

EFEITOS ALELOPÁTICOS DE *MIMOSA BIMUCRONATA* (DC) OK. SOBRE ESPÉCIES CULTIVADAS¹

UBIRATÁ S. JACOBI² e ALFREDO G. FERREIRA³

RESUMO - Frutos e folhas de maricá (*Mimosa bimucronata*) e extratos aquosos destas folhas foram testados quanto aos possíveis efeitos alelopáticos na germinação das sementes e crescimento das radículas de alface, arroz, cenoura, chicória, couve, pepino, repolho e tomate. Os frutos verdes ou maduros não inibem a germinação, porém os verdes inibem o crescimento da radícula. Os extratos das folhas secas inibem a germinação de alface, cenoura, chicória e tomate. O crescimento das radículas é inibido nas oito espécies testadas, sendo a inibição proporcional à concentração dos extratos.

Termos para indexação: germinação de sementes, crescimento de radículas, frutos verdes, frutos maduros, extrato de folhas secas

ALLELOPATHIC EFFECTS OF *MIMOSA BIMUCRONATA* (DC) OK. ON CULTIVATED SPECIES

ABSTRACT - *Mimosa bimucronata* fruits, leaves fragments and aqueous extracts of the leaves were tested to the possible allelopathic effects on the seed germination and radicle growth of lettuce, rice, carrot, chicory, kale, cucumber, cabbage and tomato. The green or ripe fruits did not inhibit the germination but the green ones inhibited the radicle growth. Aqueous extracts of the dry leaves inhibited the germination of lettuce, carrot, chicory and tomato. The radicle growth was inhibited in the eight species tested. and the inhibition was proportional to concentration of the extracts.

Index terms: seed germination, rootlet growth, green fruits, ripe fruits, dry leaf extract.

INTRODUÇÃO

O maricá (*Mimosa bimucronata* (DC) OK.) é uma árvore de pequeno porte, muito comum nas áreas alagadiças próximas aos rios ou em associações secundárias em encostas de morros, distribuindo-se pelo sul do Brasil e nordeste da Argentina (Burkart 1979). Pode formar paisagens caracterfsticas no sul do Brasil (Ferreira 1976), em formações quase puras (Jacobi 1989).

Nas margens dos rios onde é abundante, muitas vezes há cultivo de hortaliças e arrozais, sendo comum o uso de compostagem.

¹ Aceito para publicação em 14 de novembro de 1990

Extraído da Dissertação de Mestrado em Botânica, apresentada à UFRGS, Dep. de Biol. da Pontífice Univ. Católica do Rio Grande do Sul.

² M.Sc., Prof.-Assist., Universidade Católica do Rio Grande do Sul, CEP 90000 Porto Alegre, RS.

³ Dr., Prof.-Tit., Dep. de Botânica, Univ. Fed. do Rio Grande do Sul, Av. Paulo Gama, 40, CEP 90049 Porto Alegre, RS. Bolsista do CNPq.

Neste composto, muitas vezes, folhas e outras partes do maricá são usados. Acrescente-se que esta espécie é caducifólia, perdendo as folhas no início do inverno.

Compostos alelopáticos podem ser liberados na natureza por exsudatos ou por decomposição das plantas ou partes delas (Salas & Vieitez 1975, Khan 1982, Rice 1984). Estas substâncias aleloquímicas (Bhowmik & Doil 1982) podem inibir a germinação ou o crescimento de outras plantas (Evenari 1949, Dalrymple & Rogers 1983, Kil & Yim 1983), resultando em sérios problemas para a agricultura (Miller 1983, Taylor & Shaw 1983, Castro et al. 1984, Picman & Picman 1984).

O efeito alelopático pode variar com variações ambientais de seca e ventos ou sazonais (Chou & Kuo 1986).

Assim, teria importância ecológica e econômica verificar a possível existência de atividade alelopática de *M. bimucronata*.

MATERIAL E MÉTODOS

Folhas de *Mimosa bimucronata* (DC) OK, foram coletadas em Porto Alegre, sazonalmente, nas quatro estações, entre os anos de 1985 e 1986.

O material fresco foi pesado e colocado em estufa a 70°C, por 72 horas, obtendo-se o material seco, que foi acondicionado em potes fechados e estocados no escuro em laboratório.

Para os testes de germinação e crescimento foram usadas sementes de oito espécies cultivadas: alface (*Lactuca sativa* L. cv. Kagraner Sommer), arroz (*Oryza sativa* L. cv. Br-Irga 409), cenoura (*Daucus carota* L. cv. Danvers), chicória (*Cichorium endivia* L. cv. Crespa Ruffec), couve (*Brassica pekinensis* (Lour) Rupr. cv. Pe-tsai), pepino (*Cucumis sativus* L. cv. Poinset), repolho (*Brassica oleracea* L. var *capitata* L. cv. Brunswick) e tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Super Marmande).

Fragmentos de folhas e frutos – Para os testes iniciais, o material foi picado (fresco ou seco) e colocado em placas-de-petri sob duas folhas de papel-filtro circular, e regado com 8 ml de água destilada. A germinação foi computada diariamente, até dez dias após a semeadura. Foram feitas quatro repetições com dez sementes, sendo o controle efetuado em placas só com água. A emergência da radícula foi o critério para germinação das sementes. As radículas foram medidas com um paquímetro, no quinto dia depois da germinação de cada semente.

Para obter-se os extratos, o material seco foi triturado com água destilada em um liquidificador. A mistura foi deixada em repouso por 24 horas na geladeira (5° + 1°C), sendo, após, filtrada em funil-de-büchner, por duas vezes, usando-se papel de filtro qualitativo e com auxílio de vácuo. O filtrado foi centrifugado a 3.564 giros por minuto, durante 20 minutos, obtendo-se os extratos, que foram diluídos a três concentrações: 1:2, 1:4, e 1:8 (gramas de folhas/ml do solvente).

Para os testes de germinação, foram usadas placas-de-petri forradas com dois discos de papel-filtro, autoclavadas a 120°C por 20 minutos. Para umedecer as placas foram utilizados 8 ml de água ou do extrato. Dez sementes por placa com oito repetições constituiu a unidade amostral. As placas foram conservadas por quinze dias em câmaras a 25 + 2°C, em fotoperíodo de 16 horas-luz e intensidade luminosa de 1.600 - 2.000 lux.

Estes experimentos foram repetidos a cada início de estação.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, e as médias, discriminadas pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) ao nível de significância de 5% ou 1% (Sokal & Rohlf 1969, Zar 1974). Para a análise de variância, os dados em percentuais foram transformados pela fórmula $p = \text{arc. sen. } \sqrt{y + 3/8} \cdot (n + 3/4)^{-1/2}$, onde o p foi calculado por placa, e o y foi o número de sementes germinadas (Sokal & Rohlf 1969, Zar 1974).

RESULTADOS

Efeito de partes do vegetal sobre a germinação e o desenvolvimento

Quando se deseja verificar o efeito aleloquímico ou inibitório de um material biológico sobre outro, o primeiro bioensaio aconselhado é testar diretamente o material. Isto foi feito.

As folhas têm efeito inibitório sobre a germinação de alface e tomate; o pepino mostra-se insensível nas concentrações usadas. Os frutos não têm efeito inibitório sobre a germinação das sementes de alface, pepino e tomate (Tabela 1).

O crescimento da radícula foi influenciado tanto pelas folhas quanto pelos frutos verdes (Fig. 1a, b). Tomou-se a precaução de colocar por placa uma quantidade de material fresco proporcional ao material na base do peso seco; assim, o efeito realmente deve-se a substâncias que foram liberadas no meio a partir do material depois da secagem.

Efeito dos extratos de folhas sobre a germinação

Com base nos resultados apresentados, decidiu-se trabalhar com folhas secas de *M. bimucronata*, posto que foi com este material que se obteve maior inibição de germinação (Tabela 1).

Como o efeito poderia ser diferente, em decorrência de variações sazonais da concentração das substâncias aleloquímicas, foram testados extratos de folhas extraídas nas quatro estações do ano.

A germinação de sementes de algumas espécies, como: alface, cenoura, chicória e tomate, mostrou-se bastante sensível aos extratos de *M. bimucronata*. Sobre arroz, couve, pepino e repolho não foi observada inibição da germinação das sementes (Tabela 2). O maricá perde as folhas no inverno, e assim, no início da primavera as folhas são jovens, não

apresentando efeito inibitório sobre a germinação das espécies testadas. Porém, folhas mais velhas (de verão, outono ou inverno) inibem a germinação das espécies sensíveis (Tabela 2).

As quatro espécies mais sensíveis (alface, cenoura, chicória e tomate) não apresentaram alterações significativas quanto ao início da

TABELA 1. Efeito dos fragmentos de folhas ou frutos de *Mimosa bimucronata* sobre a germinação de sementes.

Espécie	Folhas		Frutos		Controle em água
	frescas	secas	verdes	maduros	
alface	90 a	5 b	100 a	100 a	100 a
pepino	100 a	100 a	99 a	100 a	100 a
tomate	20 b	0 b	93 a	100 a	95 a

Mesma letra = diferença não significativa ao nível de 1%.

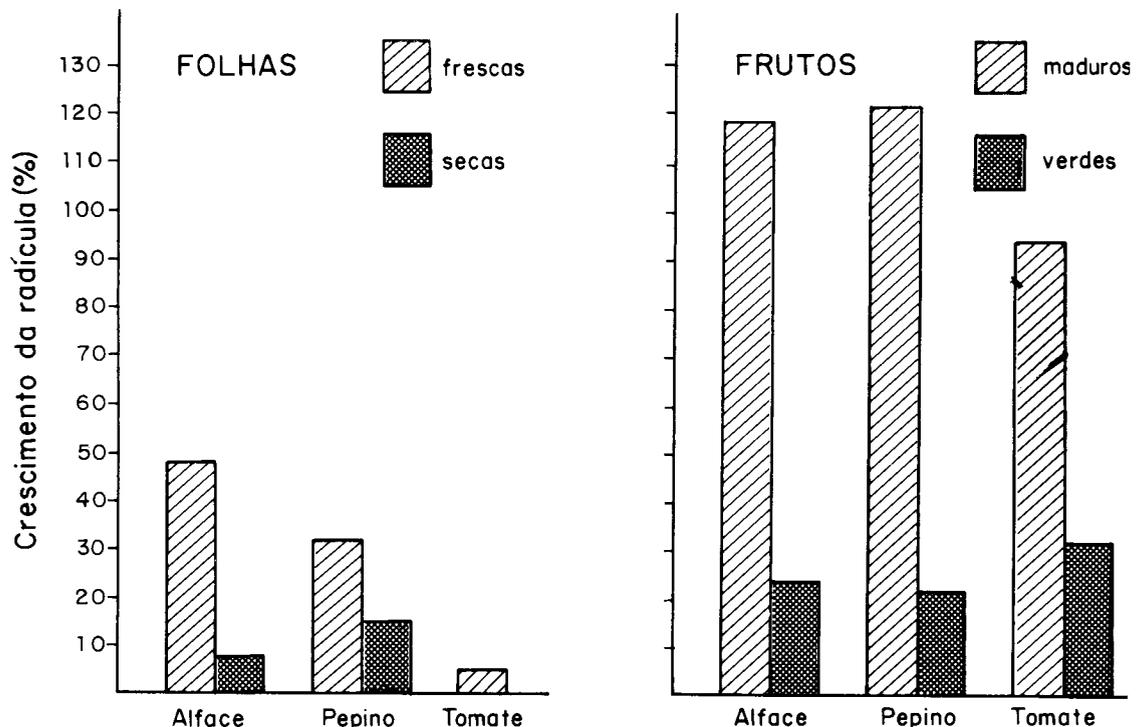


FIG. 1. Efeito de 3 g de fragmentos de folhas ou frutos de *Mimosa bimucronata* sobre o crescimento da radícula de alface, pepino e tomate. Dados em porcentagem do controle. a - folhas frescas ou secas; b - frutos verdes ou maduros.

germinação quando testadas com extratos de folhas da primavera (Fig. 2). À medida que as folhas tornam-se mais velhas, há um retardamento na germinação e uma depressão nos percentuais finais, que é proporcional ao aumento das concentrações dos extratos (Fig. 3, 4 e 5).

Efeitos dos extratos de folhas sobre o crescimento da radícula

Os extratos das folhas em qualquer época do ano inibem o crescimento da radícula, mesmo nas espécies em que as sementes não tiveram a germinação inibida (arroz, couve, pepino e repolho). O fenômeno foi proporcional às concentrações e ocorreu quando foram usados extratos de folhas coletadas em qualquer estação do ano (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Alelopatia muitas vezes é confundida com competição (Stowe & Kil 1983, Castro et al. 1984). Estes estudos são importantes quando se pensa em rotação de culturas (Miller 1983, Vilhordo et al. 1985, Burin & Vilhordo 1986). Quando é usada a adição de matéria orgânica em decomposição ao solo, o problema pode se tornar especialmente delicado (Bhowmik & Doll 1982, Anaya et al. 1987).

Os efeitos alelopáticos podem ser observados tanto sobre a germinação quanto sobre o crescimento da plântula. O efeito é mais drástico sobre o crescimento do que sobre a germinação. Resultados similares já foram encontrados anteriormente (Dalrymple & Rogers 1983).

A radícula é inibida no seu crescimento, podendo aparecer necrose apical ou no colo

TABELA 2. Efeito de extratos aquosos de folhas de *M. bimucronata* em diferentes concentrações sobre a germinação de 8 espécies. Folhas coletadas no início da primavera, verão, outono e inverno. Os dados são expressos em percentagem dos controles.

Estação	Conc.	Espécies							
		Alface	Arroz	Cenoura	Chicória	Couve	Pepino	Repolho	Tomate
Primavera	1:8	100	100	94	102	85	99	96	104
	1:4	100	99	90	90	93	99	103	103
	1:2	90	99	86	97	83*	100	91	91
Verão	1:8	91	99	93	85	106	98	100	82
	1:4	73*	100	69*	72*	103	100	93	46**
	1:2	54**	98	40**	52**	94	100	95	11**
Outono	1:8	79*	105	97	83	98	100	103	97
	1:4	61**	101	75*	62**	102	100	105	37**
	1:2	43**	100	44**	49**	94	100	110	7**
Inverno	1:8	91	103	95	105	100	100	105	81*
	1:4	67**	101	65**	75**	98	99	98	36**
	1:2	41**	99	47**	56**	92	95	98	0**

* Significativamente diferente do controle ao nível de 5%.

** Significativamente diferente do controle ao nível de 1%.

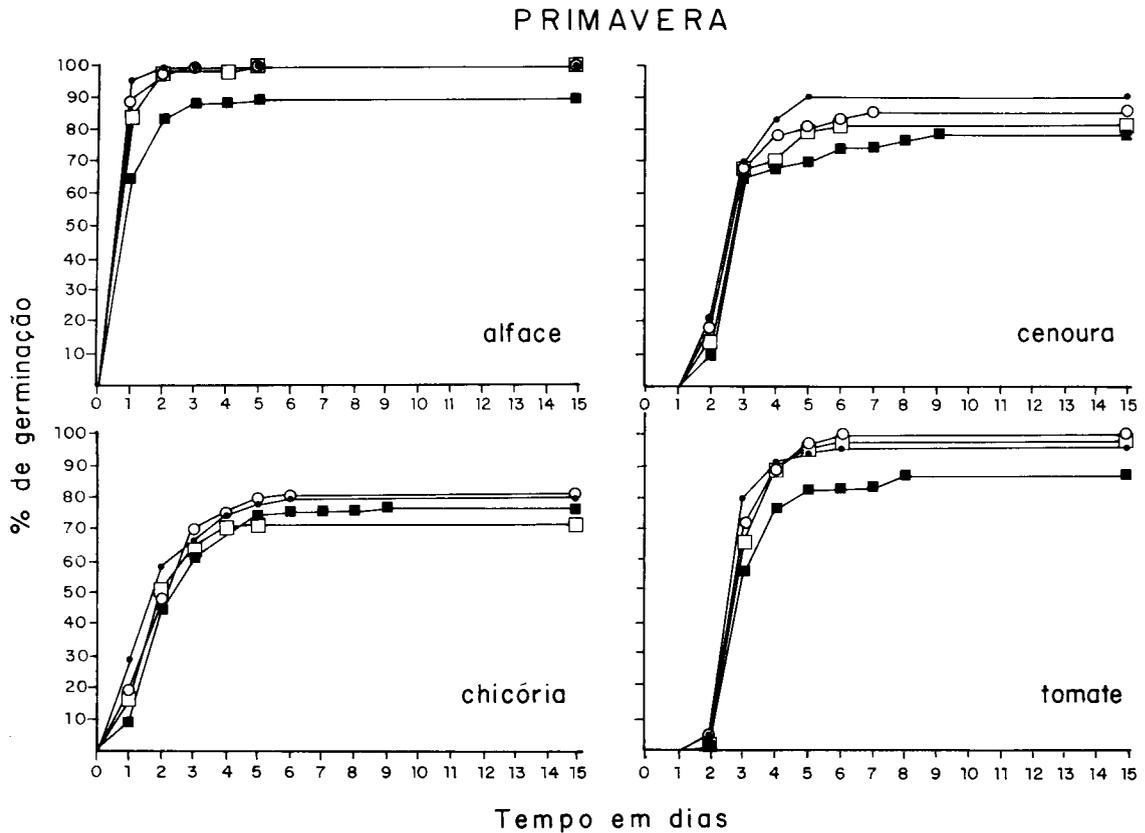


FIG. 2. Efeito de diferentes concentrações (gramas/ml) de extratos aquosos de folhas de primavera de *M. bimucronata* sobre a germinação de sementes de alface, cenoura, chicória e tomate. (●) controle; (○) 8:1; (□) 4:1; (■) 2:1.

nas concentrações mais altas. Resultados idênticos são narrados na literatura (Patrick & Koch 1958, Bhowmik & Doll 1982, Taylor & Shaw 1983).

A inibição do crescimento da plântula após a germinação, sob o ponto de vista ecológico, é um mecanismo mais eficiente de seleção do que evitar a germinação do competidor. Isto porque a descendência seria eliminada por morte dos indivíduos, desaparecendo o DNA competidor, ou, nos casos menos severos, por um retardamento do crescimento ou de germinação. Neste último caso, os resultados ontogênicos são similares, pois se o desenvolvimento das outras espécies é prejudicado, a espécie favorecida pode estabelecer sua prole, evitando a pressão maior de competição. Re-

tardamento da germinação já havia sido descrita como mecanismo de seleção (Salas & Vieitez 1975). Assim, os mecanismos a que são submetidos os cultivos, podem não ser somente de competição, mas causados por outras plantas cultivadas ou silvestres anteriormente presentes.

No caso de *M. bimucronata*, é interessante observar que o(s) composto(s) aleloquímicos aumentam sua concentração e/ou efeito a medida que a folha torna-se adulta. Como é espécie caducifolia, é bem provável que no inverno e no início da primavera haja, sobre o solo da região onde ela ocorre, concentrações suficientes de aleloquímicos para prejudicar ou evitar o estabelecimento de outras espécies. Em *Andira humilis* (Rizzini 1970) também foi

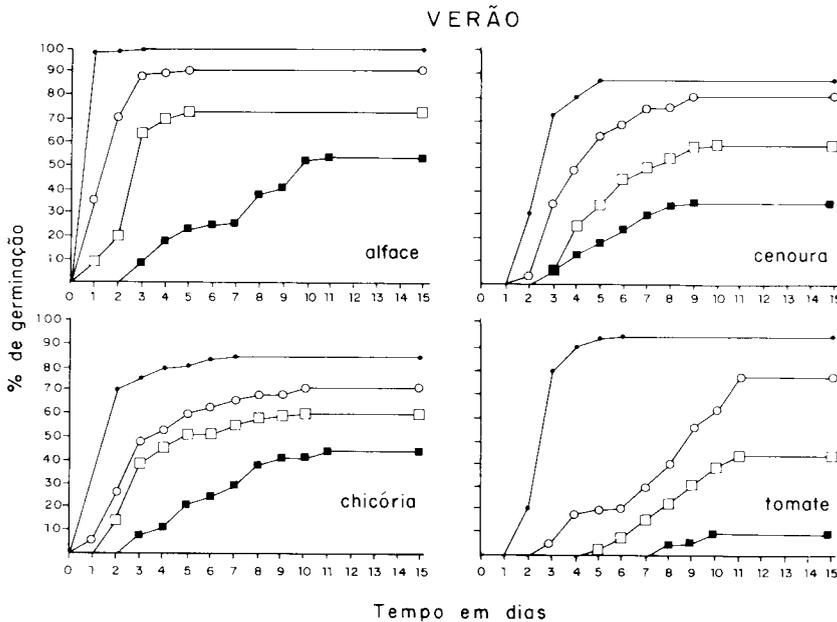


FIG. 3. Efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos de folhas de verão de *M. bimucronata* sobre a germinação de sementes de alfafa, cenoura, chicória e tomate. (●) controle; (○) 8:1; (□) 4:1; (■) 2:1.

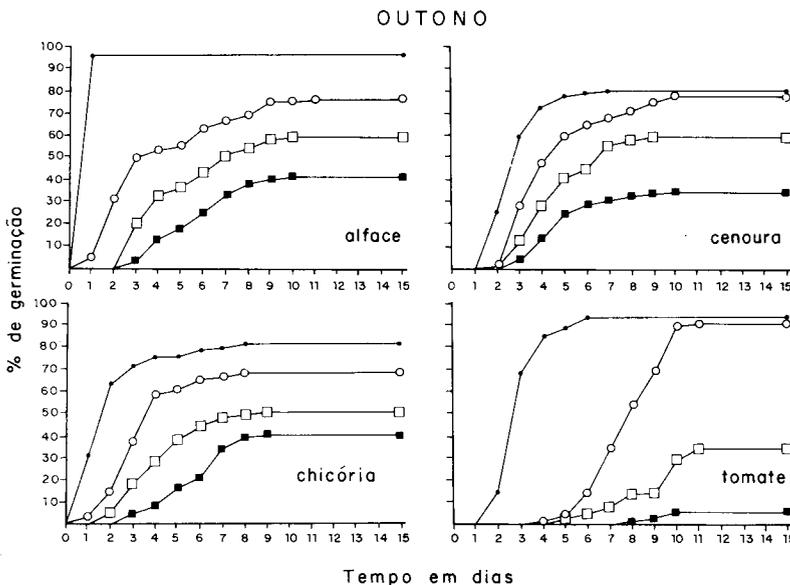


FIG. 4. Efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos de folhas de outono de *M. bimucronata* sobre a germinação de sementes de alfafa, cenoura, chicória e tomate. (●) controle; (○) 8:1; (□) 4:1; (■) 2:1.

encontrado terem as folhas adultas maior concentração de inibidores. Em outros casos, as folhas jovens sintetizam em maior concentração relativa dos inibidores, como em *Leucaena leucocephala* (Chou & Kuo 1986).

Dependendo da natureza do inibidor que exerce papel alelopático sobre outras espécies, o material de folhas frescas é mais eficiente (Kil & Yim 1983). No caso de *M. bimucronata*, o material seco tem maior poder alelopático, revelando não serem as substâncias destruídas na secagem. É provável que na secagem do material a integridade das membranas celulares seja desfeita, facilitando a liberação para o meio do(s) inibidor(es).

A vários compostos tem sido atribuído o papel de substâncias inibidoras. Compostos do metabolismo secundário, como fenóis, cumarinas, lactonas insaturadas, poliacetilenos, flavonóides, taninos, terpenóides e esteróides (Stowe & Kil 1983, Rice 1984), além de alguns aminoácidos

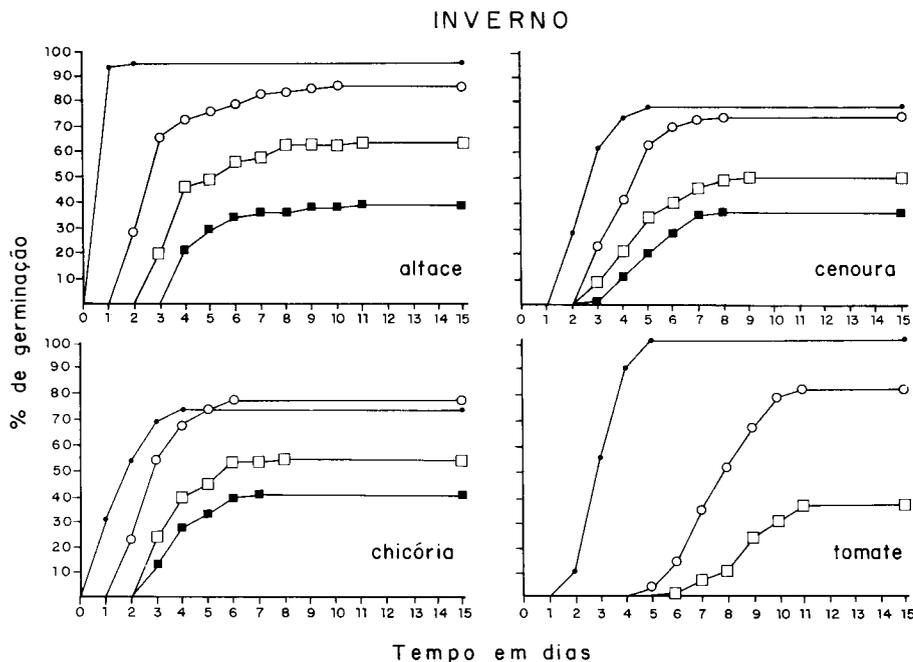


FIG. 5. Efeito de diferentes concentrações de extratos aquosos de folhas de inverno de *M. bimucronata* sobre a germinação de sementes de alfafa, cenoura, chicória e tomate. (●) controle; (○) 8:1; (□) 4:1; (■) 2:1.

TABELA 3. Efeito dos extratos aquosos de folhas de *M. bimucronata* em diferentes concentrações (g/ml) sobre o comprimento das radículas. Folhas coletadas no início da primavera, verão, outono ou inverno. Dados em milímetros depois de 5 dias de exposição.

Espécie	Estação	Controle	Concentração		
			1:8	1:4	1:2
Alface	Primavera	27,99 a	16,38 b	11,40 c	8,20 c
	Verão	30,90 a	12,51 b	6,56 c	2,57 c
	Outono	27,75 a	13,78 b	5,10 c	2,75 c
	Inverno	29,87 a	12,94 b	5,17 c	2,40 c
Arroz	Primavera	42,65 a	28,08 b	18,37 c	14,06 c
	Verão	47,75 a	20,67 b	10,96 c	5,52 d
	Outono	45,87 a	17,98 b	9,02 c	4,34 d
	Inverno	48,84 a	17,74 b	8,66 c	4,13 d
Cenoura	Primavera	38,28 a	22,15 b	17,27 c	10,98 d
	Verão	40,88 a	18,18 b	9,44 c	3,20 d
	Outono	38,80 a	19,06 b	8,23 c	3,34 d
	Inverno	39,14 a	17,44 b	6,65 c	2,50 d
Chicória	Primavera	26,92 a	17,35 b	12,10 c	9,20 d
	Verão	30,36 a	14,98 b	8,00 c	2,81 d
	Outono	29,92 a	20,57 b	6,55 c	2,97 c
	Inverno	29,70 a	15,46 b	7,89 c	2,44 d

TABELA 3. Continuação.

Espécie	Estação	Controle	Concentração		
			1:8	1:4	1:2
Couve	Primavera	44,25 a	21,67 b	12,86 c	8,53 c
	Verão	43,57 a	13,45 b	7,58 c	2,84 c
	Outono	40,77 a	12,13 b	6,94 bc	2,55 c
	Inverno	39,48 a	12,08 b	5,38 c	2,60 c
Pepino	Primavera	67,65 a	31,48 b	20,68 c	10,95 d
	Verão	71,53 a	29,05 b	17,29 c	7,61 c
	Outono	66,19 a	24,21 b	14,18 bc	6,04 c
	Inverno	72,30 a	21,57 b	13,31 c	8,49 c
Repolho	Primavera	42,17 a	20,99 b	10,81 c	6,38 c
	Verão	37,81 a	11,59 b	4,12 c	2,64 c
	Outono	36,67 a	9,33 b	3,58 c	2,64 c
	Inverno	35,55 a	7,25 b	3,35 c	2,42 c
Tomate	Primavera	81,96 a	33,11 b	25,10 c	12,01 d
	Verão	87,88 a	26,97 b	11,05 c	3,92 d
	Outono	87,05 a	19,40 b	9,59 c	3,00 d
	Inverno	83,94 a	15,91 b	8,66 c	0,00 d

SNK: Diferenças entre médias acompanhadas de letras iguais nas linhas não são significativas.

não-protéicos (Wilson & Bell 1978), poderiam funcionar como tais.

Estes compostos podem não só oferecer vantagens na competição com outros indivíduos de outras espécies vegetais, mas também servir como defesas contra pastadores (principalmente insetos), ou ser fitotóxicos a doenças fúngicas (Wilson & Bell 1978, Picman & Picman 1984).

A persistência do material e sua interação química com o solo são outros fatores que devem ser considerados (Rice 1984, Chou 1986), o que não foi verificado no presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Chefia da Seção de Sementes do Instituto de Pesquisas Agronômicas (IPAGRO-RS), pelo fornecimento das sementes. FAPERGS (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul) e ao CNPq, pelos auxílios concedidos. À CAPES pela bolsa à U.S.J.

REFERÊNCIAS

- ANAYA, A.L.; RAMOS, L.; CRUZ, R.; HERNANDEZ, J.G.; NAVA, V. Perspectives of allelopathy in Mexican traditional agroecosystems: a case study in Tlaxcala. **Journal of Chemical Ecology**, v.13, n.11, p.2083-2101, 1987.
- BHOWMIK, P.C.; DOLL, J.D. Corn and soybean response to allelopathic effects of weed and crop residues. **Agronomy Journal**, v.74, p.601-606, 1982.
- BURIN, M.E.; VILHORDO, B.W. Efeito alelopático do extrato de Colza (*Brassica napus* L. var *oleifera* Metzg) sobre germinação de sementes de trigo, soja e tomate. **Agronomia Sulriograndense**, v.22, n.1, p.35-52, 1986.
- BURKART, A. Leguminosas-Mimosoideas. In: REITZ, P.A. (Org.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: [s.n.], 1979. p.154-158.
- CASTRO, P.R.C.; RODRIGUES, J.D.; MAIMONI-RODELLA, R.C.S.; RABELO, J.C.; VEIGA, R.F.A.; LIMA, G.P.P.; JUREIDINI, P.; DENADAI, I.A.M. Ação alelopática de al-

- guns extratos de plantas daninhas na germinação do arroz (*Oryza sativa* L. cv. IAC-165) **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v.41, p.369-381, 1984.
- CHOU, C.H. The role of allelopathy in subtropical Agroecosystems in Taiwan. In: PUTNAM, A.R.; TANG, C.S. **The science of allelopathy**. New York: J. Wiley & Sons, 1986. p.57-73.
- CHOU, C.H.; KUO, Y.L. Allelopathic research of subtropical vegetation in Taiwan. III. Allelopathic exclusion of understory by *Leucaena leucocephala* (Lam) de wit. **Journal Chemical Ecology**, v.12, n.6, p.1431-1448, 1986.
- DALRYMPLE, R.L.; ROGERS, J.L. Allelopathic effects of western Regweed on seed germination and seedling growth of selected plants. **Journal of Chemical Ecology**, v.9, n.8, p.1073-1078, 1983.
- EVENARI, M. Germination inhibitors. **Botanical Review**, v.15, n.3, p.153-194, 1949.
- FERREIRA, A.G. Germinação de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC.) OK. (maricá) I. Efeito da escarificação e do pH. **Ciência & Cultura**, v.28, n.10, p.1200-1204, 1976.
- JACOBI, U.S. **Efeitos alelopáticos de Mimosa bimucronata (DC.) O Kuntze (Maricá)**. Porto Alegre: Botânica UFRGS, 1989. 87p. Tese de Mestrado.
- KHAN, M.I. Allelopathic potential of dry fruits of *Washingtonia filifera*: Inhibition of seed germination. **Physiologia Plantarum**, v.54, p.323-328, 1982.
- KIL, B.S.; YIM, Y.J. Allelopathic effects of *Pinus densiflora* on undergrowth of red Pine forest. **Journal of Chemical Ecology**, v.9, n.8, p.1135-1151, 1983.
- MILLER, D.A. Allelopathic effects of alfalfa. **Journal Chemical Ecology**, v.9, n.8, p.1059-1072, 1983.
- PATRICK, Z.A.; KOCH, L.M. Inhibition of respiration, germination and growth by substances arising during the decomposition of certain plant residues in the soil. **Canadian Journal of Botany**, v.36, p.621-647, 1958.
- PICMAN, J.; PICMAN, A.K. Autotoxicity in *Parthenium hysterophorus* and its Possible Role in Control of Germination. **Biochemical System and Ecology**, v.12, n.3, p.287-292, 1984.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. Orlando: Academic Press, 1984.
- RIZZINI, C.T. Inibidores de germinação e crescimento em *Andira humilis* Benth. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.42, p.329-366, 1970. Suplemento.
- SALAS, M.C.; VIEITEZ, E. Inibidores de germinação in Ericaceas. **Anales del Instituto Botanico Antonio Jose Cavanilles**. v.32, n.2, p.619-631, 1975.
- SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. **Biometry**; principles and practice of statistics in biological research. San Francisco: Freeman, 1969. 776p.
- STOWE, L.G.; KIL, B.S. The role of toxins in plant. Plant Interactions. In: KEELER, R.T.; TU, A.T. **Handbook of natural toxins**. vol. I. Plant and fungal toxins. New York: Marcel Dekker, 1983. p.707-741.
- TAYLOR, R.L.; SHAW, D.C. Allelopathic effects of Engelmann spruce bark stilbenes and tannin-stilbene combinations on seed germination and seedling growth of selected conifers. **Canadian Journal of Botany**, v.61, p.279-289, 1983.
- VILHORDO, B.W.; BURIN, M.E.; GANDOLFI, U.H.; BARNI, N.A.; GOMES, J.E.S.; GONÇALVES, J.C. Efeito alelopático da Colza, *Brassica napus* L. var *oleifera* Metzg) na rotação e sucessão trigo e soja. **Agronomia Sulriograndense**, v.21, n.1, p.55-64, 1985.
- WILSON, M.E.; BELL, E.A. Amino acids and B-aminopropionitrile as inhibitors of seed germination and growth. **Phytochemistry**, v.17, p.403-406, 1978.
- ZAR, J.M. **Biostatistical analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1974. 620p.