

EFEITO DE EXTRATOS AQUOSOS DE ESTRUTURAS DE GRAMA-SEDA NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLÂNTULAS DE ARROZ, MILHO E TRIGO ⁽¹⁾

MARIA DO CARMO DE SALVO SOARES NOVO ^(2*); ROBERT DEUBER ⁽²⁾;
ANTONIO AUGUSTO DO LAGO ⁽²⁾; RONALDO TAVARES DE ARAÚJO ⁽³⁾, ADEMIR SANTINI ⁽³⁾

RESUMO

Objetivou-se verificar os efeitos de extratos aquosos de estruturas de grama-seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) e de exsudatos radiculares presentes no solo no qual a planta se desenvolveu, sobre a germinação e o crescimento inicial de arroz, trigo e milho. O extrato aquoso das estruturas da parte aérea, subterrâneas e da planta inteira, assim como do estolão, da folha + colmo, estolão + folha + colmo, rizoma, raiz e de rizoma + raiz de grama-seda foi elaborado a partir de 100 g L⁻¹ de material seco. Foram avaliados a protrusão da radícula e os crescimentos da radícula e da plúmula de cada espécie. A inibição ou o estímulo do desenvolvimento inicial de plântulas foi dependente da espécie avaliada e da estrutura vegetal empregada na elaboração do extrato. A protrusão da radícula foi mais inibida que os crescimentos da radícula e da plúmula. O estímulo do desenvolvimento da radícula e da plúmula foi mais evidente quando o extrato foi elaborado a partir das estruturas do sistema radicular, da parte aérea e da planta inteira que de estruturas individualizadas de grama-seda. De modo geral, o arroz e o milho foram mais inibidos por extratos elaborados a partir da parte aérea e subterrânea, respectivamente. Para o trigo, a inibição ou o estímulo foi dependente da variável analisada. O desenvolvimento da radícula e da plúmula de arroz, milho e trigo foi estimulado por extrato elaborado a partir da planta inteira. O extrato produzido a partir da fração argila + silte estimulou o desenvolvimento da radícula do milho e da plúmula do trigo.

Palavras-chave: potencial alelopático, *Cynodon dactylon*; *Oryza sativa*, *Zea mays*, *Triticum aestivum*.

ABSTRACT

EFFECTS OF AQUEOUS EXTRACTS OF BERMUDAGRASS STRUCTURES ON INITIAL GROWTH OF RICE, CORN AND WHEAT SEEDLINGS

The objective of this work was to study the effects of aqueous extracts of Bermudagrass structures (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) and soil exudates, on the germination and initial growth of rice, corn and wheat seedlings. The aqueous extracts of above-ground and subterranean parts and of the whole plant, as well as of stolons, leaves + culm, stolons + leaves + culm, rhizome, root and rhizome + root of Bermudagrass, were prepared from 100 g L⁻¹ of dry plant material. It was also investigated if these extracts and the one obtained from soil removed from the rhizosphere of the subterranean plant parts, and of the stolons would show any interference. Inhibition or stimulation of the initial seedling development was dependent on the tested species and the structure employed in the preparation of the extract. Radicle protrusion was inhibited more than radicle and plumule growth. The stimulus of radicle and plumule growth was more evident when the extract was prepared from the root system structures, above-ground plant parts and whole plant than from the separated plant structures of Bermudagrass. Rice and corn were more inhibited by extracts prepared from the above-ground and subterranean plant part respectively. Wheat inhibition or stimulation effects were dependent on the variable analysed. The development of radicle and plumule of rice, corn and wheat was stimulated by extract prepared from the whole plant. The extract prepared from the clay + silt soil fraction in which the grass grew stimulated growth of corn radicle and wheat plumule.

Key words: allelopathic potential, *Cynodon dactylon*, *Oryza sativa*, *Zea mays*, *Triticum aestivum*.

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 17 de setembro de 2007 e aceito em 17 de abril de 2009.

⁽²⁾ Instituto Agronômico, (IAC), Caixa Postal, 28, 13001-970 Campinas (SP). E-mail: jpsnovo@iac.sp.gov.br (*) Autora correspondente; rdeuber@iac.sp.gov.br; aalago@iac.sp.gov.br

⁽³⁾ Alunos do Programa de Pós-Graduação do IAC em Tecnologia da Produção Agrícola.

1. INTRODUÇÃO

A grama-seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), planta daninha perene, do grupo C₄, com reprodução sexuada e vegetativa, é comum em países de clima tropical onde constitui problema sério em áreas agrícolas e industriais (HOROWITZ, 1972). A reprodução vegetativa é a mais importante forma de disseminação, pois tais estruturas são de fácil estabelecimento e de difícil controle, enquanto as sementes são produzidas esparsamente e sua germinação e emergência são baixas (SATORRE et al., 1996). A parte aérea é bastante sensível ao frio. No inverno, as gemas dos rizomas e dos estolões permanecem inativas e no início do verão, a reserva de carboidratos destas estruturas vegetativas são empregadas durante o estabelecimento inicial da planta para a produção de novas brotações, o que a torna bastante competitiva.

Em algumas áreas com grandes infestações de grama-seda, tem sido observada redução no desenvolvimento de algumas culturas. Este fato tem respaldo na literatura, pois KISSMANN (1997) relatou que a grama-seda, em condição de murchamento, produz o ácido hidrocianico, que é bastante tóxico a diversas espécies vegetais. O extrato aquoso de folhas secas dessa espécie compõe-se de ácidos fenólico, p-cumárico e outros com ação alelopática, podendo afetar o desenvolvimento inicial de algumas espécies (KISSMANN, 1997).

A inibição de radículas de cevada foi observada em solos leves, contendo extratos de resíduos de grama-seda, incubados por quatro meses (HOROWITZ e FRIEDMAN, 1971).

Em trabalho realizado por DELACHIAVE et al. (1999), verificou-se a inibição da germinação de sementes de pepino e de tomate tratadas com extratos de diferentes partes de grama-seda.

VASILAKOGLU et al. (2005) observaram que extratos aquosos de grama-seda inibiram o crescimento inicial de raiz e da massa verde em plântulas de algodão, milho, capim-arroz e *Setaria verticillata*. Em condições de campo, a grama-seda inibiu o crescimento e a produção de algodão. VERNA e RAO (2006) verificaram inibição de germinação e crescimento inicial da soja cultivar Shilajet, tratada com extratos aquosos de grama-seda.

Em alguns experimentos de campo, tem sido observado que algumas gramíneas como o arroz, cevada e trigo têm conseguido competir com eficiência com as plantas daninhas. CHOU e KIM (2004) relataram que essas culturas liberam substâncias tóxicas no ambiente tanto por exsudação radicular como através de material em

decomposição. Existem na literatura alguns trabalhos identificando as substâncias capazes de suprimir plantas daninhas através da liberação de substâncias ao ambiente (OLOFSDOTTER et al., 1999). Além disso, diferentes grupos de substâncias podem ser liberados pelas raízes e por outras estruturas de plantas. Sob condições naturais, muitas dessas substâncias podem promover ou inibir o desenvolvimento de plantas e outras podem ser rapidamente degradadas por microrganismos ou adsorvidas pelos colóides do solo, não causando danos às plantas (GRUMMER e BEYER, 1960).

De acordo com KOBAYASHI (2004), em condições de laboratório, a suscetibilidade de uma espécie de planta a um aleloquímico depende principalmente das propriedades fisiológicas e bioquímicas de cada espécie. A sensibilidade de uma planta receptora a um aleloquímico e a fitotoxicidade do extrato da planta doadora dependem do órgão vegetativo da espécie a ser avaliada.

O objetivo desse experimento foi avaliar o efeito de extratos das plantas de grama-seda e de suas diferentes estruturas na germinação e no crescimento inicial de plântulas de arroz, milho e trigo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Plantas inteiras e adultas de grama-seda (*C. dactylon* (L.) Pers.), em início de florescimento, foram coletadas em áreas de Campinas (SP), levadas ao laboratório, lavadas com água destilada e secadas em papel absorvente.

Foram realizados quatro experimentos. Para o Experimento 1, plantas inteiras de grama-seda foram separadas em três lotes. No primeiro foi colocado o sistema radicular, no segundo a parte aérea e no terceiro as plantas inteiras. Para o Experimento 2, foram separadas as diferentes estruturas da raiz, ou seja, de raiz, rizoma e raiz + rizomas. Na avaliação do efeito da parte aérea (Experimento 3), foram separados os estolões, os colmos + folhas e os colmos + folhas + estolões. As diferentes estruturas foram cortadas em pedaços pequenos que foram secados ao ar até biomassa constante. O material foi moído em moinho tipo Wiley, acondicionado em frascos de vidro, tampados e mantidos em condições ambiente até o momento de ser usado.

Para o preparo do extrato aquoso de material seco, foram tomados 100 g de cada estrutura a ser estudada, adicionaram-se 1000 mL de água destilada, agitando-se por 24 horas. O extrato foi peneirado, filtrado em papel de filtro Whatman n.º 1 e o volume do extrato completado a 1 L.

O extrato foi mantido sob refrigeração até o dia seguinte, quando foram realizados os testes de germinação. O extrato do exsudato de raiz foi preparado coletando terra do local de onde foram retiradas as plantas de grama-seda (Experimento 4). A terra foi secada em estufa com ventilação forçada a 35 °C por 24 horas. A terra foi peneirada sob crivos de 10 e 50 mesh. O material que passou pelo crivo de 50 mesh foi peneirado em peneira de 0,053 mm (ABNT 270, Tyler 270). Para o preparo do extrato, foram agitados por 8 horas, 2 g do material que passou pela peneira de 0,053 mm dissolvido em 200 mL de água destilada. Após 24 horas em repouso, o material foi filtrado em papel de Whatmann n.º 1 e completou-se a 200 mL. Foi preparado um litro da solução e mantida sob refrigeração até o momento de ser usada.

Para o teste de germinação, as sementes de arroz, milho e trigo foram tratadas com hipoclorito de sódio a 1% por 3 minutos, lavadas três vezes em água destilada. Para os bioensaios foram utilizadas caixas plásticas transparentes, com tampa, tipo gerbox, com dimensões de 11 x 11 x 4 cm, contendo três folhas de papel de germinação como substrato. Este foi umedecido com 27 mL do extrato aquoso ou com água destilada, sendo esta quantidade igual a 2,5 vezes a massa do substrato. As caixas gerbox foram colocadas em germinador a 25 °C na ausência de luz, dispostas

inteiramente ao acaso (BRASIL, 1992), sendo os tratamentos repetidos cinco vezes. Foram determinados a emissão da radícula (protrusão) após 24 horas e os comprimentos da radícula e da plúmula após 144 horas (seis dias) segundo os métodos de MAYER e POLJAKOFF-MAYBER (1963) e MARCOS FILHO et al. (1987) respectivamente. Aos quatro dias após a avaliação da protrusão, adicionaram-se 20 mL de água destilada a cada caixa, com reposição. Os dados foram submetidos à análise de variância empregando-se o teste F. Os dados de porcentagem de emissão de radícula foram transformados em arc sen raiz quadrada de $x/100$. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em plântulas de arroz, foi observado que a porcentagem de protrusão de radícula foi inibida em mais de 50% pelo extrato proveniente de plantas inteiras de grama-seda. As protrusões das radículas de plântulas de milho e trigo não foram afetadas pelas diferentes estruturas da grama-seda quando comparadas com a testemunha apenas com água (Tabela 1). No trabalho de DELACHIAVE et al. (1999), também não foi verificada inibição da emergência em milho, ainda que esta tenha ocorrida com tomate e pepino.

Tabela 1. Comparação entre os extratos das estruturas da parte subterrânea, aérea e de planta inteira de grama-seda na protrusão da radícula, comprimentos de radícula e plúmula de arroz, milho e trigo

Extratos	Arroz		
	Protrusão da radícula % ⁽¹⁾	Comprimento da radícula	Comprimento da plúmula
		cm	
Água	31,19 a	38,23 b	14,92 b
Sistema subterrâneo ⁽²⁾	36,18 a	49,25 a	23,93 a
Parte aérea ⁽³⁾	29,22 a	50,58 a	20,25 a
Planta Inteira	15,28 b	46,70 a	21,79 a
		Milho	
Água	40,18 ab	103,49 b	40,15 b
Sistema subterrâneo	51,92 a	109,49 ab	45,59 a
Parte aérea	36,26 b	107,67 ab	43,08 ab
Planta Inteira	51,99 a	114,76 a	45,24 a
		Trigo	
Água	98,75 a	91,51 c	55,31 c
Sistema subterrâneo	98,98 a	133,42 a	78,69 a
Parte aérea	99,75 a	125,21 b	70,18 b
Planta Inteira	97,50 a	126,30 ab	78,37 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

⁽¹⁾ Dados transformados em arco sen raiz quadrada de $x/100$.

⁽³⁾ Parte subterrânea consistia de raiz + rizomas.

⁽⁴⁾ Parte aérea consistia de folhas + caules + estolões.

Segundo CORREIA et al. (2005), quando o efeito de extratos no desenvolvimento de plântulas é avaliado em placas de Petri ou gerbox, observa-se que o sistema radicular é mais afetado que a parte aérea, pois a absorção e a concentração de fitoxinas são favorecidas neste tecido devido ao maior contato entre a radícula e o papel de filtro. Entretanto, os mesmos autores relatam que, por vezes, não é observada inibição na germinação das sementes. Nesses casos, o sítio de ação do fitoquímico pode não estar relacionado à inibição da divisão celular do eixo embrionário, o que resulta na ausência de efeito sobre a germinação de sementes. Desta forma, a bioatividade de extratos aquosos estaria condicionada à capacidade de absorção, translocação e mecanismo de ação dos seus compostos potencialmente inibitórios.

De modo geral, seis dias após a semeadura, o estímulo observado no desenvolvimento da radícula e da plúmula foi dependente da espécie avaliada e da estrutura da grama-seda empregada na produção do extrato. Os comprimentos da radícula e da plúmula de arroz e do trigo foram estimulados na presença de extratos do sistema subterrâneo, da parte aérea e de planta inteira de grama-seda (Tabela 1). O comprimento da radícula do milho foi estimulado na presença de extrato produzido a partir da planta inteira. Houve estímulo no crescimento na plúmula do milho, quando o extrato foi preparado a partir das estruturas do sistema radicular e da planta inteira.

Nas plântulas de trigo, observou-se que o efeito no desenvolvimento da radícula e da plúmula foi dependente da estrutura da grama-seda empregada na produção do extrato. O extrato produzido a partir da parte aérea de grama-seda, embora tenha estimulado o desenvolvimento da radícula e da plúmula do trigo, estes foram inferiores aos observados naqueles obtidos da parte subterrânea (Tabela 1).

Segundo HASSAN et al. (1998), os aleloquímicos produzidos por plantas podem inibir a germinação da semente bloqueando a hidrolização dos nutrientes dos tecidos de reserva e afetando a divisão celular. Mas tal supressão pode ser apenas temporária, pois a planta receptora pode degradar rapidamente a molécula em substância não tóxica. Quando ocorre inibição do crescimento seguido por estímulo, deve-se considerar que uma mesma substância pode inibir quando em alta concentração, mas estimular quando em baixa (EVENARI, 1949).

Há diversas explicações para esse processo. No presente experimento, a protrusão da radícula foi avaliada 24 horas após o início da germinação quando a concentração do extrato no meio era elevada. Após a avaliação da protrusão da radícula, aos substratos de papel foram adicionados, aos quatro dias, 20 mL

de água por caixa, diluindo a concentração do extrato. Além disso, seis dias depois, muito do extrato já havia sido absorvido pela plântula reduzindo sua concentração. Também o material pode ter sido transformado de inibidor em estimulante por mudanças que ocorreram durante a germinação (EVENARI, 1949). Deve ainda ser considerado que uma mesma substância pode atuar diferentemente na germinação e no crescimento. A auxina, por exemplo, promove o crescimento da parte aérea, estimulando tanto a divisão como o aumento da elongação das células, mas inibe o crescimento da raiz (THIMANN, 1956). Pode ainda ter ocorrido interação interespecífica entre arroz e grama-seda.

Algumas cultivares de arroz possuem potencial para controlar plantas daninhas, pois são capazes de liberar no ambiente substâncias que reduzem o desenvolvimento destas espécies (OLOFSDOTTER et al., 1999). A liberação de substâncias do arroz no ambiente, associada ao extrato de grama-seda, pode ter efeito sinérgico no desenvolvimento da radícula e do hipocótilo. Há relatos demonstrando que o crescimento de raízes de *Echinochloa crus-galli* pode ser inibida por algumas cultivares de arroz, mas pouco afeta o desenvolvimento da parte aérea (HASSAN et al., 1998).

Foi observado que a protrusão da radícula e os comprimentos da radícula e da plúmula de plântulas de arroz não foram reduzidos pelos extratos preparados a partir das estruturas subterrâneas de grama-seda, havendo mesmo uma tendência de estímulo pelo extrato com raiz + rizoma (Tabela 2). Em milho e trigo, a protrusão da radícula foi inibida no tratamento com o extrato de raiz e de rizoma respectivamente. Os crescimentos da radícula e da plúmula de plântulas de milho foram inibidos na presença de extrato de rizoma. O extrato preparado com raiz da grama-seda inibiu o desenvolvimento da radícula e da plúmula de trigo. O desenvolvimento da radícula de plântulas de trigo foi afetado também por extrato preparado com rizomas. Entretanto, quando o extrato foi preparado com raiz + rizomas, observou-se estímulo no desenvolvimento da radícula e da plúmula de milho e trigo.

HOVELAND (1964), avaliando o efeito de extratos de rizomas e raízes de diversas gramíneas, de grama-seda inclusive, no desenvolvimento inicial de espécies de *Trifolium*, observou que a inibição da germinação e do crescimento da radícula foram dependentes da espécie de poácea e da leguminosa avaliada. As porcentagens de germinação de *T. repens*, *T. vesiculosum* e de *T. nigrescens* foram reduzidas por extrato radiculares de grama-seda aos dois e quatro dias após o início do experimento, mas não houve efeito em *T. incarnatum*.

Tabela 2. Comparação entre os efeitos de extratos produzidos a partir de raiz, rizoma e raiz + rizoma de plantas de grama-seda na protrusão da radícula e nos comprimentos da radícula e da plúmula de arroz, milho e trigo

Extratos	Arroz		
	Protrusão da radícula % (1)	Comprimento da radícula	Comprimento da plúmula
		cm	
Água	36,89 a	20,17 ab	
Raiz	1,25 b	36,94 a	19,65 ab
Rizoma	3,79 b	39,99 a	19,34 b
Raiz + Rizoma	11,37 a	42,02 a	23,03
		Milho	
Água	25,83 a	105,71 b	39,89 b
Raiz	14,12 b	101,38 b	38,52 b
Rizoma	17,43 ab	93,58 c	35,17 c
Raiz + Rizoma	19,34 ab	115,77 a	44,85 a
		Trigo	
Água	87,63 b	109,62 b	55,01 b
Raiz	80,76 bc	93,46 c	49,53 c
Rizoma	76,64 c	88,50 c	51,88 bc
Raiz + Rizoma	99,75 a	123,63 a	80,07 a

(1) Dados transformados em arco sen raiz quadrada de $x/100$.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Em arroz, extratos produzidos a partir das estruturas aéreas (estolão, folha + colmos e da parte aérea inteira de grama-seda), reduziram a protrusão da radícula, mas não afetaram o desenvolvimento da radícula e da plúmula (Tabela 3). A redução na protrusão da radícula de arroz foi maior quando o extrato foi preparado com a parte aérea inteira. Em milho, apenas a protrusão da radícula foi inibida sendo menor quando se empregou o extrato de folha + colmos.

A protrusão da radícula de plântulas de trigo foi inibida na presença de extrato de folha + colmos e da planta inteira (Tabela 3). O comprimento da radícula foi inibido na presença de extrato produzido a partir de estolão e de folhas + colmos. Quando foi empregado o extrato produzido a partir das diferentes estruturas da parte aérea da grama-seda, verificou-se que ocorreu estiolamento na radícula e no caulículo quando comparada com o controle em que apenas água foi usada.

Pela tabela 4, verificou-se que o extrato aquoso produzido a partir da fração de solo silte + argila (exsudato radicular) não afetou a protrusão da radícula e o desenvolvimento da radícula e da plúmula de plântulas de arroz. As protrusões de radícula do milho e de trigo e os comprimentos da radícula de trigo e da plúmula de milho também não foram inibidos pela ação desse extrato. Entretanto, o extrato estimulou o desenvolvimento da radícula de

milho e da plúmula de trigo. Em condições de campo, HOVELAND (1964) manifestou dúvida se as raízes de grama-seda produziram e exsudariam substâncias em concentrações suficientes para causar injúria à cultura do trevo.

Segundo NARWAL et al. (2005), o solo afeta todas as respostas das plantas às substâncias alelopáticas. KOBAYASHI (2004) observou que a concentração de um aleloquímico na água do solo é que determina a atividade fitotóxica e sua concentração é controlada por fatores como adsorção, desorção e degradação no solo. A textura, o teor de argila e de óxidos, a matéria orgânica, o pH e os nutrientes e a biota têm função primordial na determinação das concentrações ativas desses compostos nos solos e na ação deste sobre outras espécies presentes no mesmo sítio (BLUM et al., 1987). Deve-se ainda considerar que, em ambiente de campo, as condições climáticas atuam diretamente na disponibilidade dessas substâncias às plantas.

Os aleloquímicos podem ser adsorvidos pela fração argila e através de reações químicas e biológicas podem ser metabolizados durante o movimento da água no solo e tornando-se prontamente disponíveis à absorção afetando o crescimento de plantas receptoras. STENERSEN (2004) relatou que o processo de adsorção é rápido.

Tabela 3. Comparação entre os efeitos de extratos produzidos a partir de estolão, folha + colmos e na parte aérea de plantas de grama-seda na protrusão da radícula e nos comprimentos da radícula e da plúmula de arroz, milho e trigo

Extratos	Arroz		
	Protrusão da radícula % ⁽¹⁾	Comprimento da radícula cm	Comprimento da plúmula cm
Água	46,30 a	44,84 a	20,72 a
Estolão	32,02 b	42,80 a	19,75 a
Folha + Colmos	35,98 b	43,01 a	21,65 a
Parte aérea	23,39 c	41,34 a	22,68 a
Milho			
Água	41,48 a	113,37 a	45,08 a
Estolão	38,94 a	110,16 a	45,92 a
Folha + Colmos	21,07 b	111,16 a	45,62 a
Parte aérea	33,38 a	116,68 a	43,30 a
Trigo			
Água	99,93 a	126,07 a	67,89 b
Estolão	99,73 a	109,93 c	75,18 a
Folha + Colmos	97,09 b	115,34 b	78,56 a
Parte aérea	97,40 b	125,98 a	78,63 a

⁽¹⁾ Dados transformados em arco sen raiz quadrada de $x/100$.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Tabela 4. Efeito do extrato produzido a partir do solo da rizosfera de plantas de grama-seda na protrusão de radícula (PR) e nos comprimentos da radícula (CR) e da plúmula (CC) de plântulas de arroz, milho e trigo

Extrato	Arroz			Milho			Trigo		
	PR % ⁽¹⁾	CR cm	CC cm	PR %	CR cm	CC cm	PR %	CR cm	CC cm
Água	41,51 a	48,18 a	20,40 a	51,60 a	114,40 b	50,40 a	99,60 a	120,07 a	62,90 b
Silte + Argila	42,56 a	49,95 a	24,75 a	47,81 a	129,70 a	55,48 a	98,43 a	119,85 a	68,79 a

⁽¹⁾ Dados transformados em arco sen raiz quadrada de $x/100$.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não se diferem entre si pelo teste de Duncan a 5%.

Geralmente, menos de uma hora é necessária para que o equilíbrio entre as fases do solo seja alcançado. Além disso, o efeito em plantas depende do material do extrato e se este esteve em maior ou menor contacto com o sistema radicular e com os fragmentos dos resíduos vegetais (PATRICK, 1971).

No presente experimento, a fração silte + argila foi retirada de solo com alto teor de argila (588 g kg⁻¹ de argila total). As substâncias presentes na rizosfera de plantas de grama-seda podem ter sido adsorvidas pelos colóides do solo, com consequente redução de suas atividades. As plantas de arroz necessitariam de concentrações muito mais elevadas para serem afetadas. Em trigo e milho, por sua vez,

possivelmente devido às baixas concentrações presentes e à sua maior sensibilidade, houve estímulo no desenvolvimento da plúmula e da radícula respectivamente. Esses estímulos poderiam ser creditados à presença de nutrientes na fração em estudo.

No processo de retenção pelos colóides, vários mecanismos de ligação podem estar envolvidos dependendo das propriedades do solo e das características químicas das substâncias (CHUNG e MILLER, 1995). No ambiente solo, há formação de ácido férúlico e este está na forma aniônica. Sua ligação com as partículas do solo ocorre por meio de pontes de cátions e sua recuperação é menor (DALTON et al., 1983).

Alguns produtos naturais como o ácido ferúlico podem ainda se ligar irreversivelmente nas substâncias húmicas do solo, tornando seu efeito dependente da dose relativa do aleloquímico, da adição, decomposição e fixação destas (NARWAL et al., 2005). Também deve ser considerado que, sob condições naturais, muitas dessas substâncias podem ser rapidamente degradadas por microrganismos (GRUMMER e BEYER, 1960).

4. CONCLUSÕES

1. A inibição ou o estímulo ao desenvolvimento inicial de plântulas de arroz, milho e trigo é dependente da espécie avaliada e da estrutura empregada na elaboração do extrato da grama-seda, sendo a protrusão da radícula mais inibida que os comprimentos da radícula e da plúmula.

2. O estímulo ao desenvolvimento da radícula e da plúmula é mais evidente quando o extrato é elaborado a partir das estruturas do sistema radicular, da parte aérea e da planta inteira que de estruturas individualizadas de grama-seda.

3. De modo geral, o arroz e o milho são mais inibidos por extratos elaborados a partir da parte aérea e subterrânea respectivamente. Para o trigo, a inibição ou o estímulo é dependente da variável analisada. Os desenvolvimentos da radícula e da plúmula de arroz, milho e trigo são estimulados por extratos elaborados a partir da planta inteira de grama-seda.

4. O extrato produzido a partir da fração argila + silte estimula o desenvolvimento da radícula do milho e da plúmula do trigo.

REFERÊNCIAS

BLUM, U.; WEED, S.B.; DALTON, B.R. Influence of various soil factors on the effects of ferulic acid on leaf expansion of cucumber seedlings. *Plant and Soil*, Haia, v. 98, p.111-130, 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

CHOU, S.U ; KIM, Y.M Herbicidal potential and quantification of suspected allelochemicals from four grass crop extracts. *Journal of Agronomy and Crop Science*, Berlin, v.190, p.145-150, 2004.

CHUNG, I.M.; MILLER, D.A. Natural herbicide potential of alfalfa residue on selected weed species. *Agronomy Journal*, Madison, v.85, p.920-025, 1995.

CORREIA, N.M.; CENTURION, M.A.P.C.; ALVES, P.L.C.A. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de soja. *Ciência Rural*, Porto Alegre, v.35, p.498-503, 2005.

DALTON, B.R.; BLUM, U.; WEED, S.B. Allelopathic substances in ecosystems: effectiveness of sterile soil components in altering recovery of ferulic acid. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.9, p.1185-1201, 1983.

DELACHIAVE, M.H.A.P.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Efeitos alelopáticos de grama-seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) na germinação de sementes de pepino, milho, feijão e tomate. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina v. 21, p.194-197, 1999.

EVENARI, M. Germination inhibitors. *Botanical Review*, Lancaster, v.15, p.153-194, 1949.

GRUMMER, G. ; BEYER, H. The influence exerted by species of *Camelina* on flax by means of toxic substances. In: HARPER, J.L. (Ed.). **The Biology of Weed**. Oxford: Blackwell, 1960. p.153-157.

HASSAN, S. M.; AIDY, I. R; BASTAWISI, A. O.; DRAZ, A. E. Weed management using allelopathic rice varieties in Egypt. In: OLOFSDOTTER, M. (Ed.). **Allelopathy in rice. WORKSHOP ON ALLELOPATHY**, 1996, Manila. **Proceedings....** Manila: International Rice Research Institute, 1998. p.27-37.

HOROWITZ, M.; FRIEDMAN, T. Biological activity of subterranean residues of *Cynodon dactylon* L., *Sorghum halepense* L. and *Cyperus rotundus* L. *Weed Research*, Oxford, v.11, p.88-93. 1971.

HOROWITZ, M. Effect of growth regulators on *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Sorghum halepense* (L.) Pers., and *Cyperus rotundus* L. *Weed Research*, v.12, p.11-20, 1972.

HOVELAND, C.S. Germination and seedling vigor of clovers as affected by grass root extracts. *Crop Science*, Madison, v.4, p.211-213, 1964.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. 2.ed.. São Paulo: Basf, 1997. v.1, p.477-483.

KOBAYASHI, K. Factors affecting phytotoxic activity of allelochemicals in soil. *Weed Biology and Management*, Kyoto, v.4, p.1-7, 2004.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação quantitativa das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. New York: Pergamon Press, 1963. 236p.

NARWAL, S.S.; PALANIRAJ, R.; SATI, S.C. Herbologia. *International Journal on Weed Research and Control*, Sarajevo, v.6, p.3-66, 2005.

OLOFSDOTTER, M.; WATSON, A.; PIGGIN, C. **Weeds – An increasing problem of modern rice production**. Cap. 5. 7p. Disponível em: <http://thecity.sfcu.edu/~sustain/chap5.html>. Acesso em 25-8-99.

PATRICK, Z.A. Phytotoxic substance associated with the decomposition in soil plant residues. *Soil Science*, Baltimore, v.111, p.13-18, 1971.

SATORRE, E.H.; RIZZO, F.A.; ARIAS, S.P. The effect of temperature on sprouting and early establishment of *Cynodon dactylon*. **Weed Research**, Oxford, v.36, p.431-440, 1996.

STENERSEN, J. Translocation and degradation of pesticides. In: STENERSEN, J. (Ed.). **Chemical pesticides: mode of action and toxicology**. Boca Raton: CRC Press, 2004. Cap.8, 32p.

THIMANN, K.V. Promotion and inhibition: twin themes of physiology. **The American Naturalist**, Chicago, v.90, p145-162, 1956.

VASILAKOGLU, I.; DHIMA, K.; ELEFTHEROHORINOS, I. Allelopathic potential of Bermudagrass and Johnsongrass and their interference with cotton and corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, p.303-315, 2005.

VERNA, M.; RAO, P.B. Allelopathic effects of four weed species extracts on germination, growth and protein in different varieties of *Glycine max* (L.) Merr. **Journal of Environmental Biology**, Lucknow, v.27, p.571-577, 2006.