

# POTENCIAL DA UTILIZAÇÃO DE COBERTURAS VEGETAIS DE SORGO E MILHETO NA SUPRESSÃO DE PLANTAS DANINHAS EM CONDIÇÃO DE CAMPO: I – PLANTAS EM DESENVOLVIMENTO VEGETATIVO<sup>1</sup>

*Potential of Sorghum and Pearl Millet Cover Crops in Weed Suppression under Field Condition:  
I - Plants in Vegetative Growth*

VIDAL, R.A.<sup>2</sup> e TREZZI, M.M.<sup>3</sup>

RESUMO - A supressão da infestação de plantas daninhas por espécies cultivadas como culturas de cobertura pode ocorrer durante o desenvolvimento vegetativo das espécies cultivadas como cultura de cobertura, nos estádios precoces de desenvolvimento, ou após a sua dessecação. Efeitos de competição e alelopáticos exercidos durante a coexistência das plantas de cobertura com as espécies daninhas podem ser responsáveis pelo efeito supressivo. Dois experimentos foram realizados a campo, em 1999/2000 e 2000/2001, na área experimental da Faculdade de Agronomia da UFRGS, em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições, objetivando determinar os efeitos de plantas vegetando de genótipos de sorgo, com capacidade distinta de produção de extratos radiculares hidrofóbicos, sobre a supressão de plantas daninhas. Em 1999/2000, os tratamentos foram constituídos pelos genótipos de sorgo RS 11, BR 601 e BR 304, representantes de três classes de produção de extratos radiculares hidrofóbicos em laboratório, pelo genótipo de milho Comum RS e por uma testemunha sem culturas. Em 2000/2001, os tratamentos foram resultantes da combinação do fator genótipo e do fator posição das plantas daninhas (linha ou entrelinha das culturas). Nos dois anos experimentais, a densidade e o crescimento de plantas daninhas (SIDRH, BIDSS e BRAPL) foram semelhantes entre os genótipos de sorgo e entre estes e o do milho. Isso ocorreu independentemente do local avaliado, na área total ou individualmente nas linhas e entrelinhas das culturas, indicando ausência de efeito supressor de exudatos hidrofóbicos a campo. No primeiro ano, aos 30 dias após a semeadura, reduções de 41% de infestação e de 74% de massa seca total de plantas daninhas foram observadas, comparando-se os tratamentos cobertos com culturas à testemunha sem culturas, enquanto no segundo ano, aos 14 dias após a semeadura, não foram observadas diferenças entre a área onde havia plantas de sorgo ou milho e a testemunha descoberta. A densidade de plantas daninhas nas linhas foi inversamente proporcional à população de plantas vivas de sorgo nesse local.

**Palavras-chave:** *Sorghum* spp., *Pennisetum americanum*, cobertura de solo, alelopatia, competição.

**ABSTRACT -** *The capacity of suppression of weed infestation by cultivation of cover crops can occur during the vegetative growth of the species cultivated as cover crops, at the early stages of development, or after their desiccation. Competition and allelopathic effects performed, during the coexistence of the cover crop with the weeds can be responsible for the suppressive effect. Two experiments were carried out under field conditions, in 1999/2000 and 2000/2001, at the Experimental Station of Agronomy College, at the Federal University of Rio Grande do Sul (UFRGS), Brazil, in a randomized block design with four replications, to determine the effects of living plants of sorghum genotypes with distinct capacity of production of hydrophobic root extracts, on suppressing weeds. In 1999/2000, the treatments consisted of the RS 11, BR 601, and BR 304 sorghum genotypes, representative of three classes of hydrophobic root extracts production in laboratory, Comum RS pearl millet genotype and a check without crops. In 2000/2001, the treatments were the result of combinations of genotype factors and weed position (rows or interrows). In the*

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 29.10.2003 e na forma revisada em 18.6.2004.

<sup>2</sup> Eng.-Agrº, Ph.D., Professor Adjunto, Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. <sup>3</sup> Eng.-Agrº, Dr., Professor Adjunto, Curso de Agronomia do CEFET/PR, Unidade de Pato Branco, Via do Conhecimento, Km 01, Caixa Postal 571, 95503-390 Pato Branco-PR.



two experimental years, the density and growth of weeds (*SIDRH*, *BIDSS*, and *BRAPL*) were similar between sorghum genotypes and of these with pearl millet. This occurred regardless of the place evaluated, in the total area or individually in the rows or interrows, indicating lack of suppressive effect of hydrophobic exsudates under field conditions. In the first trial, thirty days after seeding, reduction of 41% of infestation and 74% of weed total dry mass were observed, while in the second trial, 14 days after seeding, no differences were observed between sorghum and pearl millet areas and the check without cover crops. Weed density in rows was inversely proportional to living sorghum plant population in these places.

**Key words:** *Sorghum* spp., *Pennisetum americanum*, soil cover crops, allelopathy, competition.

## INTRODUÇÃO

A capacidade supressora de plantas daninhas por culturas de cobertura é amplamente reconhecida e explorada (Putnam et al., 1983; Almeida, 1988; Einhellig & Rasmussen, 1989; Teasdale & Mohler, 1993; Vidal & Bauman, 1996; Theisen et al., 2000). A supressão pode ocorrer tanto durante o desenvolvimento vegetativo das plantas cultivadas, quando efeitos competitivos e alelopáticos poderiam influenciar o desenvolvimento das plantas daninhas, quanto após a dessecação das plantas cultivadas, em que principalmente efeitos físicos (Teasdale & Mohler, 1993; Vidal, 1995) e também de liberação de substâncias alelopáticas (Almeida, 1988) poderiam resultar em supressão.

A competição é dependente de vários fatores, entre eles os relacionados às espécies competidoras, como diferenças morfológicas e fisiológicas entre os genótipos de plantas cultivadas, determinantes da habilidade competitiva com as espécies daninhas (Radosevich et al., 1997; Menezes & Silva, 1998), bem como de características adaptativas das espécies daninhas (Eberhardt et al., 1999). Mudanças no desenvolvimento das plantas devido ao efeito competitivo podem ocorrer em estádios precoces de desenvolvimento, pois há habilidade em perceber precocemente alterações no comprimento de onda luminosa resultantes da presença de plantas na vizinhança (Radosevich et al., 1997; Almeida, 1998).

Dezenas de milhares de compostos secundários de plantas já foram isolados e estima-se que centenas de milhares existam na natureza. Há evidências de que a maioria dos metabólitos secundários liberados pelas plantas esteja

envolvida em interações com outros organismos, como outras plantas, insetos, fungos e herbívoros, ou seja, apresentam potencial para exercer alelopátia em agroecossistemas (Duke, 1986). Existe forte relação de dependência entre a produção destes metabólitos e as condições de ambiente (Einhellig, 1996), o que dificulta a interpretação de resultados a campo. O conhecimento das potencialidades alelopáticas de culturas pode ser utilizado em benefício do controle de plantas daninhas. A atividade alelopática de plantas de sorgo pode estar relacionada a compostos de natureza tanto hidrofóbica quanto hidrofílica.

Raízes de diferentes espécies de sorgo (*Sorghum bicolor*, *Sorghum vulgare*, *Sorghum sudanense* e *Sorghum halepense*) exsudam várias benzoquinonas de cadeias longas com elevado potencial alelopático (Netzly & Butler, 1986). O composto hidrofóbico sorgoleone, a principal destas benzoquinonas, é exsudado por raízes vivas (Fate et al., 1990) e representa 90% ou mais dos extratos radiculares extraídos com solventes hidrofóbicos (Nimbal et al., 1996). Em experimentos conduzidos em laboratório e casa de vegetação, sorgoleone inibiu o desenvolvimento de espécies como *Eragrostis tef*, *Lemna minor*, *Lactuca sativa* e *Amaranthus retroflexus*, mas não afetou o desenvolvimento de *Sorghum bicolor*, *Ipomoea purpurea* e *Abutilon theophrasti* (Netzly et al., 1988; Einhellig & Souza, 1992; Nimbal et al., 1996). O sorgoleone é um potente inibidor da respiração mitocondrial (Rasmussen et al., 1992) e também do transporte de elétrons no fotossistema II, atuando competitivamente no mesmo local de ação de herbicidas como atrazine e diuron (Einhellig et al., 1993; Nimbal et al., 1996; Gonzalez et al., 1997).

Existe variação na produção de sorgoleone entre genótipos de sorgo (Hess et al., 1992; Nimbale et al., 1996; Rodrigues et al., 2001) e entre condições de ambiente (Hess et al., 1992). Variações consideráveis na produção de compostos de natureza hidrofílica, como dos ácidos fenólicos, como os ácidos ferúlico, vanílico, siríngico, p-hidroxibenzóico e, especialmente, p-cumárico, também foram encontradas em tecidos vegetais e no solo (Guenzi & McCalla, 1966; Nicollier et al., 1983; Ben-Hammouda et al., 1995; Weston et al., 1999).

O potencial das substâncias alelopáticas pode ser melhor avaliado sob condição de campo (Inderjit & Weston, 2000), onde estão sujeitas aos processos de retenção, transporte e transformação, que determinam sua dinâmica no solo (Cheng, 1992). Embora o sorgoleone migre das raízes para o solo (Netzly et al., 1988), é provável que, em função de sua elevada hidrofobicidade, a ação desse composto fique restrita à área próxima das plantas liberadoras. A concentração de ácidos fenólicos encontrada no solo muitas vezes é considerada abaixo da necessária para produzir atividade biológica em laboratório (Dalton, 1999). Desconsidera-se, nesse caso, a possibilidade de ocorrer sinergismo (Einhellig, 1996) entre compostos alelopáticos e também de existir gradiente de concentração decrescente à medida que se afasta e crescente à medida que se aproxima das plantas liberadoras, o que poderia resultar em influência sobre a atividade biológica em plantas daninhas.

O objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos de plantas vivas de genótipos de sorgo com capacidade distinta de produção de extratos radiculares hidrofóbicos sobre a supressão de plantas daninhas em campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos a campo, na Estação Experimental Agronômica (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), nos períodos 1999/2000 e 2000/2001. O solo do local pertence à unidade de mapeamento São Jerônimo, sendo classificado como areno-argiloso (Argissolo Vermelho Distrófico típico) (Streck et al., 1999). As principais características do solo utilizado encontram-se referidas na Tabela 1.



Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições.

Em 1999/2000 e em 2000/2001, cada unidade experimental apresentou, respectivamente, 32 (2 x 16 m) e 16 m<sup>2</sup> (4 x 4 m). Os tratamentos foram compostos pelos genótipos de sorgo RS 11, BR 601 e BR 304, representantes, respectivamente, das classes inferior, intermediária e superior de produção do aleloquímico sorgoleone (Trezzi et al., 2002); pelo genótipo de milho Comum RS, espécie que não produz sorgoleone; e por uma testemunha sem culturas. As sementes foram realizadas em 16/11/99 e 31/10/2000; no primeiro experimento, sobre cobertura de plantas de ervilhaca, e no segundo, sobre cobertura de plantas daninhas que se desenvolveram no local, ambas dessecadas previamente com 720 g ha<sup>-1</sup> de glyphosate. Utilizaram-se sementes visando o estabelecimento de 1.200.000 plantas ha<sup>-1</sup>, para cada genótipo de sorgo, e de 4.000.000 plantas.ha<sup>-1</sup> de milho. Os experimentos foram realizados durante os primeiros 48 (1999/2000) ou 63 dias (2000/2001) após a sementeira (estádios V<sub>7</sub> ou V<sub>6</sub>, respectivamente, em sorgo ou milho).

Aos 30 dias após a sementeira, em 1999/2000, e aos 14 dias após a sementeira, em 2000/2001, efetuou-se contagem e identificação das espécies daninhas em uma área de 0,175 m<sup>2</sup> (0,45 x 0,39 m), com distinção de linha (0,06 m<sup>2</sup>) e entrelinha (0,115 m<sup>2</sup>) da cultura apenas em 2000/2001. Neste período efetuou-se também a contagem das plantas de sorgo efetivamente emergidas na linha de sementeira. As plantas daninhas foram secadas em estufa a 60 °C, para determinação da massa seca. Para comparação da densidade populacional e massa seca de plantas daninhas entre médias de tratamentos, utilizou-se o teste da diferença mínima significativa (DMS), após os dados serem submetidos à análise de variância. Procedeu-se, também, à análise de correlação entre população de plantas daninhas e densidade de plantas de sorgo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento conduzido no primeiro ano experimental (1999/2000) permitiu avaliar a infestação global de plantas daninhas, sem

distinção de ocorrência nas linhas e entrelinhas. As espécies daninhas predominantes foram *Brachiaria plantaginea* (BRAPL) e *Sida rhombifolia* (SIDRH). Foi testada a hipótese de haver infestação e crescimento diferenciado destas espécies, em função da produção de extratos hidrofóbicos, comparando-se a densidade e o crescimento de plantas daninhas a campo entre os diferentes genótipos de sorgo e entre estes e o do milho, espécie que não produz sorgoleone.

A densidade e o crescimento de plantas daninhas (SIDRH e BRAPL) foram semelhantes entre os genótipos de sorgo e entre estes e o do milho, indicando ausência de efeito supressor de exsudatos hidrofóbicos (Tabela 2). No entanto, observaram-se reduções de 41% de infestação e de 74% de massa seca total de plantas daninhas, comparando-se as áreas cobertas com culturas à testemunha descoberta (Tabela 2).

O experimento conduzido no segundo ano experimental (2000/2001) permitiu avaliar as diferenças de infestação de plantas daninhas posicionadas nas linhas e entrelinhas das culturas, aos 14 dias após a semeadura destas. A interação entre os fatores genótipos/espécies e posições das plantas daninhas em relação às linhas da cultura foi significativa para as infestações de BRAPL, *Bidens* sp. (BIDSS) e total de plantas daninhas, mas não para as populações de SIDRH (Tabela 3). As infestações de BRAPL, SIDRH e BIDSS presentes nas linhas ou nas entrelinhas de semeadura não diferiram entre os genótipos de sorgo e milho. A variabilidade da infestação natural de plantas daninhas na área pode ter impedido a identificação de diferenças de infestação por espécie. No entanto, nas linhas de semeadura, para o genótipo BR 601 de sorgo ocorreu menor infestação total do que nos outros dois genótipos de sorgo e, também, em relação à

**Tabela 1** - Composição química e textural do solo utilizado nos experimentos. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 1999/2000 e 2000/2001

M.O. <sup>1/</sup>	Argila	PH	P	K	Al	H+Al	Ca	Mg	C.T.C. <sup>2/</sup>	S.B. <sup>3/</sup>
(%)	(%)	(H <sub>2</sub> O)	(mg dm <sup>-3</sup> )		(cmol L <sup>-1</sup> )					(%)
2,9	29	5,5	30	205	0,0	2,5	3,6	2,0	8,6	71

<sup>1/</sup> Matéria orgânica; <sup>2/</sup> capacidade de troca de cátions; e <sup>3/</sup> saturação de bases.

**Tabela 2** - Densidade de plantas de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Sida rhombifolia* (SIDRH) e total e massa seca total de plantas daninhas, avaliadas aos 30 dias após a semeadura das culturas, em resposta à presença de diferentes coberturas verdes sobre o solo. UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 1999/2000

Tratamento	BRAPL	SIDRH	Total de plantas daninhas	Matéria seca total de plantas daninhas
	(plantas m <sup>-2</sup> )		(g m <sup>-2</sup> )	
Sorgo BR 304	58 a <sup>1/</sup>	150	223 a	30 a
Sorgo RS 11	48 a	73	142 a	22 a
Sorgo BR 601	59 a	87	214 a	39 a
Milho Comum	39 a	142	149 a	20 a
Testemunha	202 b	89	309 b	109 b
Valor de F (tratamentos)	12,45**	0,77 <sup>n.s.</sup>	3,35*	18,06**
DMS <sup>2/</sup>	59,41	123,36	113,88	27,04
CV (%)	47,49	74,00	35,64	40,15

\*\* Significativo a 1% ; \* significativo a 5%; e <sup>n.s.</sup> não-significativo.

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente a 5% pelo teste DMS; e <sup>2/</sup> diferença mínima significativa a 5%.

testemunha (Tabela 3). Nas entrelinhas da cultura não se verificaram diferenças entre os genótipos de sorgo e de milho.

Verificou-se correlação negativa ( $r = -0,92$ ) entre o número total de plantas cultivadas em genótipos de sorgo e o número de plantas daninhas nas linhas de semeadura. Como o número de plantas do cultivar de sorgo BR 304 nas linhas é inferior aos verificados nos genótipos BR 601 e RS 11 e no cultivar de milho (Tabela 4), admite-se que a relação entre populações de plantas cultivadas e daninhas nas linhas de semeadura possa ter aumentado a densidade de plantas daninhas do genótipo BR 304, em relação aos demais genótipos de sorgo.

Alelopatia e competição poderiam estar envolvidas no fenômeno relatado anteriormente. Sorgoleone é o principal exsudato hidrofóbico de raízes de sorgo (Netzley & Butler, 1986), embora se desconheça exatamente qual a sua taxa de liberação pelas raízes. A baixa mobilidade de sorgoleone no solo, devido à ausência de solubilidade em água (Netzly & Butler, 1986) e, possivelmente, à elevada adsorção aos colóides do solo (Hess et al., 1992), limita consideravelmente a possibilidade de

absorção desse composto pelas plantas. Sua liberação em local próximo de absorção e/ou o contato entre raízes de plantas de sorgo e raízes de plantas daninhas poderiam ser maneiras de produzir efeitos alelopáticos. Populações maiores de plantas liberadoras de substâncias alelopáticas aumentariam a chance de absorção de sorgoleone por plantas daninhas. Dessa forma, é possível que a menor população de plantas do genótipo BR 304 nas linhas de semeadura tenha resultado em maior população de plantas daninhas. Como consequência disso, maior população de plantas daninhas poderia reduzir a disponibilidade de substâncias alelopáticas no meio para gerar efeito alelopático (Weidenhamer et al., 1989).

Efeitos reduzidos sobre plantas daninhas nas entrelinhas das culturas são atribuídos a compostos com baixa mobilidade no solo, fato observado apenas com populações de BIDSS nas entrelinhas de milho (Tabela 3). No entanto, deve-se considerar que outros fatores, como o revolvimento diferencial do solo em linhas e entrelinhas, podem influenciar a emergência de plantas daninhas. O fato de o genótipo BR 304 apresentar maior infestação de plantas daninhas nas linhas (Tabela 3),

**Tabela 3** - Densidade de plantas de *Brachiaria plantaginea* (BRAPL), *Sida rhombifolia* (SIDRH), *Bidens* sp. (BIDSS) e total de plantas daninhas aos 14 dias após a semeadura das culturas, em resposta à presença de diferentes genótipos e à posição das plantas daninhas na área de amostragem. UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2000/2001

Tratamento	Densidade de plantas daninhas (plantas. m <sup>-2</sup> )							
	BRAPL		SIDRH		BIDSS		Total	
	Linha	Entrelinha	Linha	Entrelinha	Linha	Entrelinha	Linha	Entrelinha
Sorgo BR 304	a <sup>1/</sup> 1192 A	a 873 B	75 <sup>n.s.</sup>	64 <sup>n.s.</sup>	a 643 A	a 903 A	a 2354 A	a 1881 B
Sorgo BR 601	a 840 A	a 849 A	74	106	a 190 A	a 504 A	c 1328 A	a 1501 A
Sorgo RS 11	a 1054 A	a 913 A	132	99	a 664 A	a 554 A	ab 1915 A	a 1627 A
Milho Comum RS	a 887 A	a 840 A	107	122	a 180 B	a 456 A	bc 1434 A	a 1490 A
Testemunha	a 905 A	a 905 A	65	65	a 475 A	a 923 A	ab 2000 A	a 2000 A
Causas de Variação	Valores de F <sup>2/</sup>							
Genótipos	0,21 <sup>n.s.</sup>		0,30 <sup>n.s.</sup>		0,61 <sup>n.s.</sup>		2,59 <sup>n.s.</sup>	
Posições	5,08*		0,005 <sup>n.s.</sup>		0,29 <sup>n.s.</sup>		1,39 <sup>n.s.</sup>	
Genótipos x Posições	1,81 <sup>3/</sup>		0,88 <sup>n.s.</sup>		2,50 <sup>4/</sup>		2,81 <sup>5/</sup>	
CV (%) (genótipo)	5,12		18,85		22,57		2,98	
CV (%) (posições)	2,03		7,43		3,16		1,62	

\* Significativo a 5% e <sup>n.s.</sup> não-significativo.

<sup>1/</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, dentro de cada espécie invasora, não diferem significativamente a 5% pelo teste DMS; <sup>2/</sup> dados transformados para  $\log(x+10)$ ; <sup>3/</sup> significativo a 18%; <sup>4/</sup> significativo a 9%; e <sup>5/</sup> significativo a 6%.





**Tabela 4** - Densidade de plantas cultivadas na linha de semeadura, aos 14 dias após a semeadura das culturas. UFRGS, Eldorado do Sul-RS, 2000/2001

Genótipo/espécie	Densidade de plantas cultivadas na linha (plantas m <sup>-2</sup> )
Sorgo BR 304	143 c <sup>1/</sup>
Sorgo BR 601	214 b
Sorgo RS 11	154 bc
Milheto cv. Comum RS	480 a
Valor de F (tratamentos)	60,09**
CV (%)	16,45

<sup>1/</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente a 5% pelo teste DMS. \*\* Significativo a 1%.

embora dele se obtivesse alta quantidade de sorgoleone por extração com solvente (Trezzi et al., 2002), pode significar que, para esta substância especificamente, a proximidade entre sistemas radiculares seja mais importante que as diferenças de produção de substâncias alelopáticas entre genótipos, ou que a extração com solventes em laboratório (Trezzi et al., 2002) não forneça estimativa adequada das quantidades exsudadas pelas raízes. Como o milheto não produz sorgoleone, mas também reduziu a população total de plantas daninhas nas linhas de semeadura, em relação a BR 304 (Tabela 3), é possível que essa espécie produza outras substâncias alelopáticas capazes de inibir o desenvolvimento de plantas daninhas. Não está afastada, também, a possibilidade de que os genótipos de sorgo produzam outras substâncias alelopáticas que não sorgoleone, as quais poderiam resultar em desenvolvimento diferencial de plantas daninhas nas linhas de semeadura.

A competição por recursos do meio também pode justificar densidades de plantas daninhas mais elevadas em genótipos de plantas cultivadas com menor população. As plantas são hábeis em perceber precocemente alterações no comprimento de onda luminosa resultantes da presença de plantas na vizinhança, desencadeando, dessa forma, mudanças em seu desenvolvimento (Radosevich et al., 1997; Almeida, 1998). No entanto, é pouco provável que a população de plantas seja modificada tão precocemente (aos 14 dias após a semeadura da cultura) pela interferência competitiva.

Os resultados indicam que a produção diferencial de extratos radiculares hidrofóbicos por genótipos de sorgo, determinada em trabalho em laboratório, não se relaciona à densidade de plantas e ao desenvolvimento de *Brachiaria plantaginea* e *Sida rhombifolia* em condição de campo. Demonstaram, também, que a densidade total de plantas daninhas nas linhas de semeadura relaciona-se inversamente com a população de plantas de sorgo cultivadas neste local, embora ela não mostre efeito sobre a população de plantas daninhas nas entrelinhas.

## LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, F. S. **A alelopatia e as plantas**. Londrina: Fundação IAPAR, 1988. 60 p. (IAPAR, Circular 53).
- BEN-HAMMOUDA, M. et al. A chemical basis for differential allelopathic potential of sorghum hybrids on wheat. **J. Chem. Ecol.**, v. 21, n. 6, p. 775-786, 1995.
- CHENG, H. H. A conceptual framework for assessing allelochemicals in the soil environment. In: RIZVI, S.J.H.; RIZVI, V. (Ed.). **Allelopathy: basic and applied aspects**. London: Chapman & Hall, 1992. p. 21-29.
- DALTON, B.R. The occurrence and behavior of plant phenolic acids in soil environments and their potential involvement in allelochemical interference interactions: methodological limitations in establishing conclusive proof of allelopathy. In: INDERJIT, DAKSHINI, K. M. M.; FOY, C. L. (Eds.). **Principles and practices in plant ecology: allelochemical interactions**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 57-74.
- DUKE, S. O. Naturally occurring chemical compounds as herbicides. **R. Weed Sci.**, v. 2, p. 15-44, 1986.
- EBERHARDT, D. S.; SILVA, P. R. F.; RIEFFEL NETO, S. Eficiência de absorção e utilização de nitrogênio por plantas de arroz e de dois ecótipos de arroz vermelho. **Planta Daninha**, v. 17, n. 2, p. 309-323, 1999.
- EINHELLIG, F. A. et al. Effects of root exudate sorgoleone on photosynthesis. **J. Chem. Ecol.**, v. 19, n. 2, p. 369-375, 1993.
- EINHELLIG, F. A.; SOUZA, I. F. Allelopathic activity of sorgoleone. **J. Chem. Ecol.**, v. 18, n. 1, p. 1-11, 1992.
- EINHELLIG, F. A. Interactions involving allelopathy in cropping systems. **Agron. J.**, v. 88, n. 6, p. 886-893, 1996.



- EINHELLIG, F. A.; RASMUSSEN, J. A. Prior cropping with grain sorghum inhibits weeds. **J. Chem. Ecol.**, v. 15, n. 3, p. 951-960, 1989.
- FATE, G.; CHANG, M.; LYNN, D. G. Control of germination in *Striga asiatica*: chemistry of spatial definition. **Plant Physiol.**, v. 93, n. 1, p. 201-207, 1990.
- GONZALEZ, V. M. et al. Inhibition of a photosystem II electron transfer reaction by the natural product sorgoleone. **J. Agric. Food Chem.**, v. 45, p. 1415-1421, 1997.
- GUENZI, W. D.; McCALLA, T. M. Phenolic acids in oats, wheat, sorghum, and corn residues and their phytotoxicity. **Agron. J.**, v. 58, n. 3, p. 303-304, 1966.
- HESS, D. E.; EJETA, G.; BUTLER, L. G. Selecting sorghum genotypes expressing a quantitative biosynthetic trait that confers resistance to *Striga*. **Phytochemistry**, v. 31, n. 2, p. 493-497, 1992.
- INDERJIT; WESTON, L. A. Are laboratory bioassays for allelopathy suitable for prediction of field responses? **J. Chem. Ecol.**, v. 26, n. 9, p. 2111-2118, 2000.
- MENEZES, V.; SILVA, P. R. F. Manejo de arroz vermelho através do tipo e arranjo de plantas em arroz irrigado. **Planta Daninha**, v. 16, n. 1, p. 45-57, 1998.
- NETZLY, D. H.; BUTLER, L. G. Roots of sorghum exude hydrophobic droplets containing biologically active components. **Crop Sci.**, v. 26, n. 4, p. 775-780, 1986.
- NETZLY, D. H. et al. Germination stimulant of witchweed (*Striga asiatica*) from hydrophobic root exudate of sorghum (*Sorghum bicolor*). **Weed Sci.**, 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*). **J. Agric. Food Chem.**, v. 31, n. 4, p. 744-748, 1983.
- NIMBAL, C. I. et al. Phytotoxicity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germplasm. **J. Agric. Food Chem.**, v. 44, n. 5, p. 1343-1347, 1996.
- PUTNAM, A. R.; DEFRANK, J.; BARNES, J. P. Exploration of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. **J. Chem. Ecol.**, v. 9, n. 8, p. 1001-1010, 1983.
- RADOSEVICH, S.; HOLT, J.; GHERSA, C. **Weed ecology**: implications for management. 2.ed. New York: Wiley, 1997. 588 p.
- RASMUSSEN, J. A. et al. Sorgoleone from root exudate inhibits mitochondrial functions. **J. Chem. Ecol.**, v. 18, n. 1, p. 197-207, 1992.
- RODRIGUES, J. C. et al. Determinação do conteúdo de sorgoleona nos exsudatos radiculares de híbridos de sorgo. **R. Ceres**, v. 48, n. 275, p. 49-54, 2001.
- STRECK, E. V.; KAMPF, N.; KLAMT, E. **Atualização da classificação taxonômica das unidades de mapeamento do levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER, 1999. 5 p. (Série Solos, 9).
- TEASDALE, J. R.; MOHLER, C. L. Light transmittance, soil temperature, and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. **Agron. J.**, v. 85, n. 3, p. 673-680, 1993.
- THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia-preta. **Pesq. Agropec. Brás.**, v. 35, n. 4, p. 753-756, 2000.
- TREZZI, M. M. et al. **Avaliação do potencial alelopático de genótipos de sorgo**. 2002. 127 f. (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- VIDAL, R. A. **Amount of crop residues in no-till farming affects weed-crop ecosystems**. 1995. 161 f. Thesis (Ph.D.) – Purdue University, West Lafayette, 1995.
- VIDAL, R. A.; BAUMAN, T. T. Surface wheat (*Triticum aestivum*) residues, giant foxtail (*Setaria faberi*), and soybean (*Glycine max*) yield. **Weed Sci.**, v. 44, n. 5, p. 939-943, 1996.
- WEIDENHAMER, J. D.; HARTNETT, D. C.; ROMEO, J. T. Density dependent phytotoxicity: distinguishing resource competition and allelopathic interference in plants. **J. Appl. Ecol.**, v. 26, p. 613-624, 1989.
- 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.

