radículas de plantas de sorgo, no presente experimento.

O fato de extratos da parte aérea das cultivares de sorgo e, especialmente de milho, terem proporcionado reduções expressivas na germinação e desenvolvimento inicial das plantas de alfaca indica que podem ser potencialmente úteis no manejo de plantas.

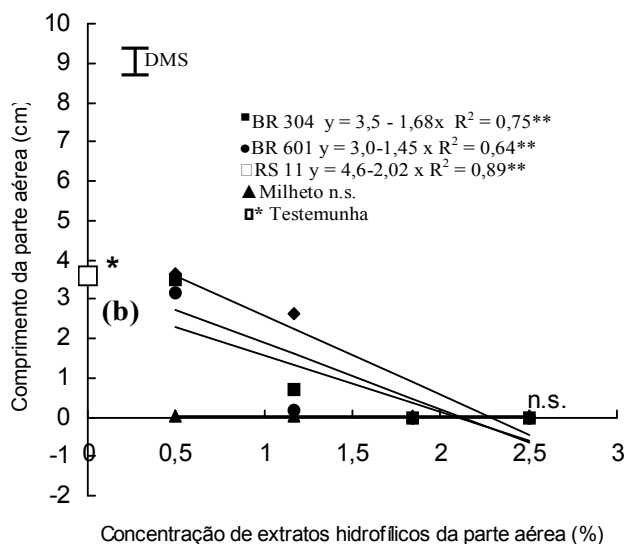


Figura 5- Comprimento da parte aérea de alfaca em resposta a ação de extratos hidrofílicos das raízes (a) e da parte aérea (b) das cultivares de sorgo BR 304, BR 601, RS 11, da cultivar Comum de milho e da testemunha. Valores transformados para arc sen $\sqrt{x/100}$. Valor de DMS (5%) = 0,64. n.s. = não significativo. ** Significativo a 1% de probabilidade.

Dentre as substâncias de natureza hidrofílica potencialmente alelopáticas isoladas de sorgo, destacam-se os ácidos fenólicos, especialmente o β -cumárico (GUENZI e MCCALLA, 1966) e o vanílico (BEN-HAMMOUDA et al., 1995b). O conteúdo total de ácidos fenólicos em tecidos de sorgo varia com a parte da planta considerada, com o híbrido e entre estações de crescimento (BEN-HAMMOUDA et al., 1995b). A variação e o limite superior de produção de ácidos fenólicos totais na parte aérea de plantas de sorgo (4 a 156 kg.ha⁻¹) são maiores do

Em adição, o trabalho mostra boas perspectivas para o isolamento e identificação de aleloquímicos nestas espécies vegetais.

CONCLUSÕES

Não há efeito dos extratos radiculares hidrofóbicos de sorgo sobre a germinabilidade e a velocidade de germinação de sementes de alfaca.

Extratos hidrofóbicos de radículas de sorgo ini-

bem o crescimento de plântulas de alface.

Os efeitos de extratos hidrofílicos radiculares de sorgo e milho na germinação e no comprimento de raízes e da parte aérea de alface variam de acordo com a cultivar e a concentração utilizada.

Extratos hidrofílicos da parte aérea de plantas de sorgo e milho são mais inibitórios à germinação e ao comprimento de raízes e da parte aérea de plantas de alface do que os extratos hidrofílicos das raízes.

Na concentração que discriminou melhor os efeitos de extratos hidrofílicos da parte aérea (1,17%), a BR 601 é a cultivar de sorgo que causa maior inibição à germinabilidade, velocidade de germinação e ao comprimento da parte aérea da alface.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, T.M.L.; FERREIRA, F.A.; SOUZA, I.F. et al. Caracterização química e efeitos alelopáticos de exsudatos radiculares de plântulas de sorgo sobre alface. **Planta Daninha**, v.16, n. 2, p. 153-162, 1998.
- BEN-HAMMOUDA, M.; KREMER, R.J.; MINOR, H.C. Phytotoxicity of extracts from sorghum plant components on wheat seedlings. **Crop Science**, v. 35, n. 6, p. 1652-1656, 1995a.
- BEN-HAMMOUDA, M.; KREMER, R.J.; MINOR, H.C. et al. A chemical basis for differential allelopathic potencial of sorghum hybrids on wheat. **Journal of Chemical Ecology**, v. 21, n. 6, p. 775-786, 1995b.
- BLUM, U. Designing laboratory plant debris-soil bioassays: some reflections. IN: INDERJIT, DAKSHINI, K.M.M.; FOY, C.L. (eds.). **Principles and practices in plant ecology: allelochemical interactions**. Boca Raton: CRC, 1999, p. 17-23.
- CHANG, M.; NETZLY, D.H.; BUTLER, L.G. et al. Chemical regulation of the first natural host germination stimulant for *Striga asiatica*. **Journal of the American Chemical Society**, v. 108, n. 24, p. 7858-7860, 1986.
- CHEEMA, Z.A.; KHALIQ, A. Use of sorghum allelopathic properties to control weeds in irrigated wheat in a semi arid region of Punjab. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 79, n 1, p. 105-112, 2000.
- EINHELLIG, F.A.; SOUZA, I.F. Allelopathic activity of sorgoleone. **Journal of Chemical Ecology**, v. 18, n. 1, p. 1-11, 1992.
- FORNEY, D.R.; FOY, C.L. Phytotoxicity of products from rhizospheres of a sorghum sudangrass hybrid (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*). **Weed Science**, v. 33, n. 5, p. 597-604, 1985.
- GONZALEZ, V.M.; KAZIMIR, J.; NIMBAL, C. et al. Inhibition of a photosystem II electron transfer reaction by the natural product sorgoleone. **Journal of Agricultural And Food Chemistry**, v. 45, p. 1415-1421, 1997.
- GUENZI, W.D.; McCALLA, T.M. Phenolic acids in oats, wheat, sorghum, and corn residues and their phytotoxicity. **Agronomy Journal**, v. 58, n. 3, p. 303-304, 1966.
- INDERJIT; DAKSHINI, K.M.M. On laboratory bioassays in allelopathy. **The Botanical Review**, v. 61, n. 1, p. 29-44, 1995.
- JACOBI, U.S. **Avaliação do potencial alelopático de genótipos de aveia**. 1997. 165 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.
- NETZLY, D.H.; RIOPEL, J.L.; EJETA, G. et al. Germination stimulant of witchweed (*Striga asiatica*) from hydrophobic root exudate of sorghum (*Sorghum bicolor*). **Weed Science**, v. 36, n. 4, p. 441-446, 1988.
- NICOLLIER, J.F.; POPE, D.F.; THOMPSON, A.C. Biological activity of dhurrin and other compounds from johnsongrass (*Sorghum halepense*). **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 31, n. 4, p. 744-748, 1983.
- NIMBAL, C.I.; PEDERSON, J.; YERKES, C.N. et al. Phytotoxicity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germplasm. **Journal of Agricultural And Food Chemistry**, v. 44, n. 5, p. 1343-1347, 1996.
- PANASIUK, O; BILLS, D.D.; LEATHER, G.R. Allelopathic influence of *Sorghum bicolor* on weeds during germination and early development of seedlings. **Journal of Chemical Ecology**, v. 12, n. 6, p. 1533-1543, 1986.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1977. 289 p.

RASMUSSEN, J.A.; HEHL, A.M.; EINHELLIG, F.A. et al. Sorgoleone from root exudate inhibits mitochondrial functions. **Journal of Chemical Ecology**, v. 18, n. 1, p. 197-207, 1992.

RIBAS, P.M. Importância econômica. In: RODRIGUES, J.A.S., VERSIANI, R.P., FERREIRA, M.T.R. (Eds.). **Cultivo do Sorgo**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2002. Disponível em: <www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo/index.htm>. Acesso em: 19/08/2005.

SANTOS, J.C.F.; SOUZA, I.F. de; MENDES, A.N.G. et al. Efeito de extratos de cascas de café e de arroz na emergência e no crescimento do caruru-de-mancha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, p. 783-790, 2002.

SAXENA, A.; SINGH, D.V.; JOSHI, N.L. Autotoxic effects of pearl millet aqueous extracts on seed germination and seedling growth. **Journal of Arid Environments**, v. 33, n. 1, p. 255-260, 1996.

SEEFELDT, S.S.; JENSEN, J.E.; FUERST, E.P. Log-logistic analysis of herbicide dose-response relationships. **Weed Technology**, v. 9, n. 2, p. 218-225, 1995.

SÈNE, M.; DORÉ, T.; GALLET, C. Relationships between biomass and phenolic production in grain sorghum grown under different conditions. **Agronomy Journal**, v. 93, n. 1, p. 49-54, 2001.

SOUZA, C.N. de; SOUZA, I.F. de; PASQUAL, M. Extração e ação de sorgoleone sobre o crescimento de plantas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 23, n. 2, p. 331-338, 1999.

TREZZI, M.M. **Avaliação do potencial alelopático de genótipos de sorgo**. 2002. 127 p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

WESTON, L.A.; NIMBAL, C.I.; JEANDET, P. Allelopathic potential of grain sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] and related species. IN: INDERJIT, DAKSHINI, K.M.M.; FOY, C.L. (eds.). **Principles and practices in plant ecology: allelochemical interactions**. Boca Raton: CRC Press, 1999, p. 467-478.