

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS: EFEITOS SOBRE INVASORAS DE PASTAGENS¹

ANTONIO PEDRO S. SOUZA FILHO², LUIS ROBERTO A. RODRIGUES³ e TERESINHA JESUS D. RODRIGUES³

RESUMO

Extratos aquosos de sementes, parte aérea e raízes de três gramíneas e três leguminosas forrageiras foram preparados a uma concentração de 10%, com o objetivo de avaliar os efeitos potencialmente alelopáticos sobre a germinação de sementes e o alongamento da radícula das invasoras de pastagens: desmódio, guanxuma e assa-peixe. A germinação foi monitorada em períodos de dez dias, com contagens diárias e eliminação das sementes germinadas. O alongamento da radícula era medido ao final de um período de dez dias de crescimento. Os efeitos do potencial osmótico foram isolados através de cálculos. As espécies doadoras evidenciaram potencialidades alelopáticas que variou de intensidade em função da especificidade entre

espécies doadoras e receptoras. *B. brizantha* e *calopogônio* foram as espécies que promoveram as reduções mais intensas sobre a germinação das sementes e o alongamento da radícula das espécies receptoras. A parte aérea das espécies doadoras constituiu-se na principal fonte de substâncias potencialmente alelopáticas, solúveis em água. Independentemente da espécie doadora, desmódio e guanxuma foram as invasoras que se mostraram mais susceptíveis aos efeitos potencialmente alelopáticos, enquanto o assa-peixe foi a mais tolerante.

Palavras chave: Extratos aquosos, sementes, parte aérea, raízes.

ABSTRACT

Allelopathic potential of tropical forages: effects on pasture weeds

Aqueous extracts from seeds, aerial part and roots of grasses *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria brizantha* cv. Marandu and legumes forage *Calopogonium mucunoides* and *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão were prepared in a concentration of 10% (w/v), to evaluate the allelopathic potential effects on seed germination and radicle elongation of the pasture weeds: *Desmodium adscendens*, *Sida rhombifolia* and *Vernonia polyanthes*. Seed germination was monitored in ten-day periods, with daily count and elimination of seed germination. At the end of the ten-day periods the radicle was measured. The osmotic potential effects were isolated by calculation. The donor species showed allelopathic potential that varied

in function of donor and receiver species. *Brachiaria brizantha* and among grasses and *Calopogonium mucunoides* among legumes were the species that promoted the reduction more intensively on seed germination and radicle elongation of the receiver species. The aerial part of the donor species was the main source of water soluble allelopathic potential compounds. Independently of the donor species, *D. adscendens* and *S. rhombifolia* were the weeds with the greatest sensibility to allelopathic potential effects from donor species, while *V. polyanthes* showed more tolerance.

Key words: Aqueous extracts, seeds, aerial part, roots.

1 Recebido para publicação em 12/09/96 e na forma revisada em 07/05/97.

2 Eng. Agr., Dr., Embrapa/CPATU, Tra^v. Dr. Enéas Pinheiro, s/n, CEP 66095-100, Belém, PA.

3 Eng. Agr., Ph.D., FCAVJ/UNESP, Rod. Carlos Tonnan, Km 5, CEP14870-000, Jaboticabal, SP.

INTRODUÇÃO

Alelopatia - efeito direto e indireto de uma planta sobre outra através de produção de compostos químicos que são liberados para o meio ambiente por diferentes formas como volatilização, exsudação radicular, lixiviação (remoção de substâncias químicas das plantas, vivas ou mortas, pela água da chuva e do orvalho) e, também, através da decomposição dos resíduos das plantas (Whittaker & Feeny, 1971; Einhellig, 1986; Rice, 1987; Martin *et al.*, 1990) - é um fenômeno que ocorre largamente na natureza, e tem sido postulado como um dos mecanismos pelos quais algumas plantas podem interferir em outras em suas vizinhanças, alterando o padrão e a densidade da vegetação em comunidade de plantas (Rice, 1974; Smith, 1989a).

Compostos com propriedades alelopáticas altamente diversificados quimicamente, são comumente encontrados nas plantas superiores, sendo que a quantidade e a composição destes podem variar com a espécie estudada (Putnam, 1985). Em diferentes bioensaios, esses compostos já foram encontrados nas folhas, nos colmos aéreos, nos rizomas, nas raízes, nas flores, nos frutos e nas sementes de diferentes espécies de plantas superiores (Putnam & DeFrank, 1981; Young & Bartolomew, 1981; Cope, 1982; Friedman & Waller, 1983; Smith & Martin, 1994).

Sob o ponto de vista agrônomo, a alelopatia é de grande interesse, pois possibilita não só a seleção de plantas de pastagens que podem exercer um certo nível de controle de determinadas espécies indesejáveis como as plantas invasoras, como também, o estabelecimento de espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras que não sejam fortemente alelopáticas entre si e que podem, desta maneira, compor pastagens mais equilibradas, com reflexos favoráveis na produtividade e longevidade da mesma (Wardle, 1987).

A concepção de que algumas plantas podem ser alelopáticas para certas invasoras vem recebendo cada vez maior atenção por parte da

pesquisa como alternativa estratégica de controle de invasoras. Neste sentido, alguns trabalhos analisando o potencial alelopático de leguminosas forrageiras com vista ao controle de invasoras têm sido publicados ultimamente (Wardle *et al.*, 1992b; Medeiros *et al.*, 1990).

As informações disponíveis sobre alelopatia em gramíneas forrageiras tropicais, embora bem limitantes, indicam a existência de potencial alelopático para as *Brachiaria* (Almeida, 1993; Carvalho, 1993). Entretanto, as informações estão restritas aos efeitos sobre a germinação de sementes e o desenvolvimento de plantas de leguminosas forrageiras, não estando disponíveis informações sobre os efeitos potencialmente alelopáticos de espécies de *Brachiaria* sobre plantas invasoras de pastagens.

O propósito desta pesquisa foi o de avaliar os efeitos potencialmente alelopáticos de três gramíneas e três leguminosas forrageiras tropicais sobre a germinação de sementes e o alongamento da radícula de três invasoras de pastagens.

MATERIAL E MÉTODOS

As gramíneas forrageiras *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickardt., *Brachiaria brizantha* Stapf. e as leguminosas *Stylosanthes guianensis* (Aublet) Sw cv. Mineirão e o (calopogônio) *Calopogonium mucunoides* Desv. foram cultivadas, em condições ambientais, em caixas de amianto com capacidade de 100 litros, contendo solo peneirado, classificado como Latossolo Roxo textura média.

Por ocasião da semeadura, foi realizada uma adubação na base de 100 Kg de P205 (superfosfato simples), 60kg de 1₂O (cloreto de potássio) e 100kg de N/ha (sulfato de amônio) para as gramíneas e fósforo e potássio, nas mesmas dosagens, para as leguminosas. O potássio e o nitrogênio foram aplicados em duas etapas, metade no plantio e o restante trinta dias após a germinação das sementes, enquanto o fósforo foi aplicado de uma única vez no plantio.

Planta Daninha, v. 15, n. 1, 1997.

Quatro meses após a germinação das sementes, as plantas foram retiradas das caixas, separadas em parte aérea (folhas + colmos) e raízes. Cada uma dessas partes da planta foi lavada em água corrente, acondicionada em saco de papel e levada à estufa com circulação de ar forçado, onde permaneceram por 72 horas, a uma temperatura de 39°C. Após o período de secagem, foram trituradas em moíno tipo martelo e misturadas à água deionizada na proporção de 10g para 100ml de água (concentração a 10%), deixando-se em repouso por seis horas, sendo, posteriormente, filtrado com o auxílio de uma bomba a vácuo. Os extratos aquosos assim obtidos foram conservados em freezer até o momento de serem utilizados.

Os extratos aquosos de sementes foram preparados a semelhança dos extratos da parte aérea e de raízes, com a diferença que as sementes não passaram pelo processo de secagem em estufa. Determinou-se o potencial osmótico de cada extrato.

O potencial alelopático das forrageiras foi avaliado tendo por base os efeitos dos extratos sobre a germinação das sementes e o alongamento da radícula das seguintes plantas invasoras de pastagens: desmódio (*Desmodium adscendens* (SW) DC.), guanxuma (*Sida rhombifolia* K. Sch.) e assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less.).

A germinação foi monitorada em períodos de dez dias, com contagens diárias e eliminação das sementes germinadas. Os bioensaios foram desenvolvidos em câmaras de germinação tipo BOD, reguladas para temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 12 horas-luz. Os testes foram realizados em caixas gerbox transparentes, de 11cm x 11cm, forradas com duas folhas de papel-filtro, autoclavadas a 120°C, sobre as quais ficavam as sementes. Em cada gerbox foram colocadas 50 sementes.

As sementes das plantas invasoras foram coletadas em áreas de pastagens da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal (FCAVJ/UNESP). Passaram por um processo de limpeza e foram mantidas em câmara apropriada. As sementes do desmódio e da guanxuma foram tratadas com ácido sulfúrico concentrado

por dez e cinco minutos, respectivamente, com vista a superação da dormência. Este procedimento foi estabelecido em ensaios pré-experimentais. As sementes de assa-peixe não apresentaram problemas de dormência.

Os bioensaios de alongamento da radícula foram realizados em câmaras do tipo BOD, em condições de temperatura constante de 25°C e fotoperíodo de 24 horas-luz. Em cada gerbox transparente de 11 cm x 11 cm, forrado com duas folhas de papel-filtro, autoclavadas a 120°C, colocavam-se oito sementes pré-germinadas, e ao final de um período de dez dias, media-se o comprimento da radícula.

Tanto nos bioensaios de germinação como nos de alongamento da radícula, os efeitos dos extratos aquosos foram avaliados tendo como contraste (testemunha) a água destilada. Adotou-se o volume de 6,0ml do extrato ou da água destilada para cada gerbox, sendo adicionado extrato apenas quando do início de cada bioensaio, a partir de então apenas água destilada era adicionada, sempre que necessário.

Para a determinação dos efeitos do potencial osmótico, foram preparadas cinco soluções de Polietilenoglicol-6000 (PEG-6000), contendo 0,0; 78,49; 119,57; 151,40 e 178,34g de PEG-6000/litros de água deionizada, correspondendo, respectivamente, a potenciais osmóticos de 0,0; -0,1; -0,2; -0,3 e -0,4Mpa. Os valores obtidos foram analisados por regressão, e a equação encontrada foi usada para estimar a extensão para a qual a germinação das sementes e o alongamento da radícula do desmódio, guanxuma e assa-peixe poderiam ocorrer em soluções com potenciais osmóticos ajustados ao potencial osmótico de cada extrato. Este procedimento permitiu separar os efeitos produzidos pela alelopatia daqueles advindos exclusivamente do potencial osmótico. Esses ensaios foram realizados nas mesmas condições daqueles onde se avaliaram os efeitos dos extratos aquosos.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com tratamentos arranjados em fatorial misto 3(3) x 3 com três repetições para os efeitos

das gramíneas e 2(3) x 3 com três repetições para os efeitos das leguminosas. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%. As análises foram realizadas utilizando o programa de computação SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (dados não apresentados) não indicou efeitos significativos ($p > 0,05$) do potencial osmótico sobre a percentagem de germinação das sementes das plantas invasoras. Com relação ao alongamento da radícula, apenas o desmódio respondeu ($p \leq 0,05$) à variação do potencial osmótico na faixa de 0,0 a -0,4 Mpa, sendo a relação expressa pela equação:

$$Y = 1,9860 - 1,7375 \cdot X \quad (R^2 = 0,88)$$

Considerando que potencial osmótico e alelopatia apresentam caráter aditivo (Wardle *et al.*, 1992a), torna-se necessário descontar a contribuição do potencial osmótico. Neste trabalho, tal procedimento se fez necessário apenas para o caso do alongamento da radícula do desmódio. Para as demais situações o efeito do potencial osmótico foi desconsiderado.

Para efeito de cálculo da contribuição do potencial osmótico, utilizou-se a equação de regressão apresentada anteriormente e o potencial osmótico dos extratos de cada uma das partes das espécies doadoras (Tabela 1).

TABELA 1. Valores do potencial osmótico (Mpa) nos extratos aquosos.

| Espécie doadora | Parte da planta doadora | | |
|----------------------|-------------------------|-------------|--------|
| | Sementes | Parte aérea | Raízes |
| <i>B. humidicola</i> | - 0,16 | - 0,26 | - 0,18 |
| <i>B. decumbens</i> | - 0,13 | - 0,28 | - 0,15 |
| <i>B. brizantha</i> | - 0,14 | - 0,22 | - 0,15 |
| <i>S. guianensis</i> | - 0,21 | - 0,18 | - 0,27 |
| <i>C. mucunoides</i> | - 0,23 | - 0,31 | - 0,30 |

As espécies doadoras dos extratos diferiram ($p \leq 0,05$) entre si com relação à capacidade de afetarem a germinação de sementes e o alongamento da radícula das espécies receptoras (Tabela 2). Dentre as gramíneas, *B. brizantha* foi a que promoveu as reduções mais intensas sobre a germinação, enquanto *B. decumbens* foi a mais eficiente na redução do alongamento da radícula (Tabela 2). Tanto quando se analisou os efeitos das leguminosas sobre a germinação como sobre o alongamento da radícula, o calopogônio revelou maior capacidade em afetar estes parâmetros ($p \leq 0,05$) do que o Mineirão (Tabela 2).

Conquanto não se tenha realizado comparações estatísticas entre os efeitos promovidos por gramíneas e leguminosas, os dados apresentados na Tabela 2 deixam claro a superioridade das leguminosas em inibirem com mais intensidade a germinação e o alongamento da radícula das espécies receptoras. Assim, as leguminosas parecem assumir uma ou outra importância na pastagem além daquelas já reconhecidas - como fixar o nitrogênio do ar e de propiciar um alimento mais rico em proteína - importância essa associada ao seu potencial alelopático inibitório de plantas invasoras de pastagens.

TABELA 2. Análise comparativa para os efeitos das plantas doadoras. Dados expressos em percentual de redução em relação à testemunha (água destilada), já descontados a contribuição do potencial osmótico.

| Espécie doadora | Bioensaio | |
|----------------------|------------|-------------------------|
| | Germinação | Alongamento da radícula |
| Gramíneas | | |
| <i>B. humidicola</i> | 11,04 b | 22,10 c |
| <i>B. decumbens</i> | 9,82 c | 30,26 a |
| <i>B. brizantha</i> | 14,36 a | 24,06 b |
| Leguminosas | | |
| <i>C. mucunoides</i> | 31,51 a | 42,74 a |
| <i>S. guianensis</i> | 15,88 b | 33,97 b |

Médias seguidas de letras iguais na coluna, dentro de gramíneas e de leguminosas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Os dados apresentados na Tabela 2 mostram ainda que os efeitos potencialmente alelopáticos incidiram com mais intensidade no alongamento da radícula do que na germinação das sementes. As reduções efetivadas por *B. humidicola*, *B. decumbens* e *B. brizantha* sobre o alongamento da radícula foram, respectivamente, 100; 200 e 71,31% mais intensas do que aquelas obtidas sobre a germinação de sementes. Já os efeitos promovidos pelos calopogônio e Mineirão foram, respectivamente, da ordem de 35,64 e 113,92% mais intensos do que aqueles verificados na germinação. Esses resultados indicam que o alongamento da radícula é um indicador mais sensível aos efeitos potencialmente alelopáticos do que a germinação de sementes, e está em consonância com os resultados obtidos por Weston & Putnam (1986), Smith (1987) e Smith (1989b).

Independentemente da espécie doadora e da receptora, os extratos aquosos preparados a partir da parte aérea das gramíneas e das leguminosas forrageiras promoveram reduções ($p \leq 0,05$) mais intensas sobre a germinação e o alongamento da radícula (Tabela 3) do que os extratos aquosos de sementes ou de raízes. Este resultado é um indicativo de que a parte aérea

das espécies doadoras possuem compostos potencialmente alelopáticos, solúveis em água, em concentrações superiores às das raízes e das sementes; e está ainda de acordo com os trabalhos de Grant & Sallans (1964), Hedger & Miller (1990), Alves (1992) e Rodrigues *et al.* (1993), que citam a parte aérea das plantas como a mais importante fonte de substâncias alelopáticas.

As espécies receptoras responderam diferentemente aos extratos aquosos das espécies doadoras, sendo a maior ou menor intensidade dos efeitos relacionado à especificidade entre espécies doadoras e receptoras. O desmódio foi a invasora que se mostrou mais susceptível aos efeitos dos extratos aquosos das gramíneas, tendo as reduções obtidas na germinação e no alongamento da radícula dessa invasora superior ($p \leq 0,05$) às verificadas na guaxuma e no assapeixe (Tabela 4). Com relação à resposta às leguminosas, guaxuma e desmódio foram mais susceptíveis aos efeitos potencialmente alelopáticos das leguminosas, respectivamente quando se analisou a germinação e o alongamento da radícula (Tabela 4).

TABELA 3. Análise comparativa entre as diferentes fontes de extratos aquosos. Dados expressos em percentual de redução em relação à testemunha (água destilada), já descontados a contribuição do potencial osmótico.

| Bioensaio | Parte da planta doadora | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------|---------|
| | Sementes | Parte aérea | Raízes |
| Gramíneas | | | |
| Germinação | 8,68 b | 18,71 a | 7,83 b |
| Alongamento da radícula | 18,84 c | 30,62 a | 27,52 b |
| Leguminosas | | | |
| Germinação | 8,83 c | 38,60 a | 23,66 b |
| Alongamento da radícula | 27,70 c | 48,52 a | 38,83b |

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

TABELA 4. Efeitos das plantas doadoras sobre as receptoras. Dados expressos em percentual de redução à testemunha (água destilada), já descontados a contribuição do potencial osmótico.

| Bioensaio | Espécie doadora | Espécie receptora | | |
|-----------------------------|----------------------|-------------------|----------|------------|
| | | Desmódio | Guanxuma | Assa-Peixe |
| Germinação | <i>B. humidicola</i> | 12,41 a | 9,83 c | 10,87 b |
| | <i>B. decumbens</i> | 10,11 a | 9,86 a | 9,50 a |
| | <i>B. brizantha</i> | 17,33 a | 12,98 b | 12,76 b |
| | <i>C. mucunoides</i> | 27,25 b | 37,20 a | 30,10 b |
| | <i>S. guianensis</i> | 6,64 b | 37,93 a | 3,03 b |
| Alongamento Radícula | <i>B. humidicola</i> | 29,11 a | 25,35 b | 11,85 c |
| | <i>B. decumbens</i> | 48,43 a | 35,43 b | 6,93 c |
| | <i>B. brizantha</i> | 28,09 a | 27,31 b | 18,41 c |
| | <i>C. mucunoides</i> | 58,74 a | 38,40 b | 31,09 c |
| | <i>S. guianensis</i> | 58,94 a | 17,76 c | 25,21 b |

Médias seguidas de letras iguais na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

O assa-peixe foi a espécie que evidenciou maior tolerância aos efeitos dos extratos das gramíneas e das leguminosas. Considerando que esta invasora é uma das principais de áreas de pastagens cultivadas do Brasil, este resultado reflete bem a capacidade que esta invasora possui de vegetar em condições adversas, mesmo quando na presença de espécies forrageiras com potencial alelopático.

Das espécies doadoras *B. brizantha*, dentre as gramíneas, e calopogônio, entre

asleguminosas, foram as mais eficientes na redução da germinação e do alongamento da radícula do assa-peixe. Desta maneira, e a se confirmar a nível de campo estas observações, provavelmente o assa-peixe encontrará condições mais desfavoráveis para se estabelecer e vegetar em condições de pastagens puras de *B. brizantha* ou em pastagens consorciadas envolvendo esta gramínea e o calopogônio do que em pastagens puras de *B. humidicola* ou de *B. decumbens*, quando considera-se o potencial alelopático das

gramíneas e das leguminosas forrageiras como fator controlador das populações de plantas invasoras em áreas de pastagens.

LITERATURA CITADA

ALMEIDA, A.R.P. **Efeitos alelopáticos de espécies de *Brachiaria* Griseb, sobre algumas leguminosas forrageiras tropicais.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1993. 73p. Dissertação de Mestrado.

ALVES, P.L.C.A. Interações alelopáticas entre plantas daninhas e hortaliças. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE MANEJO INTEGRADO DE PLANTAS DANINHAS EM HORTALIÇAS, 1992. **Anais...** Botucatu: FCA/UNESP, 1992. p.19-43.

CARVALHO, S.J.C. **Caracterização dos efeitos alelopáticos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, no estabelecimento das plantas de *Stylosanthes guianensis* var. *Vulgaris* e cv. *Bandeirantes*.** Viçosa: UFV, 1993. 72p. Dissertação de Mestrado.

COPE, W.A. Inhibition of germination and seedling growth of eight forage species by leachates from seeds. **Crop Sci.**, v.22, p.1109-1111, 1982.

EINHELLING, F.A. Mechanisms and modes of action of allelochemicals. In: PUTNAM, A.R., TANG, C.S. (eds.). **The science of allelopathy.** New York: John Wiley & Sons, 1986. p.171-188.

FRIEDMAN, J., WALLER, G.R. Seeds as allelopathic agents. **J. Chem. Ecol.**, v.9, p.1107-1117, 1983.

GRANT, E.A., SALLANS, W.G. Influence of plant extracts on germination and growth of eight forage species. **J. Br. Grass. Soc.**, v.19, n.2, p.191-197, 1964.

Planta Daninha, v.15, n.1, 1997.

HEDGER, R.B., MILLER, D.A. Allelopathy and autotoxicity in alfafa: characterization and effects of preceding crop and residues incorporation. **Crop Sci.**, v.30, p.1255-1259, 1990.

MARTIN, V.L., McCOY, E.L., DICK, W.A. Allelopathy of crop residues influence corn seed germination and growth. **Agron. J.**, v.82, p.555-560, 1990.

MEDEIROS, A.R.M., CASTRO, L.A.S., LUCCHESI, A.A. Efeitos alelopáticos de algumas leguminosas e gramíneas sobre a flora invasora. **Anais Escola Superior Agricultura "Luiz de Queiros"**, v.47, n.1, p.1-10, 1990.

PUTNAM, A.R., DeFRANK, J. Use of allelopathic cover to inhibition seeds. In: CONGRESS PLANT PROT, 1981. Minneapolis. **Anais...**, 1981. p.508-582.

PUTNAM, A.R. Weed allelopathy. In: DUKE, S.O. ed. **Weed Phisiology.** Florida: CRS Press, 1985. p.131-155.

RICE, E.L. **Allelopathy.** New York: Academic Press, 1974. 353p.

RICE, E.L. Allelopathy: an overview. In: WALLER, G.R. **Allelochemicals: role in agriculture and forestry.** Washington, D.C.: American Chemical Society, 1987. p.7-22. (ACS. Symposium Series, 30).

RODRIGUES, L.R.A., ALMEIDA, A.R.P., RODRIGUES, T.J.D. Alelopatia em forrageiras e pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DAS PASTAGENS, 2, 1993. **Anais...** Jaboticabal: FAPESP, 1993. p.100-129.

SMITH, A.E. Increasing importance and control of mayweed chamomile in forage crop. **Agron. J.**, v.79, n.4, p.657-660, 1987

- SMITH, A.E. Allelopathic influence of certain pasture weeds. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16, 1989a. Proceeding... Nice, 1989a. p.744-748.
- SMITH, A.E. The potencial allelopathic characteristics of butter sneeze weed (*Helenium amarum*). **Weed Sci.**, v.37, p.665-669, 1989b.
- SMITH, A.E., MARTIN, D.L. Allelopathy characteristics of three coop-season grass in the forage ecosystem. **Agron. J.**, v.8, n.2, p.243-246, 1994.
- WARDLE, D.A. Allelopathic in New Zealand pasture grassland ecosystem. **N. Z. J. Exp. Agric.**, v.15, p.243-255, 1987.
- WARDLE, D.A., NECHOLSON, K.S., AHMED, M. Comparison of osmotic and allelopathic effects of grass leaf extracts on grass seeds germination and radicle elongation. **Plant and Soil**, v.140, p.315-319, 1992a.
- WARDLE, D.A., NICHOLSON, K.S., RAHMAN, A. Influence of pasture grass and legumes swards on seedling emergence and growth of *Carduus nutans* L. and *Cirsium vulgare* L. **Weed Res.**, v.32, n.2, p.119-128, 1992b.
- WESTON, L.A., PUTNAM, A.R. Inhibition of legumes seedling growth residues and extracts of quackgrass (*Agropyron repens*). **Weed Sci.**, v.34, n.3, p.366-372, 1986.
- WHIFIKER, K.N., FEENY, P.P. Allechemicies: chemical interation between species. **Science**, v.171, p.757-770, 1971.
- YOUNG, C.C., BARTOLOMEW, D.P. Allelopathy in grass-legume association. I - Effects of *Hemarthria altissima* (Poir) Stapf. and Hubb. Root residues on the growth of *Desmodium intortum* (Mill) Urb. and *Hemarthria altissima* in a tropical soil. **Crop Sci.**, v.21, p.770-774, 1981.