

Inibição da germinação e alongamento da radícula de invasoras de pastagens pelos extratos aquosos de gramíneas forrageiras tropicais

A. P. da S. Souza Filho*, L. R. Rodrigues** e T. D. Rodrigues**

Introdução

Até recentemente, a instabilidade verificada nos ecossistemas de pastagens cultivadas era atribuída a competição por água, luz e nutrientes; às diferenças fisiológicas entre as espécies; e as dificuldades de se manejar grupos de plantas fisiologicamente diferentes.

Atualmente, existe a concepção de que uma planta pode interferir direta ou indiretamente no desenvolvimento de outras plantas em sua imediação, através de produção de compostos químicos que são liberados para o meio ambiente, fenômeno que Molish, em 1937, denominou alelopatia. Por definição, o termo, em si, engloba tanto os efeitos detrimenais como os estimulatórios e leva em conta a participação dos microorganismos do solo (Rice, 1984).

Sob o ponto de vista agrônômico, a alelopatia é de interesse, pois possibilita não só a seleção de plantas de pastagem que podem exercer um certo nível de controle de determinadas espécies indesejáveis, como também o estabelecimento de espécies de pastagem que não são fortemente alelopáticas e que podem, desta maneira, compor pastagens mais equilibradas, com reflexos favoráveis na produtividade e na longevidade das mesmas (Wardle, 1987).

Nesse sentido, as informações atuais sobre alelopatia em plantas forrageiras sugerem que algumas espécies possuem uma maior habilidade competitiva em condições de pastagem consorciadas, provavelmente devido às suas potencialidades alelopáticas.

O objetivo do presente trabalho foi investigar o potencial alelopático de três gramíneas forrageiras, através dos efeitos inibitórios dos extratos aquosos sobre a germinação e o desenvolvimento da radícula de três invasoras de pastagens.

Materiais e métodos

Em caixas de amianto com capacidade para 100 litros, contendo solo peneirado classificado como Latossolo Roxo textura média, foram plantadas sementes de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu, braquiária humídica (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickerdt.) e braquiária decumbens (*Brachiaria decumbens* Stapf.).

Por ocasião do plantio, aplicou-se 44 kg/ha de P, 50 kg/ha de K e 100 kg/ha de N, utilizando-se como fontes o superfosfato simples, o cloreto de potássio e o sulfato de amônio, respectivamente. A adubação foi parcelada em duas aplicações: metade no plantio e o restante 30 dias após a germinação das sementes, com exceção do superfosfato simples que foi aplicado de uma única vez no plantio.

Quatro meses após a germinação, as espécies foram cortadas rente ao solo (folhas+colmos), acondicionadas em sacos de papel e mantidas em estufa com circulação de ar forçada por 72 h, em temperatura controlada para 39 °C. Posteriormente, o material foi triturado em um moinho tipo martelo, misturando-se à água deionizada na proporção de 1 g de material moído para 10 ml de água deionizada (extratos aquosos a 10%), ficando em repouso por 6 horas e filtrando-se como o auxílio de uma bomba a vácuo. Os extratos assim preparados foram mantidos em freezer até o momento de serem utilizados. Em cada extrato aquoso determinou-se o pH, a condutividade e o potencial osmótico.

* Eng. Agr. Pesquisador da EMBRAPA-CPATU, Caixa Postal 48, Belém-Pará, 66.095-100, Brasil.

** Prof. da FCAVJ-UNESP. Jaboticabal, São Paulo, Brasil, 114.870-000.

Avaliou-se o potencial alelopático das gramíneas forrageiras sobre a germinação e o desenvolvimento da radícula das seguintes plantas invasoras de pastagens: assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less.), desmódio (*Desmodium adscendens* (Sw) DC.) e guanxuma (*Sida rhombifolia* K. Sch.).

A germinação foi monitorada por um período de 10 dias, com contagem diária e eliminação das sementes germinadas. Os bioensaios foram desenvolvidos em câmaras do tipo BOD, reguladas para temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas-luz.

Em caixas de gerbox transparentes, de 11 cm x 11 cm, forradas com duas folhas de papel-filtro e autoclavadas à 120 °C, foram colocadas 50 sementes para germinarem de cada planta invasora.

As sementes de desmódio e guanxuma foram imersas em ácido sulfúrico concentrado por 10 e 5 min, respectivamente, com vista à superação da dormência das sementes. Esse método foi estipulado em bioensaios preliminares, como o mais eficiente para essas espécies de plantas invasoras. Para o assa-peixe não foi necessário superar a dormência das sementes. Considerou-se germinada toda semente que apresentava uma protuberância em torno de 2 mm para fora da capa de semente.

Os bioensaios de alongamento da radícula também foram desenvolvidos em câmaras tipo BOD, com temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 24 horas-luz. Foram colocadas 8 sementes pré-germinadas de cada espécie de planta invasora por caixa gerbox, ao final de um período de 10 dias para o desmódio e a guaxuma, e 15 dias para o assa-peixe, media-se o alongamento da radícula.

Tanto no bioensaio de germinação como no de alongamento da radícula, os extratos aquosos foram testados tendo a água destilada como testemunha (sem extrato), sendo adicionado 6 ml do extrato por caixa gerbox, com o mesmo volume de água destilada empregada nos gerbox testemunha.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com três repetições. Os dados foram submetidos à análise da variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%). Os dados de percentagem da germinação foram transformados em $\text{arc. sen. } \sqrt{x}$

Para separar os efeitos do potencial osmótico sobre os resultados, foram preparadas quatro soluções de Polietilenoglicol-6000 (PEG-6000), contendo 0.0, 78.49, 119.57, 151.40 e 178.34 g/lit de água deionizada, correspondendo, respectivamente, a potenciais osmóticos de 0.0, 0.1, 0.2, 0.3 e 0.4 Mpa.

Os valores obtidos foram analisados por regressão e a calibração das curvas usadas para calcular a extensão para a qual a germinação e o alongamento da radícula poderiam ocorrer em extratos aquosos contendo potenciais osmóticos equivalentes. Esse procedimento permitiu separar os efeitos relativos ao potencial osmótico daqueles da alelopatia. Esses bioensaios foram desenvolvidos nas mesmas condições daqueles onde se confrontou os extratos aquosos com a água destilada.

Resultados e discussão

Efeitos do pH. Os valores de pH não variaram entre os extratos aquosos das espécies doadoras (Tabela 1). Os dados disponíveis na literatura analisando os efeitos do pH sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas, são, basicamente, referentes às espécies temperadas. Esses dados indicam que tanto a germinação como o desenvolvimento de plântulas só afetadas negativamente em condições onde o meio ou é extremamente ácido ou extremamente alcalino (Batra e Kumar, 1993; Redmann e Abouguendia, 1979; Roy, 1986). Efeitos deletérios sobre a germinação e o desenvolvimento de diferentes espécies de plantas têm sido relatados em condições de pH abaixo de 4 e superior a 10 (Eberlein, 1987; Pattnalk e Misra, 1987; Rao e Reddy, 1981).

Mesmo considerando as limitações dos dados disponíveis, aparentemente os valores de pH dos extratos desde trabalho estão fora da faixa onde poderiam afetar negativamente, tanto a germinação como o desenvolvimento da radícula. Desta maneira, é provável que o pH dos extratos aquosos das gramíneas não tenha se constituído em fator de variação dos resultados.

Valores da condutividade elétrica. Os dados apresentados na Tabela 1 indicam grandes diferenças entre os valores da condutividade dos extratos das diferentes gramíneas. Considerando que a

Tabela 1. **Valores de pH, condutividade (mmHo) e potencial osmótico (MPa) nos extratos aquosos das gramíneas.**

Espécies doadoras	Parâmetros analisados		
	pH	Condutividade	Potencial osmótico
<i>B. humidicola</i>	5.68	3.36	0.26
<i>B. decumbens</i>	5.72	3.62	0.28
Capim-Marandu	5.00	3.13	0.22

condutividade reflete a concentração de íons dos extratos, isso indica que os extratos não diferiram entre si com relação à concentração de íons. Os extratos aquosos podem conter em sua composição uma série de cátions como Cu, Zn, Fe, K, Na, Ca e Mg (Chou, 1989), cujas concentrações podem variar em função de características da própria planta. Embora em número reduzido, os trabalhos disponíveis na literatura mostram que determinados cátions como Mg, Ca e Na podem deprimir a germinação de sementes em maior ou menor escala (Runbaugh et al., 1993; Ryan et al., 1975). Entretanto, o efeito depressivo pode variar em função, dentre outros aspectos, da espécie e da concentração com que são encontrados. Everitt et al. (1983), estudando diferentes sais em concentrações variando de 16 a 40 mmHo de condutividade elétrica, não verificaram efeito dos sais sobre a germinação da *Kochia scoparia* até valores de 20 mmHo. Entretanto, a partir desse valor, a germinação foi reduzida progressivamente até o nível mais alto de condutividade.

A julgar apenas pelos dados encontrados na literatura, e considerando que os valores de condutividade encontrados neste trabalho variaram entre 3.13 e 3.62 mmHo (Tabela 1), é provável que não tenha havido efeitos aditivos nos resultados obtidos da concentração de cátions nos extratos.

Efeitos do potencial osmótico. A análise de variância (dados não apresentados) dos efeitos do potencial osmótico sobre a percentagem de germinação e alongamento da radícula das plantas invasoras, indicou os seguintes resultados: (1) percentagem de germinação significativo não significativo para desmódio, guanxuma e assa-peixe; e (2) alongamento da radícula, desmódio $Y = 1.9860 - 1.7375X$, $r^2 = 0,88$; não significativo para as outras duas plantas invasoras.

Considerando que potencial osmótico e alelopatia apresentam caráter aditivo (Wardle et al., 1992), torna-se necessário descontar a contribuição do primeiro. No presente trabalho, esta necessidade se fez presente apenas no caso do alongamento da radícula do desmódio, que respondeu ($P < 0.05$) à variação significativo do potencial osmótico, a redução alelopática foi igual à redução total.

Para efeito de cálculo da contribuição do potencial osmótico, utilizaram-se os potenciais osmóticos dos extratos aquosos (Tabela 1) e da água (0.0 Mpa), e a equação de regressão apresentada anteriormente. Como exemplo dos procedimentos adotados, o extrato aquoso de *B. humidicola* reduziu o alongamento da radícula do desmódio em 46.56% (Tabela 2). Substituindo-se X da equação $Y = 1.9860 - 1.7375X$

Tabela 2. **Efeitos dos extratos aquosos de três gramíneas forrageiras sobre a percentagem de germinação de três invasoras de pastagens.**

Espécies receptoras	Extrato ^a	Espécies doadoras dos extratos			Redução alelopática média (%)
		<i>B. humidicola</i>	<i>B. decumbens</i>	Marandu	
<i>D. adscendens</i>	Sem	36.07 a*	32.77 a	36.45 a	
	Com	30.22 b	30.21 a	23.55 b	
Redução (%): total		16.22	—	35.39	
alelopática		16.22	—	35.39	25.80
<i>S. rhombifolia</i>	Sem	34.04 a	30.65 a	32.79 a	
	Com	27.03 b	29.77 a	27.00 b	
Redução (%): total		20.59	—	17.66	
alelopática		20.59	—	17.66	19.12
<i>V. polyanthes</i>	Sem	47.69 a	45.38 a	44.23 a	
	Com	37.26 b	37.65 b	38.03 b	
Redução (%): total		21.87	17.03	14.02	
alelopática		21.87	17.03	14.02	17.64
Redução alelopática média (%)		19.56	17.03	22.36	

a. Sem = Sem extrato; Com = Com extrato.

* Médias seguidas de letras iguais na coluna, para cada espécie receptora, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

pelo valor do potencial osmótico do extrato dessa gramínea e, posteriormente, pelo da água, obtém-se 1.53 e 1.99 cm, respectivamente. A relação entre o primeiro e o segundo valor dá 23.11% que é a contribuição do potencial osmótico no resultado. Descontando-se 23.11% do valor obtido para o alongamento da radícula de desmódio, na condição sem extrato (testemunha), que foi de 2.47 cm (Tabela 2), obtém-se 1.90 cm, que seria o alongamento da radícula que provavelmente ocorreria caso tivesse sido utilizada, como testemunha, uma solução com potencial osmótico ajustado ao potencial osmótico do extrato aquoso de *B. humidicola*.

É finalmente relacionando o valor 1.32 cm —correspondente ao alongamento da radícula do desmódio na condição com extrato (Tabela 3)— com o valor se 1.90 cm, obtém-se 30.53%, que é a redução provavelmente efetivada pelo potencial alelopático da *B. humidicola*.

Adotando-se esse procedimento para as demais situações foi possível separar os efeitos produzidos pelo potencial osmótico daqueles relativos ao potencial alelopático. Nas Tabelas 2 e 3, o efeito do potencial alelopático é identificado como redução alelopática.

Efeitos dos extratos aquosos sobre a germinação. As espécies doadoras evidenciaram potencialidades

alelopáticas que variaram de intensidade em função da espécie receptora e do parâmetro analisado, indicando a existência de especificidade entre espécie doadora e receptora. *Brachiaria humidicola* e o capim-Marandu inibiram ($P < 0.05$) a germinação das sementes de todas as invasoras. Entretanto, os efeitos foram diferentes para cada espécie receptora. Esse aspecto foi mais evidente nos efeitos promovidos pelo capim-Marandu, que inibiu a germinação do desmódio em 35.39%, da guanxuma em 17.66% e do assa-peixe em 14.02% (Tabela 2).

Por sua vez, *B. decumbens* não apresentou especificidade para o desmódio e guanxuma, porém apresentou para com assa-peixe, no qual promoveu inibição potencialmente alelopática da ordem de 17.03% (Tabela 2). Independentemente da espécie doadora, assa-peixe foi a invasora que evidenciou menor sensibilidade aos efeitos dos extratos, tendo apresentado, na média, inibição potencialmente alelopática da ordem de 17.64% (Tabela 2).

Efeitos dos extratos aquosos sobre o alongamento da radícula. A especificidade entre espécie doadora e receptora observada no bioensaio de germinação foi também verificada nos efeitos sobre o alongamento da radícula (Tabela 3). Ao contrário dos efeitos sobre a germinação, *B. decumbens* foi a que promoveu as inibições ($P < 0.05$) mais intensas sobre o alongamento

Tabela 3. **Efeitos dos extratos aquosos de três gramíneas forrageiras sobre o alongamento da radícula (cm) de três invasoras de pastagens.**

Espécies receptoras	Extrato ^a	Espécies doadoras dos extratos			Redução alelopática média (%)
		<i>B. humidicola</i>	<i>B. decumbens</i>	Marandu	
<i>D. adscendens</i>	Sem	2.47 a*	4.27 a	1.85 a	
	Com	1.32 b	1.07 b	0.93 b	
Redução (%): total		46.56	74.94	49.73	
	alelopática	30.53	66.77	35.58	44.29
<i>S. rhombifolia</i>	Sem	3.07 a	3.02 a	3.24 a	
	Com	1.97 b	1.69 b	2.04 b	
Redução (%): total		35.83	44.04	37.04	
	alelopática	35.83	44.04	37.04	38.97
<i>V. polyanthes</i>	Sem	0.45 a	0.26 a	0.24 a	
	Com	0.45 a	0.24 a	0.24 a	
Redução (%): total		—	—	—	
	alelopática	—	—	—	—
Redução alelopática média (%)		33.18	55.40	36.31	

a. Sem = Sem extrato; Com = Com extrato.

* Médias seguidas de letras iguais na coluna, para cada espécie receptora, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

da radícula das espécies recetoras, na média 55.4% (Tabela 3). Assa-peixe foi a única planta invasora cuja alongação da radícula não foi inibida ($P < 0.05$) pelos extratos das gramíneas (Tabela 3). Considerando que se trata de uma das principais plantas invasoras de pastagens cultivadas no Brasil, esse resultado, e o fato do assa-peixe ter sido a planta invasora que apresentou menor resposta aos extratos das gramíneas doadoras, confere a esta planta uma excelente capacidade de vegetar satisfatoriamente, mesmo em condições onde haja gramíneas forrageira com potencial alelopática.

Considerando os efeitos médios promovidos sobre o alongamento da radícula do desmódio e da guanxuma, sem considerar a espécie doadora do extrato, a primeira foi a planta invasora mais sensível aos extratos, tendo evidenciado inibição potencialmente alelopática de 4429%.

Comparativamente, o alongamento da radícula foi um indicador mais sensível aos efeitos dos extratos, independentemente da espécie doadora e recetora. Este resultado está de acordo com outros anteriormente obtidos por autores como Weston e Putnam (1986) e Smith (1989).

Conclusões

1. Os valores de pH e a concentração de cátions dos extratos aquosos não devem ser considerados como fatores promotores de variação dos resultados.
2. As gramíneas forrageiras evidenciaram potencialidades alelopáticas que variou em função da espécie receptora.
3. O assa-peixe foi a invasora com menor sensibilidade aos efeitos dos extratos aquosos.
4. O alongamento da radícula constituiu-se no indicador mais sensível aos efeitos dos extratos aquosos das gramíneas.

Resumen

El trabajo tuvo como objetivo determinar los efectos inhibitorios de las gramíneas forrajeras *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens* y *B. brizantha* cv. Marandu sobre la germinación y el crecimiento de la radícula de las malezas de pasturas tropicales: desmódio (*Desmodium adscendens*), guanxuma (*Sida rhombifolia*) e assa-peixe (*Vernonia polyanthes*). Para el efecto se prepararon estratos acuosos (concentración de 10%) de la parte aérea de las gramíneas forrajeras, en los que se determinaron el

pH, la conductividad y el potencial osmótico. Los efectos del potencial osmótico se midieron teniendo como base los potenciales de los estratos y del agua, y ecuaciones de regresión que se ajustaron a cada parámetro en función de la variación del potencial osmótico, en el intervalo 0.0 a 0.4 MPa. Los bioensayos se hicieron en cámaras de tipo BOD, con temperatura controlada de 35 °C y fotoperíodo de 12 horas-luz para germinación y de 25 °C y fotoperíodo de 24 horas-luz para crecimiento de las raíces. El pH y la concentración de cationes en los extractos no influyeron en los resultados obtenidos. Las gramíneas forrajeras mostraron potenciales alelopáticos diferentes, las cuales variaron en función de la especie receptora y del parámetro analizado. La especie *V. polyanthes* (assa-peixe) fue la maleza con más baja sensibilidad a los efectos de los extractos. El alargamiento de la radícula fue el indicador más sensible a los efectos de extratos acuosos de las gramíneas.

Summary

Shoot extracts were prepared from forage grasses *Brachiaria humidicola*, *B. decumbens*, and *B. brizantha* cv. Marandu, at 10% concentration, to determine their effects on inhibiting germination and radicle elongation of the pasture weeds "desmódio" (*Desmodium adscendens*), "guanxuma" (*Sida rhombifolia*), and "assa-peixe" (*Vernonia polyanthes*). The pH, conductivity, and osmotic potential of each extract were determined. The effects of osmotic potential were estimated considering the osmotic potential of the shoot extracts and water, and the regression equation of *D. adscendens*, ranging from 0.0 to 0.4 MPa. Bioassays were carried out in BOD-type chambers; a constant temperature of 35 °C and a 12-hour photoperiod were used to study the effects of the extracts on weed germination, and a constant temperature of 35 °C and a 24-hour photoperiod to study their effects on radicle elongation. Neither extract pH nor cation concentration affected results. Forage grasses evidenced an allelopathic potential that varied depending on the host species and the parameter analyzed. The weed "assa-peixe" was less sensitive to the effect of the extracts. Radicle elongation was the best indicator to measure the inhibitory effects of shoot extracts.

Referências

- Batra, L. e Kumar, A. 1993. Effect of alkalinity on germination, growth and nitrogen content of whistling ine (*Casuarina equisetifolia*) and bufwood (*C. glauca*). Indian J. Agric. Sci. 63(7):412-416.
- Chou, C. H. 1989. Allelopathic research of subtropical vegetation in Taiwan. 4: Comparative phytotoxic nature of leachate from four subtropical grasses. J. Chem. Ecol. 15(7):2149-2159.

- Eberlein, C.V. 1987. Germination of *Sorghum alnum* seeds and longevity in soil. *Weed Sci.* 35(6):796-801.
- Everitt, J. H.; Alaniz, M. A.; e Lee, J. B. 1983. Seed germination characteristics of *Kochia scoparia*. *J. Range Manage.* 36(5):646-648.
- Pattnaik, S. K. e Misra, M. K. 1987. Morphology and germination characteristic of *Aristida setacea* seeds. *Act. Bot.* 33(3-4):413-420.
- Rao, P. N. e Reddy, B. V. N. 1981. Autoecological studies in *Indigofera linifolia* (L.f.) Retz. 1: Germination behaviour of the seeds. *J. Indian Bot. Soc.* 60(1):51-57.
- Redmann, R. E. e Abouguendia, Z. M. 1979. Germination and seedling growth on substrate with extreme pH. Laboratory evaluation of buffers. *J. Appl. Ecol.* 16:901-907.
- Rice, E. L. 1984. Allelopathy. Academic Press, Nueva York. 422 p.
- Roy, M. M. 1986. Effects of pH on germination of *Dichrostachys cineria* (L.). *Weght & Am. J. Tree Sci.* 5(1):62-64.
- Rumbaugh, M. D.; Johnson, D. A.; e Pendery, B. M. 1993. Germination inhibition of alfalfa by two component salt mixtures. *Crop Sci.* 33(5):1046.
- Ryan, J.; Miyamoto, S.; e Stroehlein, J. L. 1975. Salt and specific ion effect on germination of four grass. *J. Range Manage.* 28(1):61-64.
- Smith, A. E. 1989. The potential allelopathic characteristics of bitter sneeze weed (*Helenium amarum*). *Weed Sci.* (37):665-669.
- Wardle, D. A. 1987. Allelopathy in New Zealand pasture grassland ecosystem. *N. Z. J. Exp. Agric.* (15):243-255.
- _____; Nicholson, K. S.; e Ahmed, M. 1992. Comparison of osmotic and allelopathic effects of grass leaf extracts on grass seed germination and radicle elongation. *Plant Soil* 140:315-319.
- Weston, L. A. e Putnam, A. R. 1986. Inhibition of legume seedling growth residues and extracts of quackgrass (*Agropyron repens*). *Weed Sci.* 34(3):366-372.