

POTENCIAL ALELOPÁTICO DE *Annona crassiflora*: EFEITOS SOBRE PLANTAS DANINHAS¹

Allelopathic Potential of Annona crassiflora: Effects on Weeds

INOUE, M.H.², SANTANA, D.C.³, SOUZA FILHO, A.P.S.⁴, POSSAMAI, A.C.S.³, SILVA, L.E.⁵, PEREIRA, M.J.B.² e PEREIRA, K.M.³

RESUMO - A alelopatia pode oferecer novas substâncias químicas com propriedades herbicidas menos prejudiciais ao ambiente e ao homem do que os sintéticos em uso na atual agricultura. Nesse contexto, foi avaliado o efeito de extratos de *Annona crassiflora* sobre a germinação e o desenvolvimento de *Brachiaria brizantha*, *Euphorbia heterophylla* e *Ipomoea grandifolia*, bem como o efeito do extrato mais promissor sobre a soja (*Glycine max*). Para isso, foram preparados extratos hidroalcoólicos de sementes, folhas e caules de *A. crassiflora*, a fim de serem avaliados em testes de germinação e desenvolvimento das plantas daninhas. O extrato da parte mais promissora da planta foi fracionado, utilizando-se solventes em ordem crescente de polaridade. Em relação às partes da planta de *A. crassiflora* avaliadas, o extrato hidroalcoólico preparado a partir das sementes proporcionou maior interferência nas plantas daninhas; a germinação das sementes de *Brachiaria brizantha* e *Euphorbia heterophylla* foi totalmente inibida por esse extrato. De modo geral, as espécies receptoras foram mais sensíveis à fração acetato de etila, mas esta não influenciou o desenvolvimento da soja. Portanto, *A. crassiflora* apresenta potencial para o manejo de *B. brizantha*, *E. heterophylla* e *I. grandifolia*, em pós-emergência na cultura da soja.

Palavras-chave: aleloquímicos, Annonaceae, desenvolvimento, germinação, manejo integrado de plantas daninhas.

ABSTRACT - Allelopathy can offer new substances with herbicidal properties less harmful to the environment and humans than the synthetic compounds traditionally used in agriculture. The aim of this work was to evaluate the effect of extracts of *Annona crassiflora* on germination and growth of ***Brachiaria brizantha***, ***Euphorbia heterophylla*** and ***Ipomoea grandifolia***, as well as to determine the effect of the most promising extract fraction on soybean (*Glycine max*). Thus, hydroalcoholic extracts from seeds, leaves and stems of ***A. crassiflora*** were prepared and evaluated in germination tests as well as root and hypocotyl development of the weeds. The extract of the most promising part of the plant was fractioned using solvents with increasing polarity order. The hydroalcoholic extract, prepared from ***A. crassiflora*** seeds was found to have the greatest effect on the weeds. Also, the germination of ***B. brizantha*** and ***E. heterophylla*** was completely inhibited by the extract. In general, the species were more sensitive to the ethyl acetate fraction, although this extract did not interfere in the soybean development. The results obtained allowed to conclude that ***A. crassiflora*** presents a good potential for the management of ***B. brizantha***, ***E. heterophylla*** and ***I. grandifolia***, in soybean post-emergence.

Keywords: allelochemicals, Annonaceae, development, germination, weed integrated management.

¹ Recebido para publicação em 4.4.2009 e na forma revisada em 3.9.2010.

² Eng^a-Agr^a, D.Sc., Dep. de Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, Rod. MT 358, Km 07, Caixa Postal 287, 78300-000 Tangará da Serra-MT, <miriamhinoue@hotmail.com>; ³ Aluno do Curso de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica, UNEMAT/FAPEMAT; ⁴ Eng^a-Agr^a, D.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro, s/n, 66095-100 Belém-PA. ⁵ Químico, D.Sc., Dep. de Química, Universidade Federal de Mato Grosso, Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n, 78060-900 Cuiabá-MT.



INTRODUÇÃO

O fato de as plantas daninhas obterem sucesso, em relação às plantas cultivadas, ocorre por possuírem maior agressividade e capacidade de se adaptarem a fatores ambientais (Souza Filho & Alves, 2000). A interferência das plantas daninhas em grandes culturas, como a soja, proporciona redução qualitativa e quantitativa na produção (Bianchi, 1995). Estudos realizados por Voll et al. (2002) indicam que *Euphorbia heterophylla* (10 plantas por m²) e *Ipomoea grandifolia* (10 plantas por m²) podem reduzir o rendimento do cultivar de soja Embrapa-48 em 35 e 22%, respectivamente. Outra espécie que afeta intensamente a cultura da soja é o capim-marandu (*Brachiaria brizantha*), que é uma planta daninha presente em áreas de integração lavoura-pecuária.

A alelopatia – ciência que estuda interações bioquímicas entre plantas – pode oferecer excelente oportunidade para incrementar pesquisas com novas entidades químicas com propriedades herbicidas destacadas e menores impactos sobre o ambiente e o ser humano do que os compostos sintéticos de uso corrente na agricultura (Waller et al., 1999; Belz & Hurle, 2004; Qiming et al., 2006). Os compostos químicos responsáveis pela alelopatia são denominados aleloquímicos, e cada espécie pode produzir um conjunto diferente de aleloquímicos, com ação sobre os componentes da comunidade em que está inserida (Putnam et al., 1983; Einhellig, 1999; Reigosa et al., 1999). Nesse sentido, há alguns produtos químicos, como picloram, glufosinate e quinclorac, sintetizados a partir de compostos naturais que são comercializados para o controle de plantas daninhas (Pires & Oliveira, 2001).

A biodiversidade do cerrado vem sendo ameaçada pelo fato de esse ecossistema, que atualmente ocorre em áreas relativamente restritas no Brasil, ser utilizado indiscriminadamente pelo homem. Recentemente, esforços vêm sendo realizados para a manutenção e conservação dessas áreas, tendo em vista a importância da biodiversidade vegetal e da fauna nelas presentes (Silva et al., 2006).

Há relatos de que plantas da família Annonaceae, encontradas em grande diversidade no cerrado mato-grossense, possuem

efeitos alelopáticos devido a uma classe de substâncias naturais bioativas, conhecidas como “acetogeninas de Anonáceas” (Nascimento et al., 2003; Chrysostemos, 2007; Inoue et al., 2009). Estudos químicos para identificação de flavonoides em espécies dessa família foram realizados por Santos & Salatino (2000), visando isolar substâncias que poderão ser usadas futuramente na síntese de biodefensivos. Oliveira et al. (2004) relatam que estudos alelopáticos com espécies características do cerrado são uma alternativa para preservação desse bioma e o número de espécies analisadas ainda é muito pequeno, demonstrando a grande necessidade de mais estudos com intuito de verificar o potencial alelopático dessas espécies. Trabalhos conduzidos por Inoue et al. (2009) verificaram que extratos aquosos de *A. crassiflora* inibiram a germinação e o desenvolvimento de *B. brizantha*, evidenciando o potencial alelopático dessa Annonaceae.

Portanto, a inibição na germinação ou no crescimento de plantas daninhas por meio de substâncias alelopáticas sugere alternativas no manejo integrado de plantas daninhas. Isso ocorre não só pelo uso potencial do extrato como um agente químico natural, como também pela presença de novas entidades químicas presentes nos extratos, as quais podem potencialmente ser manipuladas pela indústria de modo que sejam abertas, com efeito herbicida (Pires et al., 2001). Nesse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar as variações no efeito alelopático de *Annona crassiflora* (Annonaceae) sobre a germinação e o desenvolvimento de *B. brizantha*, *E. heterophylla* e *I. grandifolia*, em função da fonte de extrato e da planta receptora.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Tangará da Serra, durante o ano de 2008. Os procedimentos referentes ao fracionamento das substâncias presentes nos extratos foram realizados no Laboratório de Pesquisa em Química de Produtos Naturais da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), localizado em Cuiabá-MT.

Sementes, folhas e caules de *A. crassiflora* foram coletados em Nova Marilândia-MT,

região de cerrado. O material botânico foi seco em estufa de circulação de ar forçada por 72 horas, em temperatura de 40 °C, e triturado em moinho tipo Willey.

Para obtenção do extrato hidroalcoólico, foi utilizada a proporção 1: 7: 3 (material seco: etanol: água destilada). Cada parte da planta (sementes, folhas e caules) foi mantida em maceração a frio, por sete dias. Após esse período, a solução foi filtrada e concentrada em rotaevaporador, em pressão reduzida. Os extratos hidroalcoólicos foram preparados nas concentrações de 0 e 2% (v/v).

Com base na análise dos resultados obtidos com os extratos hidroalcoólicos, a parte de *A. crassiflora* mais promissora foi submetida a extração e fracionamento (Figura 1). O procedimento utilizado foi a sequência dos solventes com polaridade crescente, de forma que se partiu inicialmente de 3,0 kg da fração da planta doadora seca e triturada, obedecendo à seguinte ordem: éter de petróleo, etanol, diclorometano, acetato de etila e metanol. O período de cada extração foi de seis horas ininterruptas, em aparelhos de Soxhlet. Em seguida, foi utilizado o método de Cromatografia de Coluna Filtrante (CCF), com os solventes em ordem de polaridade e armazenados em erlenmeyers. O material obtido depois da CCF foi concentrado em rotaevaporador separadamente, com os respectivos solventes, de forma que se obtivessem os extratos fracionados, os quais foram preparados nas concentrações de 0, 1, 2 e 4% (v/v).

Em testes preliminares, determinou-se o potencial osmótico de cada extrato utilizado neste estudo, com auxílio de um Osmometer; o valor máximo obtido foi de -0,11 MPa. Dessa forma, os efeitos do potencial osmótico sobre os resultados foram desconsiderados, visto que estudos indicam que a germinação e o desenvolvimento das sementes somente podem ser influenciados em valores acima de -0,2 e -0,6 MPa, respectivamente para gramíneas forrageiras e soja (Souza Filho & Alves, 2000; Silva et al., 2006).

Os efeitos dos extratos hidroalcoólicos e fracionados foram avaliados em testes de germinação e desenvolvimento de radícula e hipocótilo, utilizando *B. brizantha*, *E. heterophylla* e *I. grandifolia* como espécies receptoras. Cada

placa de Petri recebeu 3,0 mL de extrato diluído em solução hidroalcoólica. Logo após a evaporação da parte hidroalcoólica do extrato em condições ambientais, foi adicionado igual volume de água destilada, mantendo-se o volume inicial de 3,0 mL. Quando necessário, durante a condução dos bioensaios, foi adicionada somente água destilada nas placas de Petri.

Os testes de germinação foram conduzidos em estufa BOD (Demanda Bioquímica do Oxigênio) a 25 °C, fotoperíodo de 12 horas, durante 10 dias e contagem diária, com 25 sementes de cada espécie receptora. O índice de velocidade de germinação (IVG) foi obtido conjuntamente com os testes de germinação, nos quais se verificou a quantidade de sementes germinadas por dia, em que G1 corresponde à proporção de sementes germinadas no dia e N1 ao número de dias após a sementeira, determinado segundo critério ($IVG = [G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn] \times 100$), estabelecido por Maguire (1962) citado por Borghetti & Ferreira (2004).

Os testes de desenvolvimento de radícula e hipocótilo foram conduzidos em BOD a 25 °C, fotoperíodo de 24 horas, utilizando três sementes pré-germinadas das espécies receptoras,

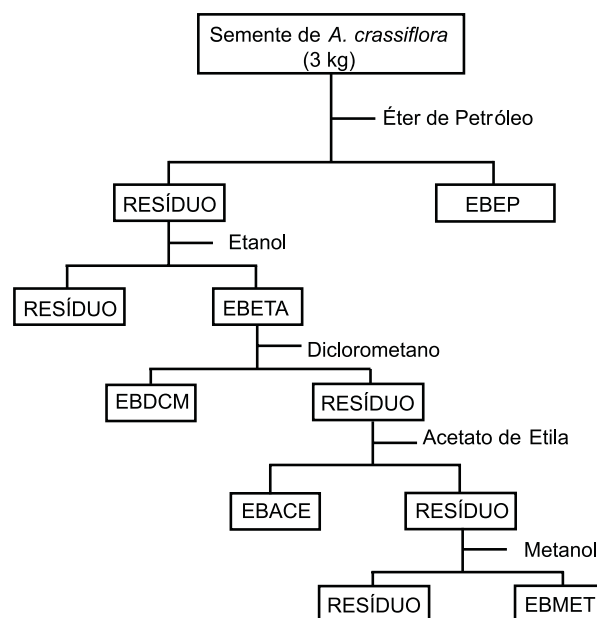


Figura 1 - Procedimento de partição das substâncias químicas presentes nas sementes de *A. crassiflora*.



com aproximadamente 2 mm de comprimento. A avaliação foi realizada no décimo dia após a montagem do bioensaio, medindo-se o comprimento de radícula e hipocótilo.

Posteriormente, o extrato fracionado que apresentou maior efeito inibitório na germinação e desenvolvimento das plantas daninhas também foi testado em bioensaios sobre a cultura da soja (*Glycine max*), nas concentrações de 0, 1, 2 e 4%.

Em todos os experimentos foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados referentes aos extratos hidroalcoólicos foram transformados para porcentagem de inibição em relação à concentração zero (testemunha). Todos os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de inibição na germinação e no IVG de *B. brizantha*, *E. heterophylla* e *I. grandifolia*, após a aplicação de extratos hidroalcoólicos de *A. crassiflora*, são apresentados na Tabela 1. Verificou-se que os extratos das sementes proporcionaram total inibição da germinação e do IVG de *B. brizantha* e *E. heterophylla*, em relação à testemunha (Tabela 1). As sementes de *I. grandifolia* que receberam esse extrato também apresentaram representativa inibição na germinação (71,8%) e no IVG (92,1%) (Tabela 1).

Ao comparar as partes da planta receptora, extratos preparados a partir das sementes de *A. crassiflora* apresentaram maior potencial alelopático sobre a germinação e o IVG das

espécies receptoras (Tabela 1). Esse fato pode estar relacionado à distribuição de substâncias em concentrações variadas nas partes da planta (Souza Filho, 2002), que, ao serem liberadas em quantidade suficiente, causam efeitos alelopáticos, os quais podem ser observados na germinação, no crescimento e/ou no desenvolvimento de plantas. Santana et al. (2007) também constataram que extratos aquosos obtidos a partir de sementes de *A. crassiflora* apresentaram maior potencial alelopático do que as folhas e ramos dessa espécie.

Na Tabela 1, extratos provenientes de folhas foram suficientes para reduzir em mais de 50% a germinação das sementes de *B. brizantha*. Os resultados indicam ainda que, de modo geral, *I. grandifolia* mostrou menor sensibilidade ao extrato de *A. crassiflora* tanto na germinação como no IVG, em relação às outras plantas receptoras (Tabela 1). Segundo Souza Filho et al. (1997), a atividade biológica de um aleloquímico depende do limite de resposta da espécie afetada, que está intimamente relacionada à sua sensibilidade.

A Tabela 2 apresenta os dados referentes à inibição no desenvolvimento das plantas daninhas, com a adição de extratos de *A. crassiflora*. Independentemente da espécie receptora, extratos provenientes de sementes proporcionaram acima de 90% de inibição no desenvolvimento de radícula e hipocótilo das plantas daninhas, em relação à testemunha (Tabela 2).

A utilização de extratos provenientes de folhas e caules proporcionou 93,4% de inibição no desenvolvimento de radícula de *I. grandifolia* (Tabela 2). De acordo com Souza

Tabela 1 - Percentual de inibição, em relação à testemunha, dos extratos de *A. crassiflora* na germinação e no IVG de *B. brizantha*, *E. heterophylla* e *I. grandifolia*

Planta daninha	Inibição na Germinação (%)			Inibição no IVG (%)		
	Sementes	Folhas	Caules	Sementes	Folhas	Caules
<i>B. brizantha</i>	100,0 Aa	53,3 Ab	25,0 Ac	100,0 Aa	50,4 Ab	29,6 Ac
<i>E. heterophylla</i>	100,0 Aa	17,8 Bb	11,3 Bb	100,0 Aa	11,6 Bb	12,2 Bb
<i>I. grandifolia</i>	71,8 Ba	0 Cb	0 Cb	92,1 Ba	0 Cb	0 Cb
CV (%)	20,1			22,7		

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Filho & Alves (2000), o efeito imposto pelos extratos no desenvolvimento radical contribui para que as plantas daninhas tenham restrições no seu potencial competitivo, favorecendo as espécies cultivadas. No desenvolvimento de hipocótilo, extratos de folhas e caules não foram eficientes em reduzir o hipocótilo de *B. brizantha* e *E. heterophylla* (Tabela 2), o que indica que neles não há quantidade suficiente de substâncias alelopáticas para inibir o hipocótilo dessas espécies.

Diferentemente dos dados da Tabela 1, evidencia-se que, em comparação às demais espécies, *I. grandifolia* foi a que apresentou maior sensibilidade aos extratos de folhas e caules de *A. crassiflora*, no que se refere ao desenvolvimento (Tabela 2). Do mesmo modo, Souza Filho (2006), quando comparou a atividade alelopática de *Calycophyllum spruceanum* em diferentes plantas, observou também que o potencial alelopático variou em função da espécie receptora.

Tendo em vista que os extratos hidroetanólicos preparados a partir de sementes de *A. crassiflora* apresentaram os resultados mais promissores na inibição das plantas daninhas (Tabelas 1 e 2), as Tabelas 3 a 10 apresentam os dados, avaliando os extratos fracionados de sementes dessa Anonácea, em testes de germinação e desenvolvimento com *B. brizantha*, *E. heterophylla* e *I. grandifolia*.

Em relação à testemunha, a germinação de *B. brizantha* apresentou diferença significativa com a utilização das duas maiores concentrações de extrato bruto metanólico (Tabela 3), demonstrando que, em concentrações mais elevadas, o extrato proporcionou efeito alelopático sobre a planta receptora. Essa

interferência somente foi constatada com a utilização de 4% do extrato sobre a germinação de *E. heterophylla* (Tabela 3). Resultados semelhantes foram observados por Moreira et al. (2008), avaliando extrato metanólico de *Caryocar brasiliense* em sementes de *Panicum maximum*.

Todos os tratamentos com extrato metanólico proporcionaram interferência no desenvolvimento de radícula de *B. brizantha*. *E. heterophylla* teve seu desenvolvimento de radícula e hipocótilo afetado com a adição de extratos nas concentrações de 2 e 4%; apenas a concentração de 4% afetou o desenvolvimento de *I. grandifolia* (Tabela 4). Os aleloquímicos podem induzir o aparecimento de plântulas anormais – em que a necrose é o sintoma mais evidente do efeito alelopático – e contribuem para inibir o desenvolvimento da planta receptora (Ferreira & Áquila, 2000).

Os dados da Tabela 5 indicam que houve efeito alelopático do extrato bruto de acetato de etila de *A. crassiflora* sobre a germinação das espécies. Em relação ao IVG das três espécies receptoras, verificou-se redução do índice nas concentrações de 2 e 4% (Tabela 5). Resultados semelhantes foram obtidos por Saxena et al. (1996), em que o aumento da concentração dos extratos provenientes de *Pennisetum glaucum* diminuiu as taxas de germinação de sementes da própria espécie.

Com a adição do extrato bruto de acetato de etila, observou-se interferência no desenvolvimento de *B. brizantha*, *E. heterophylla* e *I. grandifolia*, evidenciando o potencial alelopático de *A. crassiflora* no crescimento de radícula e hipocótilo dessas espécies (Tabela 6). Exceções ocorreram nos tratamentos a 1%

Tabela 2 - Percentual de inibição, em relação à testemunha, dos extratos de *A. crassiflora* no desenvolvimento de radícula e hipocótilo de *B. brizantha*, *E. heterophylla* e *I. grandifolia*

Planta daninha	Inibição na Radícula (%)			Inibição no Hipocótilo (%)		
	Sementes	Folhas	Caules	Sementes	Folhas	Caules
<i>B. brizantha</i>	92,3 Aa	33,3 Bc	66,6 Bb	100,0 Aa	12,2 Bb	11,4 Bb
<i>E. heterophylla</i>	90,9 Aa	30,0 Bc	65,0 Bb	100,0 Aa	0 Cb	12,8 Bb
<i>I. grandifolia</i>	97,9 Aa	93,4 Aa	93,4 Aa	100,0 Aa	61,1 Ab	64,8 Ab
CV (%)	19,8			23,5		

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.



Tabela 3 - Efeito do extrato metanólico proveniente das sementes de *A. crassiflora* sobre a germinação e IVG de plantas daninhas. Dados expressos em percentual

Conc. (%)	Germinação (%)			IVG (%)		
	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>
0	30,5 Ab	47,5 Aa	34,0 Ab	5,2 Ab	17,3 Aa	15,1 Aa
1	27,5 Ac	48,5 Aa	37,0 Ab	4,8 Ac	22,0 Aa	16,0 Ab
2	19,0 Bc	47,0 Aa	36,5 Ab	3,2 Ab	19,9 Aa	15,4 Aa
4	13,0 Cb	37,0 Ba	33,0 Aa	2,0 Ac	21,0 Aa	14,4 Ab
CV (%)	11,0			31,4		

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Efeito do extrato metanólico proveniente das sementes de *A. crassiflora* sobre o desenvolvimento de plantas daninhas. Dados expressos em média de comprimento (cm)

Conc. (%)	Radícula (cm)			Hipocótilo (cm)		
	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>
0	1,7 Aa	1,5 Aa	1,0 Ab	0,9 Aa	0,8 Aa	1,1 Aa
1	0,4 Cc	1,4 Aa	0,9 Ab	0,7 Aa	0,8 Aa	1,0 Aa
2	0,9 Ba	0,2 Bb	1,2 Aa	0,8 Ab	0,2 Bc	1,3 Aa
4	0,5 Ca	0,2 Ba	0,2 Ba	0,5 Aa	0,0 Bb	0,0 Bb
CV (%)	30,9			26,6		

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Efeito das frações de acetato de etila provenientes das sementes de *A. crassiflora* sobre a germinação e IVG de plantas daninhas. Dados expressos em percentual

Conc. (%)	Germinação (%)			IVG (%)		
	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>
0	31,2 Ac	55,0 Aa	44,0 Ab	8,1 Ac	24,2 Aa	19,3 Ab
1	22,0 Bc	48,0 Ba	36,0 Bb	5,2 Ac	23,2 Aa	17,5 Ab
2	1,0 Cb	22,0 Ca	26,5 Ca	0,1 Bb	10,1 Ba	11,4 Ba
4	1,0 Ca	0,0 Da	1,0 Da	0,5 Ba	0,0 Ca	0,5 Ca
CV (%)	13,1			28,7		

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

para o desenvolvimento de hipocótilo de *B. brizantha* e *I. grandifolia*, visto que esses tratamentos não diferiram da testemunha (Tabela 6). Os resultados deste experimento indicam um aspecto ecológico importante, uma vez que, com a inibição no desenvolvimento do sistema radicular, ocorre redução na pressão competitiva da planta, favorecendo as espécies vizinhas, que podem estabelecer aspectos de dominância (Peres et al., 2004).

Observou-se na Tabela 7 que o extrato bruto de diclorometano obtido de sementes da *A. crassiflora* interfere significativamente no processo de germinação das sementes de *B. brizantha* e *E. heterophylla*, evidenciando maior sensibilidade dessas plantas aos aleloquímicos presentes no extrato. Sementes de *I. grandifolia* não apresentaram diferenças significativas na germinação (Tabela 7). Segundo Shann & Blum (1987), a interação

Tabela 6 - Efeito das frações de acetato de etila provenientes das sementes de *A. crassiflora* sobre o desenvolvimento de plantas daninhas. Dados expressos em média de comprimento (cm)

Conc. (%)	Radícula (cm)			Hipocótilo (cm)		
	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>
0	2,3 Ab	7,0 Aa	2,3 Ab	0,6 Ac	2,9 Aa	1,5 Ab
1	0,3 Bb	0,6 Ba	0,7 Ba	0,3 Ab	1,2 Ba	1,2 Aa
2	0,2 Ba	0,3 Ba	0,5 Ba	0,0 Bb	0,2 Cb	0,7 Ba
4	0,2 Ba	0,2 Ba	0,2 Ca	0,0 Ba	0,0 Ca	0,1 Ca
CV (%)	24,2			37,0		

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 7 - Efeito das frações de diclorometano provenientes das sementes de *A. crassiflora* sobre a germinação e IVG de plantas daninhas. Dados expressos em percentual

Conc. (%)	Germinação (%)			IVG (%)		
	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>
0	37,5 Ab	49,0 Aa	46,0 Aa	6,5 Ab	15,2 Aa	16,8 Aa
1	26,0 Bb	41,0 Ba	45,0 Aa	4,6 Ac	12,8 Ab	16,8 Aa
2	28,0 Bb	40,0 Ba	44,0 Aa	4,6 Ab	14,9 Aa	18,1 Aa
4	28,0 Bc	42,0 Ba	37,0 Ab	4,8 Ab	16,7 Aa	14,0 Aa
CV (%)	13,2			21,6		

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

alelopática entre planta doadora e receptora ocorre pela capacidade da planta receptora em captar os aleloquímicos e apresentar resposta detectável nesta, ou seja, a atividade de um aleloquímico depende do limite de resposta da espécie receptora. Ao comparar o IVG (Tabela 7), verificou-se que não houve interferência significativa das concentrações, isto é, a velocidade na germinação das sementes de plantas daninhas não foi afetada pela fração do extrato de diclorometano.

Os efeitos das frações de diclorometano indicam interferência negativa sobre o desenvolvimento de radícula de *E. heterophylla* e *I. grandifolia* (Tabela 8). Estudos realizados por Souza Filho & Duarte (2007) relatam que, independentemente da espécie receptora e da concentração, as inibições promovidas sobre o desenvolvimento da radícula são um dos principais fatores que indicam sensibilidade da planta aos efeitos aleloquímicos. As frações de diclorometano não afetaram o desenvolvimento do hipocótilo nas espécies receptoras (Tabela 8).

Na Tabela 9 são apresentados os efeitos do extrato bruto de éter de petróleo proveniente de *A. crassiflora*, em que se verifica interferência alelopática na germinação de *B. brizantha*. Para *E. heterophylla*, foi constatada inibição na germinação somente nas concentrações de 2 e 4% (Tabela 9). Por sua vez, a adição do extrato não proporcionou diferença significativa na germinação de *I. grandifolia* nem no IVG das três espécies (Tabela 9), demonstrando que o potencial alelopático varia conforme a espécie receptora (Souza Filho et al., 1997). O extrato com éter de petróleo não influenciou o desenvolvimento das plantas daninhas (Tabela 10).

Em comparação às demais frações de *A. crassiflora*, o extrato com acetato de etila proporcionou maior efeito inibitório sobre as plantas daninhas (Tabelas 3 a 10) e foi avaliado utilizando *G. max* como planta receptora (Tabela 11). Nas concentrações de 2 e 4%, esse extrato interferiu na germinação e no IVG da soja (Tabela 11). Em contrapartida, independentemente da concentração avaliada, não houve qualquer interferência no



Tabela 8 - Efeito das frações de diclorometano provenientes das sementes de *A. crassiflora* sobre o desenvolvimento de plantas daninhas. Dados expressos em média de comprimento (cm)

Conc. (%)	Radícula (cm)			Hipocótilo (cm)		
	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>
0	2,3 Ab	3,7 Aa	4,6 Aa	1,8 Ab	3,0 Aa	2,8 Aa
1	1,8 Aa	1,6 Ba	1,7 Ba	2,0 Aa	2,3 Aa	1,8 Aa
2	1,7 Aa	1,5 Ba	1,6 Ba	2,1 Aa	3,0 Aa	2,5 Aa
4	1,7 Aa	1,3 Ba	1,1 Ba	1,8 Aa	2,6 Aa	2,2 Aa
CV (%)	34,4			25,5		

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Efeito das frações de éter de petróleo provenientes das sementes de *A. crassiflora* sobre a germinação e IVG de plantas daninhas. Dados expressos em percentual

Conc. (%)	Germinação (%)			IVG (%)		
	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>
0	40,0 Aa	49,0 Aa	46,0 Aa	8,5 Ab	15,2 Aa	17,3 Aa
1	31,0 Bc	54,0 Aa	43,5 Ab	5,9 Ab	18,3 Aa	15,4 Aa
2	30,0 Bb	39,0 Ba	46,0 Aa	7,8 Ab	13,0 Aa	15,1 Aa
4	29,0 Bb	41,0 Ba	41,0 Aa	5,3 Ab	13,9 Aa	13,0 Aa
CV (%)	13,2			24,3		

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 10 - Efeito das frações de éter de petróleo provenientes das sementes de *A. crassiflora* sobre o desenvolvimento de plantas daninhas. Dados expressos em média de comprimento (cm)

Conc. (%)	Radícula (cm)			Hipocótilo (cm)		
	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>	<i>B. brizantha</i>	<i>E. heterophylla</i>	<i>I. grandifolia</i>
0	2,3 Ab	3,6 Aa	2,6 Ab	2,8 Aa	3,0 Aa	2,8 Aa
1	1,8 Ab	3,6 Aa	2,5 Ab	2,5 Aa	3,1 Aa	2,2 Aa
2	1,9 Ab	3,4 Aa	1,9 Ab	2,1 Aa	2,7 Aa	2,2 Aa
4	1,7 Aa	2,2 Aa	1,7 Aa	2,1 Aa	2,5 Aa	2,0 Aa
CV (%)	31,7			27,7		

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

desenvolvimento de radícula e hipocótilo de *G. max* (Tabela 11). Em um mesmo ambiente, os aleloquímicos podem proporcionar efeito alelopático em algumas espécies e em outras não (Seigler, 1996); a situação ideal ocorre quando as plantas daninhas são afetadas pelas substâncias e a cultura apresenta seletividade.

Pelo fato de o extrato com acetato de etila ter reduzido a germinação e o desenvolvimento de radícula das três plantas daninhas

avaliadas (Tabelas 5 e 6) e não interferido no desenvolvimento da soja (Tabela 11), o uso desse extrato em pós-emergência na cultura da soja pode ser uma alternativa para o manejo de *B. brizantha*, *E. heterophylla* e *I. grandifolia*. No entanto, para o desenvolvimento de biodefensivos agrícolas que sejam viáveis à proposta de manejo sustentável de plantas daninhas, é necessária a realização de mais estudos, visando identificar as substâncias responsáveis pelo potencial alelopático de *A. crassiflora*.

Tabela 11 - Efeito das frações de acetato de etila provenientes das sementes de *A. crassiflora* sobre a germinação e o desenvolvimento de *G. max*. Dados expressos em percentual (germinação) e em média de comprimento (desenvolvimento)

Conc. (%)	Germinação (%)		Desenvolvimento (cm)	
	Germinação	IVG	Radícula	Hipocótilo
0	92,8 A	35,8 A	2,5 A	3,5 A
1	88,8 A	34,5 A	1,7 A	3,2 A
2	65,6 B	22,4 B	1,6 A	3,9 A
4	54,4 B	18,6 B	2,9 A	4,4 A
CV (%)	15,7	21,1	31,0	33,7

Para cada variável, médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMAT, à FINEP e ao CNPq, pelo auxílio financeiro.

LITERATURA CITADA

- BELZ, R. G.; HURLE, K. A novel laboratory screening bioassay for crop seedling allelopathy. **J. Chem. Ecol.**, v. 30, n. 1, p. 75-198, 2004.
- BIANCHI, M. A. Programa de difusão do manejo integrado de plantas daninhas em soja no Rio Grande do Sul: 1994/95. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 1995. 31 p.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. Interpretação de resultados de germinação. In: FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 209-222.
- CHRYSOSTHEMOS, R. N. Potencial alelopático dos extratos aquosos de *Xylopiá aromática* e de *Annona crassiflora* na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Euphorbia heterophylla* e de *Glycine max*. 2007. 71 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, 2007.
- EINHELLIG, F. A. An integrated view of allelochemicals amid multiple stresses. In: INDERJIT, S. D.; DAKSHINI, K. M. M.; FOY, C. L. **Principles and practices in plant ecology**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 479-494.
- FERREIRA, A. G.; AQUILA, M. E. A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia vegetal. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 12, n. 1, p. 175-204, 2000.
- INOUE, M. H. et al. Extratos aquosos de *Xylopiá aromática* e *Annona crassiflora* sobre capim-marandu (*Brachiaria brizantha*) e soja. **Sci. Agric.**, v. 10, n. 3, p. 245-250, 2009.
- MOREIRA, P. F. S. D.; SOUZA, D. R.; TERRONES, M. G. H. Avaliação do potencial alelopático do extrato metanólico obtido das folhas de *Caryocar brasiliense* camb. (pequi) na inibição do desenvolvimento da raiz em sementes de *Panicum maximum*. **Biosci. J.**, v. 24, n. 1, p. 74-79, 2008.
- NASCIMENTO, F. C. et al. Acetogeninas de anonáceas isoladas de folhas de *Rollinia laurifolia*. **Química Nova**, v. 26, p. 319-322, 2003.
- OLIVEIRA, S. C. C.; FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Effect of *Solanum lycocarpum* fruit extract on sesame seed germination and seedling growth. **Allelopathy J.**, v. 13, p. 201-210, 2004.
- PERES, M. T. L. P. et al. Potencial alelopático de espécies de Pteridaceae (Pteridophyta). **Acta Bot. Bras.**, v. 18, n. 4, p. 723-730, 2004.
- PIRES, N. M. et al. Atividade alelopática da leucena sobre espécies de plantas daninhas. **Sci. Agric.**, v. 58, n. 1, p. 61-65, 2001.
- PIRES, N. M.; OLIVEIRA, V. R. Alelopatia. In: OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo**. Guaíba: Agropecuária, 2001. p. 145-185.
- PUTNAM, A. R.; DEFRANK, J.; BARNES, J. P. Exploitation of allelopathy for weed control in annual and perennial cropping systems. **J. Chem. Ecol.**, v. 9, n. 8, p. 1001-1010, 1983.
- QIMING, X. et al. Allelopathic activity of volatile substance from submerged macrophytes on *Microcystin aeruginosa*. **Acta Ecol. Sinica**, v. 26, n. 11, p. 3549-3554, 2006.
- REIGOSA, M. J.; SÁNCHEZ-MOREIRAS, A.; GONZÁLEZ, L. Ecophysiological approach in allelopathy. **Crit. Rev. Plant Sci.**, v. 18, n. 5, p. 577-608, 1999.
- SANTANA, D. C. et al. Potencial alelopático de extratos aquosos de *Annona crassiflora*: efeitos sobre *Brachiaria brizantha* e *Glycine max*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 5., 2007, Guarapari. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Agroecologia, 2007. CD-ROM.
- SANTOS, D. Y. A. C.; SALATINO, M. L. F. Foliar flavonoids of Annonaceae from Brazil: taxonomic significance. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 567-573, 2000.
- SAXENA, A.; SINGH, D. V.; JOSHI, N. L. Autotoxic effects of pearl millet aqueous extracts on seed germination and seedling growth. **J. Arid Environ.**, v. 33, n. 2, p. 255-260, 1996.
- SEIGLER, D. S. Chemistry and mechanisms of allelopathy interactions. **Agron. J.**, v. 88, p. 876-885, 1996.



- SHANN, J. R.; BLUM, U. The utilization of exogenously supplied ferulic acid in lignin biosynthesis. **Phytochemistry**, v. 26, n. 11, p. 2977-2981, 1987.
- SILVA, G. B. et al. Potencial alelopático de espécies arbóreas nativas do Cerrado. **Hochnea**, v. 33, n. 3, p. 331-338, 2006.
- SILVA, J. B.; RODRIGUES, T. J. D.; VIEIRA, R. D. Desempenho de sementes de soja submetidas a diferentes potenciais osmóticos em polietilenoglicol. **Ci. Rural**, v. 36, n. 5, p. 1634-1637, 2006.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. Potencial alelopático de plantas acapu (*Vouacapoua americana*): efeitos sobre plantas daninhas de pastagem. **Planta Daninha**, v. 18, n. 3, p. 453-441, 2000.
- SOUZA FILHO, A. P. S. Atividade potencialmente alelopática de extratos brutos e hidroalcoólicos de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*). **Planta Daninha**, v. 20, n. 2, p. 357-364, 2002.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; DUARTE, M. L. R. Atividade alelopática do filtrado de cultura produzido por *Fusarium solani*. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 227-230, 2007.
- SOUZA FILHO, A. P. S.; RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Efeitos do potencial alelopático de três leguminosas forrageiras sobre três invasoras de pastagens. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 32, n. 1, p. 165-170, 1997.
- SOUZA FILHO, A. P. S. Plantas arbóreas e arbustivas com atividade alelopática. In: SOUZA FILHO, A. P. S. **Alelopatia e as plantas**. Belém: Embrapa, 2006. p. 59-76.
- VOLL, E. et al. Competição relativa de espécies de plantas daninhas com dois cultivares de soja. **Planta Daninha**, v. 20, n. 1, p. 17-24, 2002.
- WALLER, G. R.; FEUG, M. C.; FUJII, Y. Biochemical analysis of allelopathic compounds: plants, microorganisms, and soil secondary metabolites. In: INDERJIT-DAKSHINI, K. M. M.; FOY, C. L. (Eds.). **Principles and practices in plant ecology**. Boca Raton: CRC Press, 1999. p. 75-98.

