

EFEITOS DE DOSES DE IMAZAMOX E DENSIDADES DE SORGO (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) EM SOJA (*Glycine max* (L.) MERR.) SOB PLANTIO DIRETO¹

MÁRCIO FERNANDES PEIXOTO²
ITAMAR FERREIRA DE SOUZA³

RESUMO – O experimento de campo foi conduzido durante o ano agrícola de 1998/99, com objetivo de avaliar o efeito do herbicida imazamox em combinação com resíduos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em cobertura, na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merr.), sob plantio direto. Utilizaram-se 0, 10, 20 e 30 g.ha⁻¹ de imazamox e 0, 100, 200 e 300 mil pl.ha⁻¹ de sorgo, mais dois tratamentos adicionais (testemunha capinada e resíduos de *Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitch.). Os resíduos de sorgo em cobertura morta apresentaram efeitos negativos sobre a altura da planta e o rendimento de grãos da soja, sendo esses efeitos crescentes com o aumento da

densidade populacional, chegando à redução de 35% no rendimento de grãos e a 13,9% na altura da planta, com 300 mil pl/ha. Resíduos de *Brachiaria plantaginea* não afetaram a cultura da soja. O imazamox não afetou a altura da planta e o rendimento de grãos, embora a planta tenha apresentado sintomas de fitotoxicidade de até 6%. Por outro lado, os resíduos de sorgo apresentaram maior fitotoxicidade (17%) para a planta de soja que o imazamox, aos 7 DAA e na interação de 300 mil pl.ha⁻¹ de sorgo com 30 g.ha⁻¹ de imazamox, ocorreu fitotoxicidade de 23%.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Alelopatia de sorgo, soja, imazamox, plantio direto, *Sorghum bicolor*, *Glycine max*.

EFFECTS OF IMAZAMOX AND CROP RESIDUES OF SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) MOENCH) ON WEED CONTROL IN SOYBEAN (*Glycine max* (L.) MERR.) UNDER NO-TILL SYSTEM¹

ABSTRACT – The field experiment was established in 1998/99 in Lavras Federal University, to study the effects of imazamox sprayed after sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cropping on weed control in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.), under no-till system. Imazamox was applied at 0, 10, 20 and 30 g.ha⁻¹, after sorghum cropping at densities of 0, 100, 200 and 300 (x 1000) plants per hectare. Two additional treatments were included (hoed check and *Brachiaria plantaginea* (Link.) Hitch. residues). Higher detrimental effects on soybean plant height and grain yield were observed with

increasing sorghum densities, reaching 35% and 13% decrease in grain yield and plant height, respectively, with 300,000 plants. *Brachiaria plantaginea* residues did not affect soybean plants. Imazamox was selective enough for soybean, although light visual symptoms (6%) on the plants were observed. On the other hand sorghum residues showed some phytotoxicity (17%) upon soybean plants at the 7th day after application and the combination of 300,000 plants of sorghum and 30 g.ha⁻¹ of imazamox showed 23%.

INDEX TERMS: Allelopathy, sorghum, soybean, imazamox, direct planting, *Sorghum bicolor*, *Glycine max*.

INTRODUÇÃO

No plantio direto, o efeito dos resíduos da cultura em cobertura reduz as chances de sobrevivência de plântulas de espécies daninhas com pequena quantidade

de reserva e cria uma diversificada microbiocenose na camada superficial do solo, que exercerá importantes funções na deterioração e perda de viabilidade de diversos tipos de propágulos no solo (Pitelli, 1995). En-

1. Parte da dissertação apresentada ao Departamento de Agricultura pelo primeiro autor, área de concentração, Fitotecnia, UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFPA), Caixa Postal 37, 37200.000 – Lavras, MG.

2. Professor, Escola Agrotécnica Federal de Rio Verde. Rio Verde – GO.

3. Professor Adjunto do Departamento de Agricultura, UFLA.

tretanto, ocorre a possibilidade de se desenvolverem efeitos alelopáticos prejudiciais dos resíduos da cultura anterior, como, por exemplo, do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na cultura subsequente (Putnam & DeFrank, 1983).

Os efeitos prejudiciais às plantas cultivadas imediatamente após a colheita do sorgo (Einhellig & Rasmussen, 1989) estão relacionados à diversidade de substâncias produzidas por seu metabolismo secundário (Barbosa, 1996). Extratos de sorgo de várias espécies do gênero *Sorghum* são inibitórios da germinação e crescimento de plantas de um grande número de espécies (Lehle & Putnam, 1983). Entre as substâncias alelopáticas produzidas pelo sorgo, a hidroquinona sorgoleone (SGL) foi o principal composto identificado (Chang *et al.*, 1986; Netzly & Butler, 1986; Putnam, 1988).

O SGL, estruturalmente semelhante à coenzima Q (Ferreira, 1998), por causa do seu potencial redox (Thioboldeaux *et al.*, 1994), inibe a transferência de elétrons entre o complexo citocromo b_c_1 , e a translocação de prótons através da membrana (Rich, 1996), interferindo na respiração mitocondrial (Rasmussen *et al.*, 1992).

Einhellig & Rasmussen (1989) observaram que em faixas onde havia sido plantado sorgo no ano anterior, a biomassa de plantas daninhas foi menor quando comparadas às faixas onde havia soja (*Glycine max* (L) Merr.) e que os efeitos inibitórios do sorgo foram mais acentuados sobre as espécies de plantas de folhas largas que sobre as espécies de folhas estreitas.

Vasconcellos *et al.* (1998), plantando soja em vasos, observaram que resíduos de sorgo incorporados afetaram negativamente o teor de nitrogênio acumulado pela planta de soja

Vidal *et al.* (1986), estudando o efeito alelopático de extratos aquosos da raiz e da parte aérea de *Brachiaria plantaginea*, verificaram que a germinação e o desenvolvimento da plântula de soja não foram afetados. Porém, Almeida *et al.* (1986) verificaram que, quando a soja plantada foi em vasos com terra e regada com extratos da parte aérea de *Brachiaria plantaginea*, ocorreu redução da biomassa seca, da parte aérea, bem como redução na nodulação.

Constantin *et al.* (1997), utilizando imazamox, não verificaram fitotoxicidade que afetasse o desenvolvimento ou o rendimento de soja, cultivar BR-16.

Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da interação das doses de imazamox e da cobertura morta de resíduos de sorgo na cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi instalado na Universidade Federal de Lavras (latossolo roxo distrófico A moderado de textura argilosa), no ano agrícola 1998/99, para se verificar a interação dos efeitos dos resíduos de sorgo em cobertura e de doses do herbicida imazamox na cultura da soja. Utilizou-se a cultivar de sorgo, BR-303, para formação da cobertura, plantada em duas épocas no início do período chuvoso (28/08/98 e 18/09/98), que foi roçado dois dias após a dessecação, feita aos 60 dias após a emergência. Nas parcelas com resíduos de sorgo em cobertura, foi semeada a soja, cultivar Garimpo, nos dias 24/11/98 e 04/12/98, em sistema de plantio direto, utilizando 350 kg.ha⁻¹ da fórmula 04-14-08.

O experimento foi instalado em blocos casualizados em modelo fatorial 4x4 (doses de imazamox e densidade populacional de sorgo), com dois tratamentos adicionais (testemunha capinada e resíduos de *Brachiaria plantaginea*) e três repetições. As densidades populacionais de sorgo para formação da cobertura foram: 0, 100, 200 e 300 mil plantas.ha⁻¹ e as doses de imazamox foram: 0, 10, 20 e 30 g.ha⁻¹.

Cada parcela de sorgo foi constituída de sete fileiras de 6,0 m de comprimento, espaçadas de 0,7 m. Nessas parcelas, após a dessecação do sorgo, foram demarcadas as parcelas de soja, que se constituíram de cinco fileiras de 6,0 m de comprimento espaçadas de 0,5 m.

A aplicação de imazamox foi realizada 23 dias após a emergência da soja, utilizando-se pulverizador costal à pressão constante (CO₂) de 2,8 kgf.cm⁻², com bicos leque 110.02 e com volume de calda equivalente a 200 L.ha⁻¹, sendo adicionado surfactante não-iônico a 0,2% v/v.

Três pessoas fizeram a avaliação visual de fitotoxicidade do herbicida e dos resíduos de sorgo, atribuindo-se notas entre 0%, nenhum sintoma, e 100%, morte da planta, aos 7, 15 e 30 dias após a aplicação (DAA) de imazamox. Para se verificar o desenvolvimento da cultura, foi medida a altura das plantas de soja aos 7, 15, 30 e 90 DAA. E ao final do ciclo da cultura, determinou-se o rendimento a 13% de umidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos fitotóxicos

Pelo contraste Y(1) (Tabela 1), que compara os resíduos culturais de *B. plantaginea* e sorgo contra os tratamentos que não receberam qualquer tipo de resíduo, verificaram-se efeitos fitotóxicos, significativos a 1% nas três épocas avaliadas. Esses efeitos devem-se aos resíduos de sorgo, pois, pelo contraste Y(2), que compara os resíduos de sorgo contra os resíduos de *B. plantaginea*, verificou-se que os efeitos dos resíduos de *B. plantaginea* aos 7, 15 e 30 DAA foram menores que os efeitos fitotóxicos dos resíduos de sorgo na planta de soja.

Na interação dos resíduos de sorgo com imazamox, ocorrida somente aos 7 DAA, (Figura 1), observou-se uma maior fitotoxicidade dos resíduos de sorgo sobre plantas de soja do que de imazamox. Na maior dose de imazamox (30 g.ha⁻¹), e sem resíduos de sorgo, a porcentagem de fitotoxicidade atingiu valores na ordem de 6,0%, ao passo que nos tratamentos com ausência de imazamox e densidade maior (300 mil pl.ha⁻¹), a porcentagem de fitotoxicidade atingiu valores na ordem de 17%. Para ambos os fatores, a porcentagem de fitotoxicidade foi crescente com o aumento dos níveis, atingindo valores de 23% de injúria na interação dos maiores níveis (30 g.ha⁻¹ e 300 mil pl.ha⁻¹).

É importante ressaltar que os efeitos fitotóxicos observados em decorrência dos resíduos de sorgo podem ser devidos não somente aos aspectos alelopáticos, mas também à competição, uma vez que para separá-los no campo são necessárias pesquisas próprias.

Efeitos sobre altura de planta

O imazamox, nas doses aplicadas, não interferiu na altura da planta de soja, nas avaliações realizadas aos 7, 15, 30 e 90 DAA, embora tenha sido observado sintomas iniciais de fitotoxicidade. Sintoma de fitotoxicidade também foi encontrado por Duarte *et al.* (1997), em que esses autores afirmaram que a cultivar BR 16 mostrou-se sensível ao imazamox, nas doses de 42 e 49 g.ha⁻¹, apresentando redução no porte e na produtividade.

Os sintomas de fitotoxicidade observados em decorrência dos resíduos de sorgo em cobertura refletiram negativamente sobre a altura da planta de soja (Figura 2). Esses efeitos negativos foram crescentes com o aumento das densidades populacionais, em que o modelo matemático adequado foi $Y = \beta_0 + \beta_1 (1/x+1) + \beta_2 x^2$.

Efeitos sobre a produção

As doses de imazamox não afetaram significativamente o rendimento de grãos da soja, apesar de ter sido observado sintomas de fitotoxicidade na cultura.

Os resíduos de sorgo afetaram negativamente o rendimento de grãos da soja (Figura 3), segundo o modelo de equação $Y = \beta_0 + \beta_1 (1/x+1) + \beta_2 x^2$. Esses efeitos foram crescentes com o aumento da quantidade de matéria seca do sorgo (Tabela 2), em consequência do aumento das densidades de plantio de sorgo, esses efeitos podem ser atribuídos aos aleloquímicos liberados pelas raízes de sorgo durante o desenvolvimento e mediante o processo de decomposição dos resíduos, os quais promoveram a liberação contínua de compostos alelopáticos.

TABELA 1 – Contrastes dos tratamentos em fatorial e dos tratamentos adicionais relativos à porcentagem de fitotoxicidade da planta de soja, aos 7, 15 e 30 dias após a aplicação de imazamox Lavras – MG, 1999.

Tratamentos	Fitotoxicidade (%)			Contrastes ¹	
	7 DAA	15 DAA	30 DAA	Y(1)**	Y(2)**
0	9,6178	7,6887	5,9907	3	0
100 mil pl.ha ⁻¹	18,0704	16,0707	13,7018	-1	-1
200 mil pl.ha ⁻¹	21,7756	18,0402	15,3924	-1	-1
300 mil pl.ha ⁻¹	26,7032	2,2058	17,4395	-1	-1
Capinada	0,0000	0,0000	0,0000	1	0
<i>B. plantaginea</i>	0,0000	4,6329	5,0732	-1	3

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

1 - Y(1) = comparação dos tratamentos com palha com os tratamentos sem palha.

Y(2) = comparação dos tratamentos com palha de *B. plantaginea* com os tratamentos com palha de sorgo.

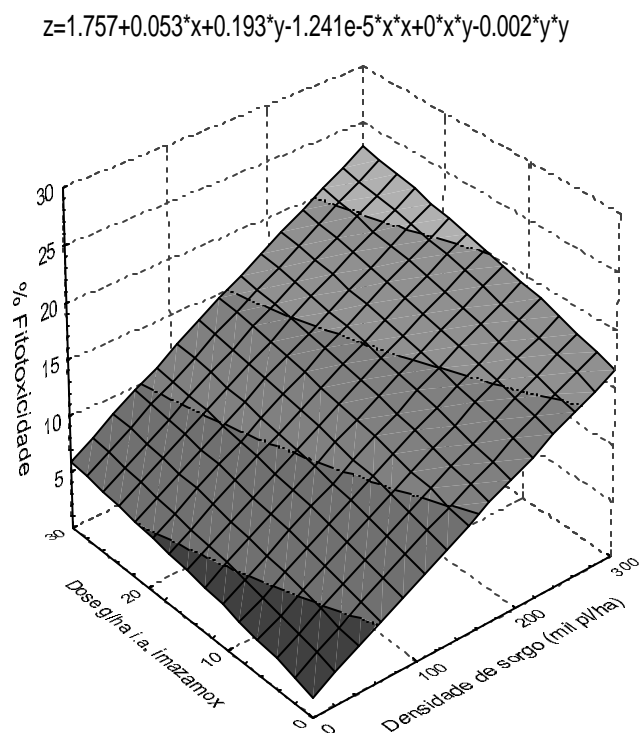


FIGURA 1 – Superfície de resposta da interação das doses de imazamox e resíduos de sorgo sobre a fitotoxicidade da planta de soja aos 7 DAA. Lavras-MG, 1999.

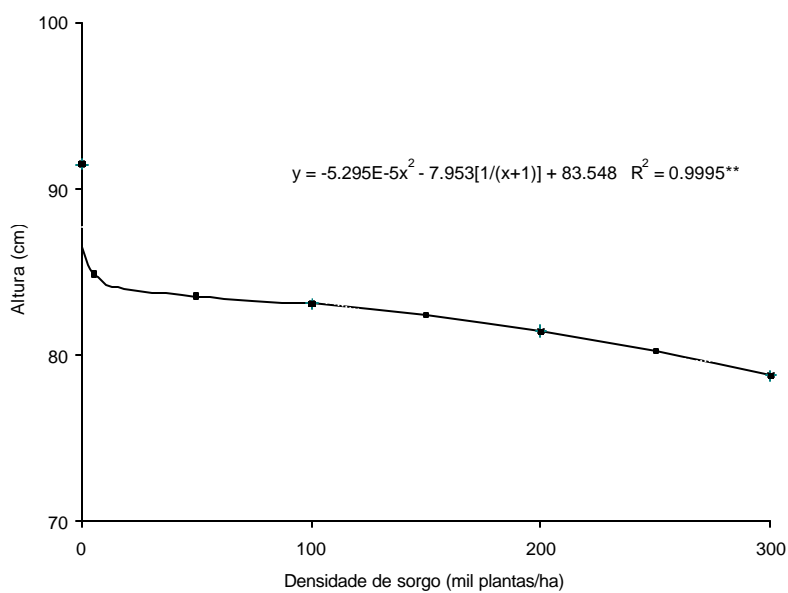


FIGURA 2 – Efeito dos resíduos de sorgo sobre a altura da planta de soja, aos 90 DAA de imazamox. Lavra-MG, 1999.

O mesmo não foi observado quando a soja se desenvolveu sob resíduos de *B. plantaginea* (contraste Y(1) Tabela 3), em que na comparação entre resíduos em cobertura e os tratamentos sem resíduos, verificaram-se efeitos negativos dos resíduos, os quais foram princi-

palmente atribuídos aos resíduos de sorgo, já que pelo contraste Y(2), no qual se comparam resíduos de sorgo contra resíduos de *B. plantaginea*, observou-se que a produção de soja foi menor nos tratamentos que receberam cobertura de sorgo.

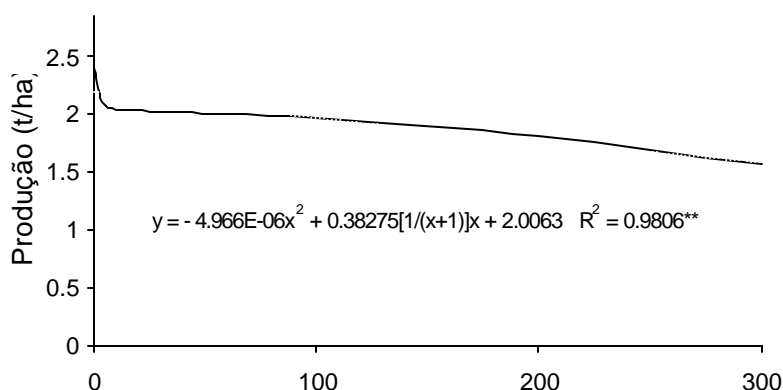


FIGURA 3 – Resíduos de sorgo sobre o rendimento de grãos de soja. Lavras-MG, 1999.

TABELA 2 – Produção de matéria seca de sorgo, cultivar BR-303 e *Brachiaria plantaginea*, dessecados aos 60 após a emergência. Lavras-MG, 1999.

Sorgo	Densidade de plantio (mil pl.ha ⁻¹)	Produção de matéria seca (t.ha ⁻¹)
	0	-
	100	3,43
	200	4,63
	300	5,10
<i>B. plantaginea</i>	-	4,25

TABELA 3 – Contrastes dos tratamentos em fatorial e dos tratamentos adicionais relativos ao rendimento de grãos de soja. Lavras-MG, 1999.

Tratamentos mil pl.ha ⁻¹	Rendimento de grãos t.ha ⁻¹	Contrastes ¹	
		Y(1)**	Y(2)**
0	2,3892	3	0
100 mil pl.ha ⁻¹	1,9175	-1	-1
200 mil pl.ha ⁻¹	1,8779	-1	-1
300 mil pl.ha ⁻¹	1,5350	-1	-1
T. Capinada	2,3967	1	0
T. <i>B. plantaginea</i>	2,3433	-1	3

** - significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

1 - Y(1) = comparação dos tratamentos com palha com os tratamentos sem palha.

Y(2) = comparação dos tratamentos com palha de *B. plantaginea* com os tratamentos com palha de sorgo.

CONCLUSÕES

a) Os resíduos de sorgo em cobertura morta afetaram negativamente a altura da planta e o rendimento de grão de soja, cultivar Garimpo.

b) Embora tenham ocorrido sintomas de fitotoxicidade, o imazamox, mesmo na dose de 30 g.ha⁻¹, não afetou o rendimento de grãos da soja.

c) A interação entre doses de imazamox e densidades de plantio de sorgo causou maior fitotoxicidades sobre a soja do que quando cada um dos fatores foram aplicados isoladamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.S.; RODRIGUES, B.N.; VOSS, M.; LEITE, C.R. Efeitos alelopáticos e de competição da *Brachiaria plantaginea* na soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 16., 1986, Campo Grande. **Resumos...** Campinas: SBHED, 1986. p.3.
- BARBOSA, T.M.L. **Potencial alelopático do sorgo "BR007A" sobre a alface "AG549"**. 1996. 64 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CHANG, M.; NETZLY, D.H.; BUTLER, L.G.; LYNN, D.G. Chemical regulation of distance: characterization of the first natural host germination stimulant for *Striga asiatica*. **Journal of the American Chemistry Society**, Washington, v.108, n.24, p.7858-7860, 1986.
- CONSTANTIN, J.; CONTIERO, R.L.; DEMEIS, M.; ITA, A.G.; MACIEL, C.D. de G. Controle de *Euphorbia heterophylla* e fitotoxicidade dos herbicidas imazamox e imazethapyr na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Resumos...** Viçosa: SBCPD, 1997. p.65.
- DUARTE, N. de F.; SILVA, J.B. da; ARCHANGELO, E.R.; OLIVEIRA, J.R. de. Avaliação de imazethapyr e imazamox no controle pós-emergente de plantas daninhas na cultura da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 21., 1997, Caxambu. **Resumos...** Viçosa: SBCPD, 1997. p.77.
- EINHELLIG, F.A.; RASMUSSEN, J.A. Prior cropping with grain sorghum inhibits weeds. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.15, n.3, p.951-960, 1989.
- FERREIRA, M.L. **Síntese e avaliação da atividade herbicida de quinonas**. 1998. 151 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- LEHLE, F.R.; PUTNAM, A.R. Allelopathic potential of sorghum (*Sorghum bicolor*). Isolation of seed germination inhibitors. **Journal of Chemical Ecology**, Dakota, v.9, n.8, p.1223-1234, 1983.
- NETZLY, D.H.; BUTLER, L.G. Root of sorghum exude hydrophobic droplets containing biologically active components. **Crop Science**, Madison, v.26, p.775-778, July/Aug. 1986.
- PITELLI, R.A. Dinâmica de plantas daninhas no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS DANINHAS, 19., 1995, Florianópolis. **Palestras...** Florianópolis: SBPD, 1995. p.5-12.
- PUTNAM, A.R. Allelochemicals from plants as herbicides. **Weed technology**, Champaign, v.2, n.4, p.510-518, October, 1988.
- PUTNAM, A.R.; DEFRANK, J. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. **Crop Protection**, Oxford, v.2, p.173-181, 1983.
- RASMUSSEN, J.A.; HEJL, A.M.; EINHELLIG, F.A.; THOMAS, J.A. Sorgoleone from root exudate inhibits mitochondrial functions. **Journal of Chemical Ecology**, Dakota, v.18, n.2, p.197-207, 1992.
- RICH, E.L. Quinone binding sites of membrane proteins as targets for inhibitors. **Pesticide Science**, Oxford, v.47, p.284-296, 1996.
- THIOBOLDEAUX, R.L.; LINDROTH, R.L.; TRACY, J.W. Differential toxicity of juglone (5-hidroxi-1,4-naphthoquinone) and related naphthoquinones to saturniid manths. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v.20, n.7, p.1631-1641, 1994.
- VASCONCELLOS, C.A.; CAMPOLINA, D.C.A.; SANTOS, F.G.; PITTA, G.V.E.; MANIEL, I.E. Influência de resíduos culturais de sorgo no desenvolvimento vegetativo da soja. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, PE. **Resumos...** Recife, 1998. CD-ROM.
- VIDAL, R.A.; ALMEIDA, F.S.; MIZOKAMI, M.M. Efeito alelopático de extratos de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) no crescimento inicial de algumas cul-

turas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS **sumos...** Campinas: SBHED, 1986. p.6.
E PLANTAS DANINHAS, 16., 1986, Campo Grande. **Re-**