

# EFEITOS ALELOPÁTICOS DE RESÍDUOS VEGETAIS<sup>1</sup>

FERNANDO SOUSA DE ALMEIDA<sup>2</sup>

**RESUMO** - Os extratos aquosos de diversos materiais vegetais, quando usados como umidificantes em testes de germinação de sementes de espécies silvestres e cultivadas, inibiram a germinação ou o desenvolvimento das plântulas, sendo esses efeitos específicos. Quando usados os extratos na rega de vasos ou os triturados das plantas colocados sobre a terra de vasos ou incorporados, provocaram a inibição de crescimento radicular ou foliar de algumas espécies, evidenciando, em alguns casos, ação sobre a nodulação da soja. Quando, porém, utilizados os extratos como se fossem herbicidas, em aplicações pré ou pós-emergentes, não evidenciaram ação herbicida.

Termos para indexação: herbicidas naturais, germinação de sementes, interferências, cobertura morta, plantio direto.

## ALLELOPATHIC EFFECTS OF VEGETABLE RESIDUES

**ABSTRACT** - The aqueous extracts of different vegetable materials when used as humidifiers in germination tests of wild and cultivated seed species inhibited the germination or the development of seedlings. These effects were specific. When these extracts were used in the irrigation of pots or when the plant husks were placed on the ground surface or incorporated in the soil, they inhibited the root or the foliar development of some species, showing in some cases, effect on soybean nodulation. When the extracts were used as herbicides, in pre or post-emergence applications, they did not show herbicide effect.

Index terms: natural herbicides, seed germination, interference, mulch, no-tillage.

## INTRODUÇÃO

Os seres vivos elaboram substâncias químicas que, uma vez liberadas no ambiente, podem influenciar, de modo benéfico ou prejudicial, outros elementos da comunidade. A este fenômeno, Molisch (1937) deu o nome de alelopatia.

Embora possa a alelopatia ser verificada entre todos os organismos, é nas plantas que ela é mais comum e evidente. É um dos mecanismos de defesa contra patógenos, pragas, herbívoros e outras plantas. Mesmo depois de mortas, as substâncias alelopáticas ainda se mantêm nos seus tecidos, donde são liberadas por volatilização, se forem produtos voláteis, ou por lixiviação, através de orvalho e chuva, se forem solúveis na água, sendo arrastados para o solo, onde, ao atingirem a concentração

necessária, podem influenciar o desenvolvimento dos microrganismos e das plantas que nele se encontram.

Vários autores têm-se referido ao efeito dos resíduos vegetais sobre o desenvolvimento de espécies silvestres e cultivadas. Altieri & Doll (1978) verificaram que a incorporação de *Tagetes patula* na camada superficial do solo afeta a germinação e desenvolvimento de feijão (*Phaseolus vulgaris*), picão-preto (*Bidens pilosa*), *Ipomoea tiliacea*, *Amaranthus dubius*, *Desmodium turtuosum*, *Mormodica charantis* e *Rottboellia exaltata*, mas não a do milho (*Zea mays*) e guanxuma (*Sida* sp.). Segundo Abboud & Duque (1986), a mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*) quando incorporada no solo imediatamente antes da semeadura do feijão, provoca fitotoxicidade na cultura e reduz a produção. A incorporação de resíduos de *Amaranthus palmeri* a 5,0 e 8,5 kg/m<sup>2</sup> reduz severamente o crescimento de cenoura (*Daucus carota*) e cebola (*Allium cepa*) segundo observou Menges (1984).

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 20 de novembro de 1990

<sup>2</sup> Eng.-Agr., Fundação Inst. Agron. do Paraná - IAPAR. Caixa Postal 1331, CEP 86001 Londrina, PR.

Quando, em vez de incorporados, os resíduos vegetais são deixados à superfície do solo, como ocorre no sistema de plantio direto, também alteram a composição quantitativa e específica do complexo florístico. Os lixiviados de palha de trigo foram utilizados por Steinsiek et al. (1982) como umidificantes em ensaios de germinação de *Ipomoea hederacea*, *Abutilon theophrasti*, *Sesbania exaltata*, *Senna obtusifolia* e *Echinochloa crusgalli*; em todas elas a germinação foi inibida, com maior ou menor intensidade. Segundo Putnam & De Frank (1983) os resíduos de sorgo reduzem a população de *Portulaca oleracea* e *Digitaria ischaemum* em 70% e 80%, respectivamente. Mais recentemente, Purvis et al. (1985) estudaram o efeito de coberturas mortas de sorgo, girassol (*Helianthus annuus*), colza (*Brassica napus*), trigo e ervilha (*Pisum sativum*) na germinação e desenvolvimento de plantas daninhas, tendo verificado que todas elas e em especial a de trigo e ervilha, incrementaram a germinação e crescimento de *Avena fatua* e *A. sterilis*; no entanto, as restantes espécies presentes no terreno foram inibidas pelos resíduos dessas culturas, sendo a extensão da inibição dependente do tipo de resíduo.

Ao proceder-se ao presente trabalho tentou-se verificar se os resíduos vegetais utilizados para a formação das coberturas mortas no Brasil e outros com possibilidade de o serem, tinham efeitos alelopáticos sobre as espécies silvestres e cultivadas; procurou-se conhecer a possibilidade de utilizar alguns materiais vegetais de fácil obtenção para formação de coberturas mortas que inibissem o desenvolvimento das infestantes; estudou-se a ação de extratos de resíduos industriais e de plantas silvestres sobre o desenvolvimento de plantas e a possibilidade de serem usados como fontes de herbicidas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Obtenção de triturados

Secou-se o material vegetal em estufa, a 50°C, até peso constante, após o que se triturou em moinho de martelos, equipado com peneira de 0,2 mm. O pó

foi conservado à temperatura ambiente, em saco plástico fechado, até ser usado.

### Obtenção de extratos aquosos

Diluíram-se os triturados em água destilada à concentração desejada e homogeneizaram-se em liquidificador por três minutos; filtraram-se e centrifugaram-se a 1.000 rpm, durante 30 minutos; mantiveram-se em geladeira, a 7°C, até a sua utilização.

### Obtenção de extratos alcoólicos

Em frascos de 250 ml de capacidade, diluíram-se 50 g do triturado em 150 ml de etanol absoluto, etanol a 95% e em água destilada. Puseram-se os frascos em banho-maria (Banho Dubnoff) com água acima do nível do solvente, a 40°C, durante 19 horas, após o que foram centrifugados, por 60 minutos, a 3.000 rpm. Colocaram-se os sobrenadantes das soluções alcoólicas em frascos de Becker e procedeu-se à sua concentração em banho-maria, a 40°C, mantendo a água em nível superior ao do líquido nos frascos, onde permaneceram por 90 horas. Diluiu-se o resíduo obtido com água destilada para se obter volume idêntico ao do extrato aquoso. Mantiveram-se os extratos em geladeira, a 7°C, até serem utilizados.

### Obtenção de extratos concentrados

Prensaram-se as plantas com pressão de 6 t/cm<sup>2</sup> e recolheu-se o líquido obtido que foi usado diretamente, sem prévia filtração.

### Testes de germinação

Colocaram-se as sementes das espécies a testar em gerbox de 11 x 11 x 2 cm, com fundo coberto por duas folhas de papel de filtro umedecido com 10 ml de extrato do material em estudo, dispondo, para cada espécie, de uma testemunha em que se usou água destilada. Colocaram-se em câmara de germinação pelo tempo suficiente para que as plântulas atingissem o desenvolvimento necessário (6 a 10 dias), após o que se contou o número de sementes germinadas e mediu-se o comprimento da radícula e caulículo.

### Testes em vaso

O extrato usado nos testes era constituído por 64% de solo LRd1, de textura argilosa, 21% de esturme de curral e 14% de areia, tendo a mistura sido

esterilizada com brometo de metila. Os vasos de barro tinham dimensões de 13 cm de diâmetro superior e inferior e 15 cm de altura. Os copos de plástico, 9,5 cm de diâmetro superior, 7,5 cm inferior e 11 cm de altura e as caixas de plástico, 54 cm de comprimento, 22 cm de largura e 17 cm de altura.

#### Número de repetições

A não ser quando especificado em contrário, usaram-se quatro repetições nos ensaios.

#### Ensaio 1 - Efeito de extratos aquosos de palhas de diversas coberturas mortas sobre espécies silvestres e cultivadas.

Procedeu-se a ensaios de germinação de sementes das espécies silvestres capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), picão-preto (*Bidens pilosa*) e amendoim-bravo (*Euphorbia heterophylla*), utilizando-se como umidificante extratos aquosos, a 10% p/v, de palha de coberturas mortas recém-formadas de trigo (cv. Tapejara), aveia-preta (cv. RS), centeio (cv. Rhenania), tremoço-branco (cv. Branco-amargo), triticale (cv. Arapotí), nabo-forrageiro (cv. Seletina) e colza (cv. RS).

Das espécies cultivadas testaram-se sementes de algodão (cv. IAC 20), soja (cv. Davis), milho (cv. Dekalb XL 560), feijão (cv. Carioca) e arroz (cv. Cica 8) e extratos aquosos das coberturas mortas anteriormente mencionadas, com exceção dos de triticale e colza, e mais os extratos aquosos de azevém (cv. Welscher), serradela (cv. Batavo) e ervilhaca (cv. Batavo) cujas palhas tinham três meses de formadas.

#### Ensaio 2 - Efeito de resíduos de milho no desenvolvimento de trigo.

Colheram-se plantas de milho (cv. Dekalb XL 560), com 52 dias de idade, numa lavoura do Centro Experimental do IAPAR, Londrina, PR, procurando danificar o menos possível as raízes. Depois de lavadas as plantas com água de torneira, para retirar a terra e poeira, colheram-se as folhas pela bainha e cortou-se a raiz pelo colo. Usaram-se os extratos aquosos, a 10% p/v, desses órgãos em testes de germinação de semente de trigo (cv. Tapejara).

#### Ensaio 3 - Efeitos alelopáticos de folha e fruto de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) e de farelo de mamona (*Ricinus communis*).

Colheram-se folhas e frutos de eucalipto de uma árvore localizada no Centro Experimental do

IAPAR, Londrina, PR, e farelo de mamona numa fábrica de extração de óleo dessa cidade. Prepararam-se extratos aquosos desse material a 5%, 10% e 15% que se utilizaram em testes de germinação de sementes de picão-preto, picão-branco (*Galinsoga parviflora*) e capim-carrapicho.

Em copos de plástico contendo terra, semeou-se, à profundidade de 0,5 cm, caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus*) e capim-carrapicho. Na primeira rega utilizaram-se os extratos citados, exceto no tratamento testemunha, que recebeu água de torneira. Utilizou-se essa água nas regas seguintes em todos os tratamentos. Aos quinze dias determinou-se o número de plantas emergidas.

Colocaram-se triturados desses materiais, às doses de 200, 400 e 600 kg/ha, sobre o solo contido em copos de plástico, no dia, e cinco dias após a semeadura de caruru-gigante, picão-branco e capim-carrapicho, deixando como testemunhas vasos sem cobertura de triturados. Fez-se a semeadura à profundidade de 0,5 cm e a rega diária com água de torneira. Aos quinze dias contaram-se as plantas emergidas. Repetiu-se o ensaio de triturados de folha de eucalipto colocados sobre o solo, à dose de 400 kg/ha, no dia em que se semeou apaga-fogo (*Alternanthera tenella*), picão-preto, capim-colchão (*Digitaria horizontalis*) e capim-marmelada.

Pulverizou-se extrato concentrado de folha de eucalipto na pré-emergência das quatro espécies mencionadas anteriormente, semeadas a 0,5 cm em solo contido em copos de plástico. Utilizou-se 1 ml do extrato por copo. Dispunha-se de testemunha não pulverizada. Avaliou-se a fitotoxicidade aos 5, 7, 10 e 15 dias após a emergência.

Procedeu-se, com o mesmo extrato concentrado, à pulverização pós-emergente, na dose de 200 l/ha, na presença de luz (de manhã) e na ausência (no início da noite), sobre as mesmas espécies, quando as dicotiledôneas se encontravam na fase cotiledonar e as gramíneas na de duas folhas. As testemunhas não foram pulverizadas. Aos 5, 7, 10 e 15 dias depois do tratamento determinou-se a fitotoxicidade.

#### Ensaio 4 - Efeitos alelopáticos de casca de café.

A casca de café foi cedida pela Fábrica Cacique, em Londrina, PR. Obteve-se extrato em etanol, etanol a 95% e extrato aquoso, todos a 10% p/v, que se utilizaram em testes de germinação de capim-carrapicho, amendoim-bravo, caruru-gigante, capim-colchão, picão-preto, capim-marmelada e guanxuma (*Sida rhombifolia*).

Pulverizaram-se esses mesmos extratos em pós-emergência, à temperatura ambiente e aquecidos a 60°C, na presença e ausência de luz, à dose de 200 l/ha, em plântulas de caruru-gigante, picão-preto, apaga-fogo, capim-colchão e capim-marmelada, quando as dicotiledôneas se encontravam na fase cotiledonar e as gramíneas na de duas folhas. Aos 5, 7, 10 e 15 dias depois do tratamento, determinou-se fitotoxicidade. Disponha-se para cada espécie de testemunha não pulverizada.

Utilizou-se casca de café como se fosse cobertura morta, espalhando-a sobre terreno previamente capinado, em parcelas de 3,0 x 5,0 m, à razão de 500, 1.000, 3.000 e 5.000 kg/ha. Na testemunha não se aplicou casca de café. Aos 15, 20 e 30 dias avaliou-se a eficácia de controle de infestantes, proporcionada pelos tratamentos.

**Ensaio 5 - Efeitos alelopáticos de losna-brava (*Artemisia verlotorum*), tiririca (*Cyperus rotundus*), rubim (*Leonurus sibiricus*), grama-seda (*Cynodon dactylon*) e figueira-do-inferno (*Datura stramonium*).**

Colheu-se a parte aérea das espécies mencionadas, no Centro Experimental do IAPAR, em Londrina, PR, das quais se obteve extrato concentrado. O de losna-brava empregou-se em teste de germinação de sementes de milho (cv. Dekalb XL 560), soja (cv. Davis), feijão (cv. Carioca), picão-branco, guanxuma, caruru-gigante, capim-carrapicho, picão-preto e corda-de-viola (*Ipomoea aristolochiaefolia*).

Empregou-se este extrato e o das restantes espécies em pulverização pós-emergente, a que se adicionou, ou não, o adjuvante Tenac ou Spray Oil 90 EC, ambos a 1%, na presença ou ausência de luz, em plântulas de caruru-gigante, apaga-fogo, picão-preto e capim-marmelada, usando a metodologia já descrita.

**Ensaio 6 - Efeito alelopático de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) sobre soja (*Glycine max*).**

Colheu-se a parte aérea de capim-marmelada, no estádio de florescimento, no Centro Experimental do IAPAR, Londrina, PR, e obtiveram-se extratos aquosos, da parte aérea, a 1%, 5%, 10% e 13,3% p/v. Semearam-se, em copos de plástico contendo solo, cinco sementes de soja (cv. Paraná Goiano), à profundidade de 3 cm. Regaram-se os copos, em dias alternados, com 50 ml de extrato, deixando testemunhas regadas com água de torneira. Depois da

emergência desbastou-se a soja para três plantas por copo. Aos 19 dias determinou-se em três repetições a biomassa seca da parte aérea e subterrânea da soja, e aos 45 dias, fez-se, em outras quatro repetições, a mesma avaliação, e também, da altura da soja e número, e peso total e unitário dos nódulos radiculares.

Misturou-se com solo, o triturado de plantas inteiras de capim-marmelada, à concentração de 1%, 2%, 4%, 8% e 16% p/p, com o que se encheram vasos de barro. Semeou-se em cada um, cinco sementes de soja (cv. Paraná Goiano) que, quando da emergência, se desbastou para três. Como testemunha usou-se solo sem incorporação de triturado. Na rega diária usou-se água de torneira. Aos 15, 30 e 45 dias após a semeadura, determinou-se a biomassa seca da raiz e da parte aérea da soja; aos 15 dias também o comprimento radicular e aéreo, e aos 45 dias o número, peso total e unitário dos nódulos radiculares.

Num terreno do Centro Experimental do IAPAR, em Londrina, PR, com alta infestação de capim-marmelada, instalou-se, durante dois anos, um ensaio com parcelas de 2 x 3 m, onde se deixou desenvolver 0, 1, 2, 4, 8, 16 plantas/m<sup>2</sup> e densidade natural dessa gramínea. Quando atingiu a fase de florescimento procedeu-se à formação de cobertura morta, matando as plantas com glyphosate a 0,72 kg/ha. Semeou-se soja (cv. Davis), com semeadora de plantio direto, em toda a área. Avaliou-se a fitotoxicidade na soja durante todo o seu ciclo, e a produção de grão.

**Ensaio 7 - Separação do efeito competitivo e alelopático do capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) sobre a soja (*Glycine max*).**

Em caixas de plástico colaram-se divisórias transversais de estanho, de 2 mm de espessura, ou de espuma de plástico, de 3 mm e densidade 20, que as dividiram ao meio, deixando outras sem essa separação. Colaram-se as divisórias às paredes das caixas de forma que, na de estanho não se permitisse a passagem de líquido e raízes de uma metade para a outra, e na de espuma, que se permitisse a passagem de líquidos mas não a de raízes. Encheram-se as caixas com terra e semeou-se, numa das metades, capim-marmelada e, 10 dias mais tarde, soja (cv. Paraná Goiano) na outra metade. Procedeu-se à rega diária com água de torneira, e quando da emergência, desbastou-se para três plantas de cada uma das espécies. Aos 45 dias depois da semeadura retiraram-se das caixas as plantas de capim-marmelada e

de soja e lavaram-se as raízes. Cortaram-se os nódulos radiculares da soja e pesaram-se. Cortaram-se as plantas ao nível do colo e secaram-se em estufa para determinação da biomassa seca da raiz e da parte aérea.

Pressupôs-se que nas caixas com divisória impermeável, em que a solução do solo ficou confinada em cada compartimento, assim como as raízes das duas espécies, não haveria competição nem efeitos alelopáticos. A divisória de espuma de borracha permitia a percolação da solução do solo, e conseqüentemente, de possíveis substâncias alelopáticas liberadas pelas raízes, mas estas manter-se-iam isoladas em cada compartimento. Nesta situação, poder-se-iam verificar efeitos alelopáticos entre as duas espécies, mas não competição. Nos tabuleiros sem divisória, obter-se-iam resultados acumulativos de alelopatia e competição, caso eles se revelassem. Os dados numéricos obtidos nos tabuleiros com divisória impermeável, se subtraídos dos com divisória de espuma, evidenciariam os efeitos alelopáticos entre as duas espécies; se subtraídos dos tabuleiros sem divisória revelariam os efeitos acumulativos de competição e de alelopatia. A diferença entre os dois resultados isolaria os efeitos de competição.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Ensaio 1 - Efeito de extratos aquosos de palhas de diversas coberturas mortas sobre espécies silvestres e cultivadas.

Os resultados dos testes de germinação de sementes de espécies silvestres em que se usou como umidificante extrato aquoso, a 10% p/v, de palhas de diversas coberturas mortas encontram-se na Tabela 1. A semente de picão-preto foi infestada por um fungo, o que impediu a medição da radícula e caulículo das plântulas.

Pela análise dos dados verifica-se que o extrato aquoso de palha de trigo afetou o desenvolvimento radicular de amendoim-bravo; o de aveia, o crescimento da radícula de capim-marmelada, capim-carrapicho e amendoim-bravo e do caulículo desta última espécie; o de centeio, o número de sementes germinadas de picão-preto, o comprimento da radícula de capim-marmelada e de amendoim-bravo e do caulículo destes; o de tremoço

TABELA 1. Influência de extratos aquosos de diversos materiais vegetais na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de espécies silvestres (médias de quatro repetições).

Extratos	Número de sementes germinadas				Comprimento (cm) da radícula				Comprimento (cm) do caulículo			
	Capim-marmelada	Capim-carrapicho	Amendoim-bravo	Picão-preto	Capim-marmelada	Capim-carrapicho	Amendoim-bravo	Picão-preto	Capim-marmelada	Capim-carrapicho	Amendoim-bravo	Picão-preto
Testemunha	6,7 a	15,7 a	30,5 ab	14,5 a	4,9 a	9,1 a	7,4 a		5,3 a	5,8 a	5,1 a	
Trigo	5,0 a	13,5 a	33,0 a	7,5 ab	4,2 a	7,7 a	4,2 b		4,8 a	6,6 a	4,8 a	
Aveia	4,3 a	12,3 a	34,2 a	6,0 ab	1,7 c	0,7 c	0,8 cd		3,3 a	5,4 a	2,7 c	
Centeio	5,8 a	10,0 ab	33,5 a	2,7 b	1,5 c	3,2 b	1,2 c		5,0 a	6,2 a	3,4 b	
Tremoço	1,3 b	1,0 c	33,7 a	0	0	0,1 c	0,3 d		0	0,4 b	2,3 c	
Triticale	7,8 a	12,0 a	32,7 a	5,5 ab	3,8 b	3,5 b	1,2 c		5,1 a	6,4 a	3,4 b	
Nabo-forrageiro	1,5 b	9,3 ab	29,0 ab	0	0,6 c	0,9 c	0,5 d		2,3 a	4,9 a	3,0 bc	
Colza	0	3,3 bc	23,0 b	0	0	0,1 c	0,1 d		0	1,6 b	0,1 d	
C.V.	10,3	11,4	8,5	9,7	12,3	9,6	11,5		12,3	8,3	9,9	

As médias de uma coluna com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

afetou a germinação de todas as espécies, com exceção de amendoim-bravo, e o desenvolvimento das respectivas plântulas; o de triticale, reduziu o crescimento da radícula de capim-marmelada e de amendoim-bravo assim como o caulículo deste último; o de nabo-forrageiro, afetou a germinação de capim-marmelada, anulou a de picão-preto, reduziu o crescimento radicular de capim-marmelada, capim-carrapicho e amendoim-bravo, e o do caulículo deste; o de colza inibiu completamente a germinação de capim-marmelada e de picão-preto, reduziu a de capim-carrapicho e de amendoim-bravo, e nestes, quase que completamente, o desenvolvimento tanto da radícula quanto do caulículo.

Com este ensaio pretendia-se verificar se as coberturas mortas mais usadas em plantio direto pelos agricultores do Paraná e outras com possibilidade de o virem a ser, possuíam aleloquímicos com poder inibidor da germinação de sementes e do desenvolvimento das respectivas plântulas, de algumas espécies silvestres comuns nos campos de lavoura. Este fato é mencionado por diversos autores (Guenzi et al. 1967, Kimber 1967, Cochran et al. 1977, Steinsiek et al. 1982). Os resultados obtidos confirmam esses dados e, também, que o efeito alelopático dessas coberturas mortas é específico tanto em relação às palhas donde provêm, quanto às espécies sobre as quais atuam.

Na Tabela 2 apresenta-se o resultado dos testes de germinação de sementes de espécies cultivadas, em que se usou como umidificante o extrato aquoso de palhas de diversas coberturas mortas.

Verifica-se que, com exceção da palha de azevém, serradela e ervilhaca, todas as restantes influenciaram a germinação da semente ou o desenvolvimento da plântula de alguma das espécies testadas. O fato de os extratos daquelas espécies não terem evidenciado efeitos alelopáticos pode ser motivado por terem sido obtidos de material que tinha sido cortado já há três meses.

A influência das coberturas mortas sobre as culturas que nele são instaladas tem sido men-

**TABELA 2. Influência de extratos aquosos de diversos materiais vegetais na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de espécies cultivadas (médias de quatro repetições).**

Extratos	Número de sementes germinadas								Comprimento (cm) da radícula								Comprimento (cm) do caulículo																								
	Algodão		Soja		Milho		Feijão		Arroz		Algodão		Soja		Milho		Feijão		Arroz		Algodão		Soja		Milho		Feijão		Arroz												
Testemunha	22,7 a	25,0 a	24,5 a	24,7 a	24,7 a	24,5 a	24,7 a	24,5 a	24,7 a	24,5 a	6,7 a	11,5 a	10,4 a	11,8 a	8,5 ab	3,4 a	5,0 ab	5,2 a	6,2 bc	4,0 a	4,7 c	25,0 a	23,5 ab	24,5 a	24,5 a	24,7 a	24,5 a	24,7 a	24,5 a	24,7 a	24,5 a	6,0 bc	6,0 bc	5,5 abc	5,9 c	0,9 c	0,1 c	0,7 c	1,5 cd	1,2 d	3,0 a
Aveia	17,7 b	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	3,7 b	8,6 ab	8,5 ab	9,0 b	1,9 c	1,1 bc	1,7 c	2,8 bc	2,9 d	3,5 a	3,0 c	24,7 a	23,5 ab	24,5 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	3,2 c	3,2 c	4,6 bc	3,8 c	0,2 c	0,1 c	0,9 c	1,5 cd	1,3 d	3,0 a	
Centeio	1,0 c	23,2 b	21,2 b	24,2 a	24,2 a	24,2 a	24,2 a	24,2 a	24,2 a	24,2 a	0,1 c	0	0	0,5 d	0	0	1,2 c	0,4 d	0,8 d	0,1 b	21,0 ab	24,7 a	25,0 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	2,1 ab	2,1 ab	10,4 a	11,2 ab	10,3 a	0	0	1,3 c	1,0 d	1,4 b	
Nabo-forrageiro	1,0 c	25,0 a	24,5 a	24,2 a	24,2 a	24,2 a	24,2 a	24,2 a	24,2 a	24,2 a	0	0	0,2 c	0,5 d	0	0	1,3 c	0,4 d	0,8 d	0,1 b	21,0 ab	24,7 a	25,0 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	2,6 ab	2,6 ab	9,1 ab	12,8 a	9,1 ab	0	0	4,2 ab	4,6 a	5,3 c	2,9 a
Tremoço	21,7 ab	25,0 a	24,7 a	24,5 a	24,5 a	24,5 a	24,5 a	24,5 a	24,5 a	24,5 a	5,6 ab	11,4 a	10,4 a	11,2 ab	10,3 a	2,1 ab	4,2 ab	4,6 a	5,3 c	2,9 a	21,0 ab	24,7 a	25,0 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	2,6 ab	2,6 ab	9,1 ab	12,8 a	9,1 ab	0	0	5,4 a	4,1 ab	8,8 a	4,1 a
Azevém	21,0 ab	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	6,2 a	1,5 a	6,6 ab	12,8 a	9,1 ab	2,6 ab	5,4 a	4,1 ab	8,8 a	4,1 a	21,0 ab	24,7 a	25,0 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	24,7 a	2,6 ab	2,6 ab	9,1 ab	12,8 a	9,1 ab	0	0	3,6 ab	3,6 ab	8,2 ab	3,6 a
Serradela	22,7 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	5,9 ab	10,0 a	8,3 ab	12,2 a	7,3 b	2,6 ab	3,5 b	3,6 ab	8,2 ab	3,6 a	22,7 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	25,0 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a	10,0 a		
Ervilhaca	15,4	9,2	10,6	16,2	14,3	13,2	15,4	10,5	9,3	15,2	13,1	8,4	9,1	10,4	12,7																										

As médias de uma coluna com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

cionada por diversos autores. Assim, McCalla & Army (1961) observaram que, em plantio direto, as produções de trigo eram inferiores às obtidas em plantio convencional e atribuíram este fato à ação de aleloquímicos contidos na matéria vegetal da cobertura morta. Este fato foi posteriormente confirmado por Cochran et al. (1977), no nordeste dos EUA, que observou quebras na produção de até 25% no trigo instalado em cobertura morta da mesma cultura e que essa redução estava relacionada com a precipitação e quantidade de resíduos da cultura do ano anterior.

### Ensaio 2 - Efeito de resíduos de milho no desenvolvimento do trigo.

Pelo teste de germinação de semente de trigo em que se usou como umidificante extrato aquoso de folha, colmo e raiz de milho (Tabela 3) pode deduzir-se que este não possui aleloquímicos que inibam o desenvolvimento do trigo. O único efeito que se evidenciou foi o de estímulo no desenvolvimento do caulículo de trigo provocado pelo extrato de folha de milho.

Assim, o efeito observado em lavouras de plantio direto de trigo, instaladas em cobertura morta de milho, em que o crescimento inicial é desuniforme, deve-se atribuir a outros fatores que não o da ação alelopática do milho. Uma

**TABELA 3.** Influência de extratos aquosos de milho na germinação e desenvolvimento de plântulas de trigo (médias de quatro repetições).

Extratos	Nº sementes germinadas	Comprimento (cm)	
		Radícula	Caulículo
Testemunha	22,7 a	14,1 a	9,8 b
Folha	22,0 a	13,5 a	14,1 a
Colmo	22,5 a	10,5 a	9,7 b
Raiz	20,5 a	9,1 a	10,4 b
C.V.	13,7	15,6	9,5

As médias de uma coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

das razões pode ser a desuniformidade de profundidades de colocação da semente, resultante da dificuldade dos discos da semeadora em cortar o restolho de milho.

Este resultado está em desacordo com os obtidos por Guenzi et al. (1967). Em testes de germinação de semente de trigo, semelhantes aos descritos neste trabalho, em que usaram extratos aquosos de palha de milho, verificaram a ocorrência de efeitos alelopáticos sobre o trigo por um período de 22 semanas após o corte.

### Ensaio 3 - Efeitos alelopáticos de folhas e frutos de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) e de farelo de mamona (*Ricinus communis*).

A Tabela 4 apresenta o resultado de testes de germinação de algumas espécies silvestres, quando foi usado como umidificante o extrato aquoso de folha e fruto de eucalipto e de farelo de mamona, em três concentrações.

O capim-carrapicho não foi afetado pelos extratos. Picão-preto e picão-branco mostraram-se sensíveis; os extratos reduziram, pelo menos em algumas concentrações, o número de sementes germinadas e o comprimento da radícula e caulículo, com exceção do extrato de fruto de eucalipto, que não afetou significativamente o comprimento da radícula destas duas espécies.

Estes resultados estão em conformidade com os obtidos por Al-Mousawi & Al-Naib (1975) que demonstraram ser a redução da densidade de vegetação herbácea que se verifica debaixo das copas de *Eucalyptus microtheca*, decorrente, não da alteração de umidade do solo, nutrientes ou sombreamento, mas, principalmente, da ação de substâncias alelopáticas liberadas pelas folhas vivas e mortas. Em trabalho posterior, Al-Mousawi & Al-Naib (1976) identificaram esses aleloquímicos como sendo pineno, canfeno e cineolo, os mesmos detectados anteriormente por Del-Moral & Müller (1969) em *E. globulus*.

Estes processos para demonstrar que o extrato de algumas plantas têm efeitos alelopáticos sobre a germinação de sementes de outras

espécies ou sobre o desenvolvimento das respectivas plântulas, têm sido amplamente usados por diversos autores (Muller 1975, Sugha 1979, Chou & Waller 1980, Simkins 1983, Leather 1983, Castro et al. 1983, Bradow 1984, Coelho 1986. Isto não prova mais do que a existência de substâncias alelopáticas no material vegetal, não se podendo, porém, inferir que em condições de campo elas se manifestem.

Assim, deu-se continuidade ao estudo destes materiais simulando o que ocorreria em condições de lavoura, se fossem colocados na superfície do solo os aleloquímicos neles contidos, lixiviados para o terreno por ação da chuva. Usaram-se extratos aquosos, com os quais se regaram, uma única vez, os vasos em que se semearam caruru-gigante e capim-carrapicho.

Verificou-se que a rega com extrato de folha de eucalipto a 10% e 15% p/v, inibiu completamente a germinação do caruru-gigante, e a concentração mais alta, reduziu a emergência de capim-carrapicho. A do fruto

de eucalipto, a 10% e 15%, reduziu a emergência do capim-carrapicho, e a concentração maior também a do caruru-gigante (Tabela 5). Os extratos de farelo de mamona não tiveram efeito sobre estas espécies.

Continuando o estudo destes materiais, simulou-se a situação de serem estes triturados e usados como cobertura morta, colocando-os sobre o solo contido em vasos. A influência sobre o número de plantas emergidas foi pouco pronunciada (Tabela 6). O de capim-carrapicho e de picão-branco não foram significativamente afetados e o de caruru-gigante, foi reduzido apenas pela dose maior de triturado de fruto de eucalipto colocado sobre o solo cinco dias depois da semeadura.

Prosseguindo nesta linha de pesquisa, repetiu-se o ensaio de triturados de folha de eucalipto, à dose de 400 kg/ha, no dia em que se semeou caruru-gigante, apaga-fogo, picão-preto, capim-colchão e capim-marmelada. Confirmaram-se os resultados anteriores de nenhuma das espécies se mostrar suscetível ao tratamento.

TABELA 4. Número de sementes germinadas, comprimento (cm) da radícula e do caulículo das espécies indicadoras no ensaio de germinação com extratos aquosos de folha e fruto de eucalipto e de farelo de mamona (médias de quatro repetições).

Extratos	Picão-preto			Picão-branco			Capim-carrapicho		
	Germinação	Radícula	Caulículo	Germinação	Radícula	Caulículo	Germinação	Radícula	Caulículo
Testemunha	41 a	1,5 ab	4,1 a	34 a	0,8 a	1,4 a	8 a	1,5 bc	1,5 b
Folha de eucalipto									
5%	11 de	1,5 ab	1,2 bcd	24 ab	0,9 a	0,9 b	8 a	4,2 a	2,9 ab
10%	1 e	0,9 bc	1,0 cd	9 cd	0,3 bc	0,5 bc	6 a	2,6 abc	3,2 ab
15%	1 e	0,3 c	0,3 d	4 d	0,3 bc	0,4 bc	6 a	1,7 abc	3,5 ab
Fruto de eucalipto									
5%	23 bcd	2,4 a	2,1 b	25 ab	0,8 a	0,7 bc	7 a	2,9 abc	3,3 ab
10%	29 ab	2,4 a	1,9 bc	20 abc	0,9 a	0,8 bc	8 a	4,1 a	4,9 a
15%	23 bcd	1,5 ab	1,3 bcd	14 bcd	0,8 a	0,7 bc	6 a	3,9 ab	3,6 ab
Farelo de mamona									
5%	26 bcd	0,6 bc	3,8 a	27 ab	0,5 ab	0,5 bc	8 a	4,0 ab	4,6 a
10%	27 abc	0,7 bc	3,8 a	26 ab	0,4 bc	0,5 bc	7 a	3,5 abc	4,5 a
15%	13 cde	0,2 c	2,1 b	17 bcd	0,1 c	0,4 c	4 a	1,0 c	3,7 ab
C.V.	9,3	11,2	10,5	9,9	8,9	12,3	15,4	11,2	9,5

As médias de uma coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



Utilizando-se extrato concentrado de folha de eucalipto, como se se tratasse de herbicida, em aplicação pré-emergente, em vasos onde se semeara as mesmas espécies, nenhuma delas evidenciou sintomas de fitotoxicidade.

Procedendo-se, com o mesmo extrato concentrado, a aplicações pós-emergentes, na presença e na ausência de luz, sobre as mesmas espécies, não houve qualquer reação nas plantas em estudo. Este resultado prova que os aleloquímicos contidos na folha de eucalipto não pertencem ao grupo do ácido aminolevúlico e seus relacionados. Segundo Rebeiz et al. (1984) estes produtos químicos têm a capacidade de aumentar a capacidade de biossíntese dos tetrapirróis nos tecidos das plantas. Estes, na presença de luz, depois de um período de escuridão, convertem o oxigênio triplo (302)

**TABELA 5.** Número de plantas emergidas quando se utilizou extrato aquoso de folha e fruto de eucalipto e de farelo de mamona na rega de vasos semeados com caruru-gigante e capim-carrapicho (médias de quatro repetições).

Extratos	Caruru-gigante	Capim-carrapicho
Testemunha	10,7 a	18,0 a
Folha de eucalipto		
5%	2,3 ab	9,7 ab
10%	0	8,3 ab
15%	0	4,7 b
Fruto de eucalipto		
5%	1,7 ab	13,0 ab
10%	2,7 ab	3,0 b
15%	0,3 b	4,7 b
Farelo de mamona		
5%	7,3 ab	20,3 a
10%	11,0 a	17,7 a
15%	7,0 ab	20,3 a
C.V.	13,2	10,5

As médias de uma coluna com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

em oxigênio simples (102), que é um potente oxidante, que oxida rapidamente as lipoproteínas das membranas celulares; como resultado, as membranas são destruídas, o conteúdo celular extravasa, as plantas perdem a turgidez e morrem.

Uma vez que os resultados obtidos foram pouco promissores decidiu-se encerrar o estudo destes materiais.

#### Ensaio 4 - Efeitos alelopáticos de casca de café.

O resultado do teste de germinação de diversas espécies silvestres em que se usaram como umidificantes extratos alcoólicos e aquosos de casca de café, encontram-se na Tabela 7. Com exceção de amendoim-bravo, a germinação das espécies restantes foi completamente inibida, e, no caso de capim-carrapicho, seriamente comprometida.

Confirmaram-se, assim, os resultados obtidos por Rizvi et al. (1980) que testaram extratos de 49 espécies pela sua atividade herbicida em caruru-de-espinho (*Amaranthus spinosus*). Desses, o extrato etanólico de folhas e sementes de café arábica (*Coffea arabica*), evidenciou-se o mais potente o que levou os autores a considerar esse material como possível fonte de herbicida natural.

A utilização de folha ou fruto de café como fornecedores de aleloquímicos é pouco prática ou cara; pelo que procurou-se conhecer o comportamento do tegumento da semente, subproduto da indústria, como fonte de substâncias alelopáticas e seu efeito sobre espécies silvestres.

Querendo-se verificar a hipótese levantada por aqueles autores quanto à sua possível utilização como herbicidas naturais, aplicaram-se extratos alcoólicos e aquosos, à temperatura ambiente e aquecidos a 60°C, na presença e ausência de luz, em pós-emergência, em diversas espécies indicadoras, encontrando-se as dicotiledôneas no estágio cotiledonar e as gramíneas no de duas folhas. Apenas o caruru-gigante apresentou ligeiros sintomas de fitotoxicidade, traduzidos por morte dos tecidos do

**TABELA 6.** Número de plântulas emergidas no ensaio de triturados de folha e fruto de eucalipto e farelo de mamona colocados sobre a terra de vasos no dia da semeadura e cinco dias depois (médias de quatro repetições).

Triturados (kg/ha)	Caruru-gigante dds		Picão-branco dds		Capim-carrapicho dds	
	0	5	0	5	0	5
Testemunha	13 abc	16 ab	9 a	13 ab	24 ab	7 a
Folha de eucalipto						
200	7 bc	19 a	14 a	17 a	21 ab	5 a
400	7 bc	14 abc	18 a	9 ab	27 ab	8 a
600	5 c	10 bc	10 a	3 b	25 ab	4 a
Fruto de eucalipto						
200	10 abc	19 a	10 a	15 ab	27 ab	6 a
400	5 c	16 ab	12 a	11 ab	18 b	9 a
600	8 abc	8 c	15 a	7 ab	25 ab	10 a
Farelo de mamona						
200	17 ab		21 a		28 a	
400	15 abc		19 a		24 ab	
600	19 a		13 a		25 ab	
C.V.	10,5	13,4	11,4	15,3	9,5	15,0

dds: dias depois da semeadura; as médias de uma coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**TABELA 7.** Percentagem de sementes germinadas usando como umidificante água ou extratos aquosos de etanol PA e etanol 95%, a 10%, de casca de café (médias de quatro repetições).

Espécies	Teste- munha	Extrato		
		Etanol PA	Etanol 95%	Aquoso
Capim-carrapicho	62	0	8	2
Amendoim-bravo	61	83	11	17
Caruru-gigante	78	0	0	0
Capim-colchão	29	0	0	0
Picão-preto	93	0	0	0
Guanxuma	46	0	0	0
Capim-marmelada	18	0	0	0

ápice da folha cotiledonar e manchas necróticas no limbo, o que não impediu a formação normal das folhas verdadeiras e o desenvolvimento das plantas.

O fato de o comportamento das pulverizações pós-emergentes dos extratos não se modificar quando aplicados na presença e ausência da luz e à temperatura ambiente e aquecidos, elimina a hipótese de conterem ácido aminolevúlico, pela razão já apresentada anteriormente e também porque sendo ele de cadeia aberta, pelo aquecimento, poder-se-ia fechar, dando origem a tetrapirrol, com o conseqüente efeito sobre as lipoproteínas das membranas celulares.

Eliminou-se, portanto, a hipótese de utilizar-se este material como fonte de herbicida natural.

Sendo o cafeeiro tão rico em aleloquímicos, os resultados negativos obtidos quando se usaram os extratos como herbicida natural, podem ser explicados pela degradação quase imediata a que estes produtos são submetidos, logo depois de serem liberados (Einhellig 1985). Por isso, tentou-se ainda utilizá-los como cobertura morta, espalhando-se casca de café sobre o terreno, em condições de campo, na expectativa de que os lixiviados fossem percolados para o solo e atuassem sobre as sementes e plântulas silvestres. Não se obteve alteração quantitativa ou qualitativa da flora que nele se desenvolveu.

**Ensaio 5 - Efeitos alelopáticos de losna-brava (*Artemisia verlotorum*), tiririca (*Cyperus rotundus*), rubim (*Leonurus sibiricus*), grama-seda (*Cynodon dactylon*) e figueirado-inferno (*Datura stramonium*).**

O efeito do extrato concentrado de losna-brava, quando usado em testes de germinação de sementes de espécies silvestres e cultivadas, encontra-se na Tabela 8.

Verifica-se que tiveram efeito ou na germinação ou no desenvolvimento de todas as espécies, se bem que apenas o capim-carrapicho tivesse sido totalmente eliminado.

Quando se usaram os extratos concentrados desta e das restantes espécies em pulverização pós-emergente sobre espécies indicadoras, não se evidenciaram sintomas de fitotoxicidade em nenhuma delas.

Eliminou-se por isso a hipótese de utilizar estes materiais como fonte fornecedora de herbicidas naturais.

**Ensaio 6 - Efeito alelopático de capim-marmelada (*Brachiaria plantaginea*) sobre a soja (*Glycine max*).**

Quando se regou, em dias alternados, o solo contido em vasos, em que se cultivou soja, com extrato aquoso de capim-marmelada, a emergência e o desenvolvimento inicial da soja não foram prejudicados, mas, aos 45 dias, o extrato, às concentrações de 10% e 13,3%, reduziu a biomassa seca da raiz e, à de 13,3%,

também a da parte aérea e a altura das plantas (Tabela 9).

O fato de a ação dos extratos só se verificar aos 45 dias e apenas nas concentrações mais elevadas pode explicar-se por só nessas condições terem atingido a concentração, no solo, suficiente para afetar as plantas. Segundo

**TABELA 8. Influência de extratos concentrados de losna-brava na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de diversas espécies (médias de quatro repetições).**

Planta indicadora	Nº sementes germinadas	Comprimento (cm)	
		Radícula	Caulículo
Milho			
Água	16,0 a	7,6 a	3,2 a
Extrato	16,0 a	1,3 b	1,9 b
C.V.	15,3	8,6	10,1
Soja			
Água	16,0 a	8,3 a	1,6 a
Extrato	6,3 b	2,2 b	1,3 a
C.V.	8,9	8,6	10,3
Feijão			
Água	16,0 a	9,1 a	1,9 a
Extrato	15,0 a	3,5 b	1,7 a
C.V.	13,4	15,3	9,2
Picão-branco			
Água	29,5 a	0,8 a	1,3 a
Extrato	3,3 b	0,4 a	0,3 b
C.V.	12,1	12,5	10,3
Guanxuma			
Água	9,5 a	1,7 a	1,6 a
Extrato	4,0 a	0,7 b	0,6 a
C.V.	13,4	9,1	8,7
Caruru-gigante			
Água	25,0 a	1,7 a	1,9 a
Extrato	8,7 b	0,9 b	1,5 a
C.V.	8,7	10,2	9,3
Corda-de-viola			
Água	12,0 a	2,9 a	4,6 a
Extrato	4,3 b	1,4 b	0,7 b
C.V.	13,5	9,1	9,7
Capim-carrapicho			
Água	3,5		
Extrato	0		
Picão-preto			
Água	4,0 b	2,8 a	3,5 a
Extrato	19,3 a	0,6 b	0,7 b
C.V.	12,3	14,2	9,3

**TABELA 9. Biomassa seca (g) da raiz e da parte aérea de três plantas de soja e altura (cm) quando os vasos foram regados com extrato aquoso de capim-marmelada.**

Concentração do extrato	Biomassa seca (g)				Altura (cm)
	Radicular		Parte aérea		
	19 dias (1)	45 dias (2)	19 dias (1)	45 dias (2)	45 dias (2)
Testemunha	0,39 a	0,73 a	0,93 b	3,15 a	36,60 a
1,0%	0,36 a	0,67 a	1,00 ab	3,07 a	36,43 a
5,0%	0,43 a	0,63 ab	1,21 a	3,26 a	38,87 a
10,0%	0,47 a	0,59 b	1,25 a	3,11 a	35,25 a
13,3%	0,43 a	0,45 b	1,21 a	2,18 b	26,80 b
C.V.	12,4	15,3	15,2	10,5	9,1

As médias de uma coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; 1) média de 3 repetições; 2) média de 4 repetições.

Putnam & Duke (1978), as substâncias aleloquímicas, para atuarem sobre os organismos, necessitam atingir a concentração mínima no meio ambiente a que elas são suscetíveis.

Pôde-se observar que os tratamentos alteraram a cor das raízes. Enquanto, na testemunha, onde se usou água de torneira na rega, era marrom-clara, escureceu gradualmente à medida que se aumentou a concentração do extrato, até atingir, na concentração máxima de 13,3%, a tonalidade marrom-escuro.

A nodulação das raízes de soja também foi afetada (Tabela 10). Tanto o número total dos nódulos, quanto o peso unitário destes, reduziram-se gradativamente até que, às concentrações de 10% e 13,3%, inibiram completamente a sua formação.

O efeito alelopático de algumas espécies no desenvolvimento de *Rhizobium* nas leguminosas e, portanto, na sua nodulação, foi observado por alguns autores. Murthy & Ravindra (1974) e Murthy & Nagodra (1977) verificaram que *Aristida adscensionis*, que se encontra freqüentemente associada a *Indigofera cordifolia*, reduz a nodulação desta e também que os seus extratos aquosos inibem o desenvolvimento de *Rhizobium* isolado dos seus nódulos e de *Azobacter* do solo.

**TABELA 10. Número, peso total e unitário (mg) dos nódulos radiculares de três plantas de soja aos 45 dias quando os vasos foram regados com extrato de capim-marmelada (média de quatro repetições).**

Concentração do extrato	Número de nódulos	Peso dos nódulos (mg)	Peso unitário (mg)
Testemunha	27,25 a	56,00 a	1,96 a
1,0%	20,75 a	23,00 ab	1,15 ab
5,0%	10,00 b	2,25 b	0,29 b
10,0%	0	0	0
13,3%	0	0	0
C.V.	15,9	16,3	12,4

As médias de uma coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Quando os triturados de capim-marmelada foram incorporados ao solo, em vasos em que se cultivou soja, verificou-se que a biomassa seca da raiz foi afetada mesmo à menor dose testada, 1% p/v, tendo-se acentuado a partir de 8% (Tabela 11). A parte aérea, porém, não

foi reduzida significativamente. Este efeito só se fez sentir na fase inicial de quinze dias após a sementeira, deixando de se observar aos 30 e 45 dias. Evidenciou-se, igualmente, no comprimento da raiz (Tabela 12) a partir da concentração de 4%, mas apenas nos primeiros quinze dias. Também o comprimento da parte aérea se reduziu quando às concentrações de 8% e 16%.

A ação alelopática de resíduos vegetais,

quando colocados na superfície do solo, é diferente da que se verifica quando incorporados. Nestes, a decomposição da matéria vegetal é mais rápida e, portanto, também a liberação de aleloquímicos, assim como a degradação destes por microrganismos (Bhowmik & Doll 1982). Patrick et al. (1963, 1964) verificaram que a fitotoxicidade dos resíduos vegetais, quando incorporados na terra, só se faz sentir na zona imediatamente adjacente àquela

**TABELA 11.** Biomassa seca (g) da raiz e parte aérea de três plantas de soja, aos 15, 30 e 45 dias após a incorporação na terra de triturados de capim-marmelada (média de quatro repetições).

Concentração	Radicular			Aérea		
	15	30	45	15	30	45
Testemunha	0,33 a	1,20 a	2,09 a	0,52 a	2,81 a	5,81 a
1%	0,19 b	0,91 a	1,78 a	0,45 a	2,04 a	4,13 a
2%	0,19 b	0,96 a	2,11 a	0,48 a	2,17 a	4,84 a
4%	0,18 b	0,90 a	1,75 a	0,53 a	2,20 a	3,92 a
8%	0,14 bc	0,88 a	2,39 a	0,51 a	2,19 a	5,04 a
16%	0,10 c	0,74 a	1,75 a	0,47 a	2,08 a	4,26 a
C.V.	10,2	15,4	17,9	14,3	10,5	16,4

As médias de uma coluna com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**TABELA 12.** Comprimento da raiz e da parte aérea de três plantas de soja aos 15 dias e nodulação das raízes aos 45 dias após a incorporação de resíduos de capim-marmelada na terra (média de quatro repetições).

Concentração	Comprimento (cm) aos 15 dias		Nodulação aos 45 dias		
	Radicular	Aérea	Número total	Peso total (mg)	Peso unitário (mg)
Testemunha	3,65 a	4,56 a	81,25 a	198,50 a	2,44 a
1%	3,38 ab	4,43 a	65,75 a	137,75 a	2,10 ab
2%	3,35 ab	4,03 ab	87,25 a	154,25 a	1,77 ab
4%	3,08 b	4,57 a	72,50 a	108,25 a	1,49 ab
8%	3,06 b	3,76 b	43,50 a	44,75 a	1,03 b
16%	2,86 b	3,76 b	25,50 a	43,25 a	1,7 ab
C.V.	11,5	15,4	17,5	17,7	10,3

As médias de uma coluna com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

em que se encontram, sendo que as raízes das plantas sensíveis só são danificadas quando, no seu percurso, entram em contato com eles.

O efeito transitório do material vegetal incorporado no solo, sobre culturas, foi observado por Menges (1984) que verificou que os resíduos de *Amaranthus palmeri*, incorporados no terreno, reduzem severamente o crescimento da cenoura e cebola, estando a inibição relacionada à quantidade de resíduos e ao tempo, pois, ao fim de duas semanas os sintomas começaram a desvanecer-se.

A presença de triturados de capim-marmelada afetou a nodulação da soja tendo-se verificado, aos 45 dias, redução do peso unitário, à concentração de 8% p/v (Tabela 12).

Sendo o capim-marmelada uma espécie comum nos solos agrícolas do Paraná, esta observação do seu efeito sobre o desenvolvimento e nodulação da soja, tem particular interesse. Por isso, realizou-se, em condições de campo, um ensaio em que se estudou a influência, na soja, de diferentes quantidades de cobertura morta dessa espécie. Não se observaram efeitos inibitórios da palha sobre o crescimento aéreo ou radicular da soja ou sobre a nodulação da raiz.

#### Ensaio 7 - Separação do efeito competitivo e alelopático do capim-marmelada (*Bra-chiaria plantaginea*) sobre a soja (*Glycine max*).

Quando se cultivou soja e capim-marmelada, separadamente, em caixas de plástico divididas por divisória impermeável, permeável e sem divisória, não se evidenciaram diferenças significativas entre as três modalidades, aos 45 dias, na biomassa seca da raiz, nodulação radicular e altura das plantas das duas espécies. A biomassa seca da parte aérea da soja apresenta-se na Tabela 13.

Nas caixas sem divisória, onde se desenvolveram interferências de competição e alelopáticas, esta biomassa seca era de 60,01 g; nas que tinham separatória permeável e se desencadearam apenas efeitos alelopáticos, era de 83,55 g; e nas de divisória impermeável, onde

TABELA 13. Biomassa seca (g) da parte aérea de 4 plantas de soja e 3 de capim-marmelada aos 45 dias (média de quatro repetições).

Tipo de divisória	Soja	Capim-marmelada
Sem divisória	60,01 b	605,24 a
Permeável	83,55 ab	513,76 a
Impermeável	99,43 a	500,61 a
C.V.	16,7	20,4

não se verificou nenhuma das interferências, era de 99,43 g. O efeito acumulativo de competição e alelopático é, pois, igual à subtração do peso da parte aérea da soja nas caixas com divisória impermeável e das sem divisória ( $99,43 - 60,01 = 39,42$  g); o efeito alelopático é igual ao peso obtido nas caixas sem divisória, menos o das caixas com divisória permeável ( $99,43 - 83,55 = 15,88$  g); o competitivo, obtém-se pela diferença entre o efeito acumulativo de competição e alelopático e o alelopático ( $39,42 - 15,88 = 23,54$  g).

Pode-se, pois, concluir, que nas condições em que decorreu o ensaio, desenvolveram-se interferências de competição e alelopáticas entre o capim-marmelada e a soja, sendo a primeira, responsável pela redução de 23,54 g da biomassa da parte aérea da soja e a alelopática por 15,88 g.

## CONCLUSÕES

1. Os resíduos vegetais que formam a cobertura morta no sistema de plantio direto possuem aleloquímicos, o que se comprova fazendo-se a sua extração com água e usando-se o extrato como umidificante em ensaios de germinação de sementes.

2. Os efeitos alelopáticos fazem-se sentir tanto sobre espécies silvestres quanto cultivadas e expressam-se por inibição, mais ou menos pronunciada, da germinação e do desenvolvimento da radícula ou do caulículo das

plântulas. Esses efeitos são específicos, atuando os extratos diferenciadamente sobre as espécies.

3. Os extratos de outros materiais, como os de folha e fruto de eucalipto, de farelo de mamona, de casca de café e de losna-brava, apresentam ação semelhante. Utilizados, porém, os seus triturados como se fossem cobertura morta, não influenciam a densidade e constituição específica da flora que se desenvolve no terreno.

4. Os extratos de casca de café e de diversas espécies silvestres, quando usados como se fossem herbicidas, em aplicação pós-emergente, no início do desenvolvimento de diversas plantas indicadoras, não revelam ação herbicida.

5. Os extratos de capim-marmelada usados na rega de vasos com soja semeada e os triturados incorporados ao solo, influenciam o seu desenvolvimento e a nodulação radicular da cultura, mas em condições de campo essa sintomatologia não se comprova.

6. Na natureza os efeitos da alelopatia confundem-se com os de competição. Com metodologia adequada foi possível, quantificar o efeito de cada uma das interferências.

## REFERÊNCIAS

- ABBOUD, A.C.S.; DUQUE, F.F. Efeitos de materiais orgânicos e vermiculita sobre a seqüência feijão-milho-feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p.227-236, 1986.
- AL-MOUSAWI, A.H.; AL-NAIB, F.A. Allelopathic effects of *Eucalyptus microtheca* F. Muell. **Journal of University of Kuwait Science**, v.2, p.59-66, 1975.
- AL-MOUSAWI, A.H.; AL-NAIB, F.A. Volatil growth inhibitors produced by *Eucalyptus microtheca*. **Bulletim of Biological Research Center**, v.7, p.17-23, 1976.
- ALTIERI, M.A.; DOLL, J.D. The potential of allelopathy as a tool for weed management in crop fields. **PANS**, v.24, n.4, p.495-502, 1978.
- 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.
- BRADOW, J.M. Seed germination regulation by *Amaranthus palmeri* and *Ambrosia artemisiifolia*. In: AMERICAN CHEMICAL SOCIETY NATIONAL MEETING, 187., 1984, St. Louis, Missouri. **Proceedings**. Washington: American Chemical Society, 1984.
- CASTRO, P.R.C.; RODRIGUES, J.D.; MORAES, M.A.; CARVALHO, V.L.M. Efeitos alelopáticos de alguns extratos vegetais na germinação do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Santa Cruz). **Planta Daninha**, Campinas, v.6, n.2, p.79-85, 1983.
- CHOU, C.H.; WALLER, G.R. Possible allelopathic constituents of *Coffea arabica*. **Journal of Chemistry Ecology**, v.6, n.3, p.643-653, 1980.
- COCHRAN, V.L.; ELLIOT, L.F.; PAPENDICK, R.I. The production of phytotoxins from surface crop residues. **Soil Science Society of American Journal**, v.41, p.903-908, 1977.
- COELHO, R.W. Substâncias fitotóxicas presentes no capim-amoni. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.3, p.225-263, 1986.
- DEL-MORAL, R.; MULLER, C.H. Fog drip: a mechanics of toxin transport from *Eucalyptus globulus*. **Bulletim of Torrey Botanic Club**, v.96, p.467-475, 1969.
- EINHELLIG, F.A. Effects of allelopathic chemicals on crop productivity. In: HEDIN, P.A. (Ed.). **Bioregulators for pest control**. Washington: American Chemical Society, 1985. p.109-130.
- GUENZI, W.D.; McCALLA, T.A.; NORSTAD, F.A. Presence and persistence of phytotoxic substances in wheat, oat, corn, and sorghum residues. **Agronomy Journal**, v.59, p.163-165, 1967.
- KIMBER, R.W.L. Phytotoxicity from plant residues; I. The influence of rotted wheat straw on seedling growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.18, p.361-374, 1967.

- LEATHER, G.R. Sunflowers (*Helianthus annuus*) are allelopathic to weeds. **Weed Science**, v.31, p.37-42, 1983.
- MCCALLA, T.M.; ARMY, T.J. Stubble-mulch farming. **Advance Agronomy**, v.13, p.125-196, 1961.
- MENGES, R.M. Allelopathy of soil residues of *Amaranthus palmeri* S. Wats. In: AMERICAN CHEMICAL SOCIETY NATIONAL MEETING, 187., 1984, St. Louis. **Proceedings**. . . Washington: American Chemical Society, 1984.
- MOLISCH, H. **Der Einfluss einer Pflanze auf die andere. Allelopathie**. Verlag, Jena: Gustav Fisher, 1937. 106p.
- MÜLLER, C.H. Biochemical inhibition (allelopathy) exhibited by italian grass (*Lolium multiflorum* L.). **Pakistan Journal of Botany**, v.7, n.2, p.139-147, 1975.
- MURTHY, M.S.; NAGODRA, T. Allelopathic effects of *Aristida adscensionis* on *Rhizobium*. **Journal of Applied Ecology**, v.14, p.279-282, 1977.
- MURTHY, M.S.; RAVINDRA, R. Inhibition of nodulation of *Indigofera cordifolia* by *Aristida adscensionis*. **Oecologia**, v.16, p.257-258, 1974.
- PATRICK, Z.A.; TOUSSOUN, T.R.; KOCK, L.W. Effect of crop residue decomposition products on plant roots. In: HORSFALL, J.G.; BAKER, K.F. **Annual Review of Phytopathology**. Palo Alto, California: annual Reviews Inc., 1964. v.2., p.267-292.
- PATRICK, Z.A.; TOUSSOUN, T.R.; SNYDER, W.C. Phytotoxic substances in arable soil associated with decomposition of plant residues. **Phytopathology**, v.53, p.152-161, 1963.
- PURVIS, C.E.; JESSOP, R.S.; LOVETT, J.V. Selective regulation and growth of annual weeds by crop residues. **Weed Research**, v.25, p.415-421, 1985.
- PUTNAM, A.R.; De FRANK, J. Use of phytotoxic plant residues for selective weed control. **Crop Protection**, v.2, n.2, p.173-181, 1983.
- PUTNAM, A.R.; DUKE, W.D. Allelopathy in agroecosystems. **Annual Review of Phytopathology**, v.16, p.431-451, 1978.
- REBEIZ, C.A.; MOUNTAZER-ZOUHOOR, A.; HOPEN, H.J.; WU, S.M. Photodynamic herbicides: 1. Concept and phenomenology. **Enzyme Microbiological Technology**, v.6, p.390-401, 1984.
- RIZVI, S.J.H.; MUKERJI, D.; MATHUR, S.N. A new report on a possible source of natural herbicide. **Indian Journal of Experimental Biology**, v.18, n.7, p.777-778, 1980.
- SIMKINS, G.S. **Allelopathic characteristics of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) and its growth in the presence of other weeds**. Madison: University of Wisconsin, 1983.
- STEINSIEK, J.W.; OLIVER, L.; COLLINS, F.C. Allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum*) straw on selected weed species. **Weed Science**, v.30, p.495-497, 1982.
- SUGHA, S.K. Effect of weed extracts on wheat germination. **Science & Culture**, v.45, n.2, p.65-66, 1979.