

# PERSISTÊNCIA DO HERBICIDA SULFENTRAZONE EM SOLO CULTIVADO COM SOJA E SEU EFEITO EM CULTURAS SUCEDÂNEAS<sup>1</sup>

*Sulfentrazone Persistence in Soybean-Cultivated Soil and Effect on Succession Cultures*

BLANCO, F.M.G.<sup>2</sup> e VELINI, E.D.<sup>3</sup>

**RESUMO** - Esta pesquisa foi realizada em Engenheiro Coelho-SP, Brasil e teve como objetivo estudar a persistência do herbicida sulfentrazone em solos cultivados com soja, bem como os efeitos da toxicidade do resíduo nas culturas sucedâneas de milho, girassol, aveia, trigo e feijão. O solo do ensaio teve as seguintes características: 46% de argila, 12% de silte, 42% de areia, 4% de matéria orgânica e pH de 5,8. A metodologia usada na determinação da persistência foi a de bioensaios, utilizando-se a beterraba como planta-teste crescendo dentro de um fitotron com as condições climáticas constantes, utilizando o solo amostrado 24 vezes na área experimental até 539 dias após os tratamentos (DAT). A persistência foi determinada em 376 dias após a aplicação de 0,6 kg a.i.ha<sup>-1</sup> de sulfentrazone; já na dose maior, 1,20 kg a.i.ha<sup>-1</sup>, não foi possível determinar o final da persistência, pois mesmo na última época amostrada (539 DAT) a beterraba mostrou-se sensível ao herbicida. Pela análise das diversas características de desenvolvimento nas culturas que sucederam a soja, foi demonstrado que o resíduo do sulfentrazone afetou significativamente o crescimento e o rendimento das culturas de milho e aveia; o girassol e o feijão não foram afetados; e, no trigo, somente a dose mais elevada foi capaz de sensibilizar negativamente a cultura.

**Palavras-chave:** bioensaios, sulfentrazone, persistência, culturas sucedâneas.

**ABSTRACT** - This research was carried out in Engenheiro Coelho-SP, Brazil, to study the persistence of sulfentrazone in soybean ecosystems and the effects of the toxicity of its residues on millet, sunflower, oats, wheat and beans cultivated in succession to soybean. The soybean field soils had, respectively, 46% of clay; 12% of silt; 42% of sand 4% of OM and pHs of 5.8. The experiment was designed in randomized blocks with 5 replications. Soil samples were collected at the depth of 0-10cm, from 0-539 DAT (24 timings). Sulfentrazone persistence was evaluated by bioassay using sugar beet as test plant. In soybean field, sulfentrazone effects on sugar beet were detected up to 376 and 539 DAT for 0.6 and 1.2 kg a.i. ha<sup>-1</sup>, respectively. Based on the analysis of the crops in succession to soybeans, sulfentrazone residues affected the growth and yield of millet and oats; sunflower and beans were not affected and wheat was affected only by the highest rate.

**Key words:** bioassays, sulfentrazone, persistence, and succession cultures.

## INTRODUÇÃO

Os herbicidas devem ser usados de forma técnica e criteriosa, sempre buscando maximizar as suas vantagens e minimizar os seus riscos toxicológicos e ambientais. A sua

utilização não é isenta de riscos, como os resíduos dos herbicidas nos agroecossistemas e a toxicidade para plantas suscetíveis utilizadas como culturas sucedâneas à cultura tratada – a exemplo dos herbicidas residuais, entre os quais o sulfentrazone. Este herbicida

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 11/2/2005 e na forma revisada em 25/11/2005.

Parte da tese de doutorado do primeiro autor.

<sup>2</sup> Pesquisador Científico, Eng.-Agr., D.S., Instituto Biológico – CEIB, Rod. Heitor Penteado, Km 3, Caixa Postal 70, 13001-970 Campinas-SP, Fone (019) 32510328, <garciablanca@biologico.sp.gov.br>; <sup>3</sup> Professor, Eng.-Agr., D.S., FCA-UNESP/Botucatu, Fazenda Experimental Lageado, Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu-SP, <velini@fca.unesp.br>.



é registrado no Brasil para as culturas de soja, cana-de-açúcar, café e citros, pertence ao grupo das aril-triazolinonas e possui solubilidade de 780 mg L<sup>-1</sup> (pH 7), pressão de vapor de 1 x 10<sup>-9</sup> mmHg a 25 °C, constante de dissociação (pK) de - 6,56 e coeficiente de partição (Kow) de - 9,8 (pH<sub>7</sub>). É um ácido com ionização<sup>1/</sup> em solução aquosa, em função do seu pK e do índice pH do meio (Weber, 1970; Tomlin, 1994). O seu modo de ação se caracteriza como destruidor de membranas celulares, inibindo a enzima protox, havendo o acúmulo da protoporfirina IX, o que leva à peroxidação do O<sub>2</sub> e, por conseqüência, à destruição das membranas celulares (Dan Hess, 1993).

Reddy & Locke (1998), investigando a sorção do sulfentrazone correlacionada com dois tipos de solo (médio e pesado) e de manejo (convencional e plantio direto), observaram que, independentemente do tipo de manejo, a taxa de sorção foi maior no solo argiloso e a dessorção se deu de forma bem lenta. Grey et al. (1997), também analisando a sorção do herbicida sulfentrazone, observaram que é muito influenciado pelo índice de pH. A sorção geralmente diminui em resposta a um aumento do índice de pH, especialmente quando esse aumento é acima do pK do herbicida (6,56), pois há predomínio da forma ionizada; contudo, abaixo desse valor, com o aumento da forma molecular, a sorção aumenta.

Rossi et al. (2003), utilizando como planta-teste o sorgo (*Sorghum bicolor*), crescendo durante 15 dias em colunas de PVC, para avaliar a lixiviação do sulfentrazone em dois tipos de solo, submetidos a diferentes regimes pluviométricos, determinaram que sob precipitação de 90 mm o herbicida foi detectado até 12,5 cm de profundidade na coluna com solo Nitossolo Vermelho.

Assim, como contribuição ao conhecimento do perfil ecotoxicológico do sulfentrazone, foi conduzido um experimento de campo para o monitoramento do resíduo na cultura de soja e do efeito dessa aplicação nas culturas sucedâneas de feijão, aveia, trigo, girassol e milho.

$$^{1/} \% \text{ de ionização ácida} = \frac{100}{1 + \text{anti log}(pK - pH)}$$

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na estação experimental Cosmos Agrícola, localizada no município de Eng. Coelho, SP, com altitude de 645 m, 22° 30' de latitude sul e 47° 10' de longitude oeste, em um Latossolo Vermelho-Escuro eutrófico, cujas características são apresentadas na Tabela 1.

O ensaio foi instalado em uma área plana, sem histórico de aplicação de herbicidas residuais, por pelo menos quatro anos. Inicialmente, a soja (*Glycine max*), cv. Embrapa 48, foi semeada em solo agrícola convenientemente preparado, onde foram realizadas uma aração e uma gradagem, em 13/1/2000, no espaçamento de 0,5 m e lotação de 20-25 plantas por metro linear; adubou-se a área com 385 kg.ha<sup>-1</sup> da formulação 4:14:8. Os tratamentos utilizados foram o herbicida sulfentrazone, na forma do produto comercial Boral 500 SC, contendo 500 g de sulfentrazone por litro, aplicado em uma única época em pré-emergência da cultura e das plantas infestantes, em 13/1/2000, nas doses do produto comercial de 1,20 e 2,40 L ha<sup>-1</sup> (0,60 e 1,20 kg ha<sup>-1</sup> de sulfentrazone), mais uma testemunha capinada. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco repetições. As parcelas mediam 5,0 x 16,5 m (82,5 m<sup>2</sup>), individualizadas com a construção de aceiros mantidos livres das plantas daninhas, evitando assim uma possível contaminação entre as parcelas pela água das chuvas.

Na aplicação utilizou-se um pulverizador costal, à pressão constante, fornecido por CO<sub>2</sub> (2,46 kgf cm<sup>-2</sup>), barra de quatro bicos Teejet DG 11002 VS, faixa de aplicação de 2,5 m com vazão de 188 L ha<sup>-1</sup>. As condições edafoclimáticas médias na aplicação foram: temperatura do ar de 30 °C, umidade relativa do ar de 56%, velocidade do ar de 2,50 km h<sup>-1</sup> e umidade do solo de 10,55% (p/p).

A colheita da soja foi feita em 1/6/2000, sendo o solo preparado e os aceiros reconstruídos. Em 20/6/2000 seguindo o mesmo delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições, ocupando as mesmas parcelas e tratamentos onde originariamente foi cultivada a soja, foram realizados os plantios das culturas sucedâneas, seguindo a indicação



Tabela 1 - Características físicas e químicas do solo ensaiado

Análise granulométrica (%)								Classe e			
Argila		Silte		Areia fina		Areia grossa		Subclasse textural			
46,3		11,8		23,9		17,9		Argiloso/Argiloso			
pH	M.O.	P (res)	TFSA							CTC	V
			K	Ca	Mg	H <sup>+</sup>	Al	S	valor		
(H <sub>2</sub> O)	(g dm <sup>-3</sup> )		(mmolc dm <sup>-3</sup> )					valor	CTC	%	
5,8	43	63	2,5	28	10	33	1	10,18	74,5	54,5	

agronômica: milheto (*Pennisetum americanum* cv. Italiano), girassol (*Helianthus annuus* cv. Uruguay), aveia (*Avena sativa* cv. Branca), trigo (*Triticum aestivum* cv. IAC-24) e feijão (*Phaseolus vulgaris* cv. Carioca), em faixas com quatro linhas por cultura.

A ação fitotóxica do herbicida sobre cada cultura foi avaliada aos 15 e 30 dias após o plantio (DAP), por observações visuais de sintomatologia de injúrias das plantas nas parcelas tratadas, em comparação com as desenvolvidas nas parcelas testemunhas, por meio da Escala de Notas de Fitotoxicidade (ALAM, 1974), em que 1 representa ausência de fitotoxicidade e 5, morte.

A seletividade dos tratamentos também foi avaliada pelas características de crescimento e desenvolvimento das culturas sucedâneas: altura, massa fresca e seca, número de perfilhos (gramíneas), de folhas e trifólios (feijão) e área foliar, assim como a produção e o estande aos 15 e 30 dias após o plantio (DAP). Essas características foram comparadas com as da testemunha, visando avaliar se a persistência do herbicida acarretou algum efeito fitotóxico para as culturas em sucessão. Os dados – à exceção das notas de avaliação visual de fitotoxicidade, em que se utilizou a moda – foram avaliados pela análise da variância, empregando-se o teste F, com nível de significância de 5 ou 1%; para comparação entre as médias, realizou-se o teste t (5%), contrastando cada tratamento com a testemunha capinada, testando a significância da hipótese de nulidade ( $H_0$ ).

Nas avaliações das características das culturas em sucessão, as plantas foram cortadas rente ao solo em 0,5 m linear para as culturas de milheto, aveia e trigo e 1,0 m

linear para as culturas de girassol e feijão, de forma aleatória nas linhas de plantio, nas cinco repetições de cada tratamento. Essas amostragens foram feitas aos 57, 50, 36, 45 e 35 dias após o plantio das culturas de milheto, girassol, aveia, trigo e feijão, respectivamente.

Na avaliação da produção, foram colhidos os grãos das duas linhas centrais, por unidade experimental, deixando uma bordadura de 0,5 m. No caso do milheto, foi avaliado o peso de massa verde, cortando as plantas rente ao solo.

### Determinação da persistência

No experimento de campo foram retiradas amostras de solo, por meio de trado próprio, até a profundidade de 10 cm, para determinação da persistência.

Em cada parcela foram realizadas cinco amostragens, perfazendo assim cinco amostras compostas ( $\pm 1.200$  g de solo) provenientes de cada repetição.

- De 0 a 140 DAT (dias após os tratamentos) – campo experimental estava com a cultura da soja: amostragem aleatória entre as 32 entrelinhas.
- De 159 a 286 DAT – culturas em sucessão: uma amostra na entrelinha de cada cultura sucedânea.
- De 318 a 539 DAT – área em pousio: amostragem aleatória dentro da parcela.
- Na colheita ou corte (cultura do milheto), de cada cultura em sucessão foram coletadas cinco amostras por parcela, apenas nas entrelinhas da cultura colhida.

Dessa forma, foram retiradas amostras de solo para determinação da persistência nas



seguintes épocas: 0, 33, 64, 92, 120, 140, 159, 194, 223, 257, 278<sup>2/</sup>, 278a<sup>3/</sup>, 278b<sup>4/</sup>, 286, 286a<sup>5/</sup>, 305<sup>6/</sup>, 318, 353, 376, 404, 439, 471, 505 e 539 DAT.

Após a coleta de solo, as amostras foram armazenadas em freezer a -15 °C, de forma que paralisasse quaisquer processos de dissipação, quer seja químico, físico ou microbiológico.

Para determinar a persistência do herbicida foi utilizada a metodologia de bioensaios com planta-teste sensível ao sulfentrazone. Foram realizados ensaios comparativos entre o sorgo (*Sorghum bicolor*) e a beterraba (*Beta vulgaris*), sendo esta última mais sensível ao herbicida e, por isso, escolhida para os bioensaios (dados não apresentados).

Na confecção dos bioensaios foram usados três copos plásticos (300 mL), sem percolação com 250 g de solo e três sementes da planta-teste sensível ao sulfentrazone, no caso, a beterraba, ou seja, para cada tratamento, em cada época amostrada foram confeccionados 15 copos (três por cinco repetições). Depois de cinco dias, eram desbastados, deixando duas plantas por copo. Cada copo, em função de sua massa, foi irrigado diariamente até 80% da capacidade de campo e colocado em um fitotron da marca CONVIRON, modelo PGV 36, regulado para 20°C, 70-80% de umidade relativa e fotoperíodo com intensidade luminosa de 35.400 lúmen m<sup>-2</sup>, por 16 horas. Decorridos 14 dias no fitotron, as plantas foram cortadas rente ao solo, verificando-se a massa fresca da parte epigea e, comparando com a massa da testemunha capinada, determinou-se a persistência do herbicida em função das doses ensaiadas, por meio da análise da variância e pelo teste de médias (t).

<sup>2/</sup> Dia da colheita da cultura da aveia – solo amostrado apenas na entrelinha desta cultura.

<sup>3/</sup> Dia da colheita da cultura do feijão – solo amostrado apenas na entrelinha desta cultura.

<sup>4/</sup> Dia do corte rente ao solo da cultura do milheto – solo amostrado apenas na entrelinha desta cultura

<sup>5/</sup> Dia da colheita da cultura do trigo – solo amostrado apenas na entrelinha desta cultura.

<sup>6/</sup> Dia da colheita da cultura do girassol – solo amostrado apenas na entrelinha desta cultura.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à massa fresca epigea, provenientes das pesagens dos bioensaios utilizados para avaliar a persistência do sulfentrazone aplicado na cultura da soja, com o resumo das análises da variância e o teste t para contraste entre as médias (testemunha vs. cada um dos tratamentos), são apresentados na Tabela 2.

A Tabela 2 mostra que os tratamentos foram monitorados até 539 DAT, em 24 épocas de amostragem. Em todas essas épocas, a análise da variância foi significativa a 1% de probabilidade para o erro experimental, com coeficientes de variação compatíveis para esse tipo de ensaio.

Em todas as épocas foram realizados os testes de médias (teste t), sempre contrastando o tratamento testemunha com as doses do herbicida. Esses testes revelaram que somente na menor dose, a partir de 376 DAT, não houve diferença em relação à testemunha. Por essa razão pode-se definir 376 DAT como o limite final da persistência do herbicida sulfentrazone na dose de 0,6 kg a.i. ha<sup>-1</sup>.

Na maior dose utilizada, a massa fresca da planta-teste foi significativamente menor que a da testemunha, em todas as épocas avaliadas, evidenciando que na dose de 1,2 kg a.i. ha<sup>-1</sup> o limite para se determinar a persistência não foi alcançado, indicando, portanto, que a persistência do sulfentrazone no solo foi superior a 540 dias da aplicação.

A Figura 1 ilustra os resultados da Tabela 2. Observa-se que, quando o ensaio estava lotado com a soja, foram amostradas seis épocas; nestas, somente houve o crescimento das plantas-teste no tratamento testemunha. Após a colheita da soja, foi iniciado o preparo da área para o plantio das culturas sucedâneas, aos 159 DAT. Apesar de todos os procedimentos de preparo do solo para os plantios, verificou-se que esse manejo não foi suficiente para dissipar o herbicida.

Os resultados dos bioensaios provenientes das amostragens realizadas em cada cultura, por ocasião da sua colheita, 278 DAT (aveia, feijão e milheto), 286 DAT (trigo) e 305 DAT (girassol), demonstraram que nenhuma cultura, de forma isolada, pôde interferir no padrão geral da persistência do herbicida.



**Tabela 2** - Resumo das análises de variância e do teste de médias (teste t) dos bioensaios, realizados em cada época amostrada. Dados médios

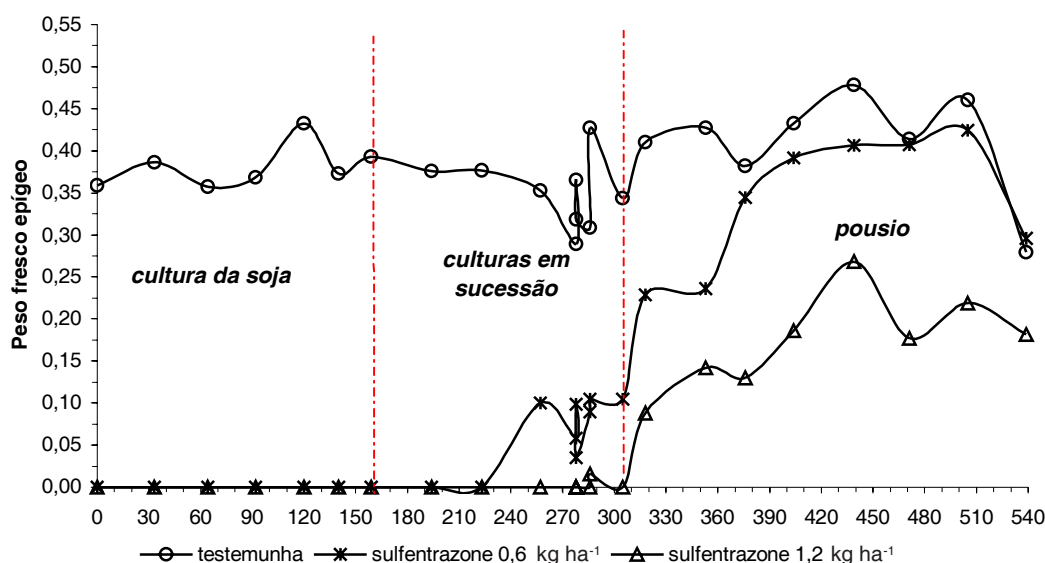
Época das amostragens DAT	Massa fresca epígea (g)			Resumo das análises estatísticas	
	Tratamento sulfentrazone (kg ha <sup>-1</sup> )			F	CV
	0,00	0,60	1,20		
0	0,3585	0,0*	0,0*	592,00**	15,92
33	0,3860	0,0*	0,0*	293,02**	22,63
64	0,3570	0,0*	0,0*	371,47**	20,09
92	0,3686	0,0*	0,0*	767,45**	13,98
120	0,4327	0,0*	0,0*	1.621,35**	9,12
140	0,3726	0,0*	0,0*	692,33**	14,72
159	0,3934	0,0*	0,0*	1.420,32**	10,28
194	0,3758	0,0*	0,0*	1.470,11**	10,10
223	0,3766	0,0*	0,0*	363,44**	20,32
257	0,3527	0,1003*	0,0*	690,60**	10,24
278	0,2891	0,0586*	0,0*	297,07**	17,11
278a	0,3652	0,0984*	0,0*	311,20**	15,50
278b	0,3185	0,0354*	0,0*	253,02**	20,80
286	0,3087	0,0896*	0,0*	327,01**	14,79
286a	0,4072	0,1047*	0,0158*	814,82**	9,29
305	0,3436	0,1042*	0,0*	326,41**	14,61
318	0,4102	0,2287*	0,0879*	83,79**	16,29
353	0,4276	0,2362*	0,1419*	107,68**	11,67
376	0,3818	0,3444 ns	0,1301*	109,02**	10,19
404	0,4330	0,3916 ns	0,1861*	42,38**	13,48
439	0,4785	0,4065 ns	0,2684*	15,79**	15,63
471	0,4139	0,4070 ns	0,1768*	32,34**	15,96
505	0,4600	0,4242 ns	0,2186*	46,00**	11,68
539	0,2795	0,2959 ns	0,1815*	16,63**	13,45

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade; ns: não-significativo a 5% de probabilidade.

A partir da colheita da última cultura sucedânea – no caso, o girassol – aos 305 DAT, a área ensaiada foi deixada em pousio. Nesta fase, os dados indicaram o final da persistência do herbicida em 376 DAT, somente na menor dose.

No solo onde se realizou o ensaio observaram-se altos teores de matéria orgânica (43 g dm<sup>3</sup>) e argila (46,3%) (Tabela 3); isso, em conjunto com a porcentagem do herbicida que estava na forma molecular – no caso, 85,2% – em função da constante de ionização do sulfentrazone e do índice de pH do solo, faz com que haja uma tendência de favorecer a sorção do herbicida aos colóides do solo (Weber, 1970; Grey et al., 1997). No entanto, como a aplicação do herbicida foi realizada em pleno verão, caracterizado pelas chuvas freqüentes e altas temperaturas (Figura 2), essa situação não beneficiou a sorção do herbicida pelos colóides do solo; ao contrário, favoreceu a sua permanência na solução e a disponibilidade para os processos dissipativos e de lixiviação (Briggs, 1976; 1984; Weber, 1970; Walker & Allen, 1984).

Essa condição perdurou até 80 DAT, época em que, em função da estiagem, ocorreu uma condição mais favorável à sorção do herbicida aos colóides, a qual persistiu até 200 DAT, quando uma nova condição de chuvas pôde favorecer a permanência do herbicida na



**Figura 1** - Massa fresca epígea da planta-teste beterraba em função das amostragens.



solução do solo, disponibilizando-o assim para os processos dissipativos e de lixiviação. Fortalece esse argumento o registro, no início desta fase, das primeiras ocorrências de desenvolvimento da planta-teste nos bioensaios provenientes dos tratamentos com o herbicida.

Essa fase de maiores chuvas e temperaturas mais altas perdurou até quase o final do ensaio, aos 500 DAT. Dessa forma, foi possível definir o limite da persistência do sulfentrazone na sua menor dose (376 DAT). Então, ciclicamente começou uma nova fase climática, com seca e temperaturas menores, característica do período final do ensaio, que perdurou por 539 dias. O tempo de duração desta fase não foi suficiente para que fosse detectado pelos bioensaios o limite da persistência para aplicação na maior dose, talvez porque agora, devido à condição de déficit hídrico no solo, a sorção do herbicida aos colóides tenha sido favorecida e, por consequência, também a sua indisponibilidade para os processos de dissipação, conforme descrito por Briggs (1976, 1984), Weber (1970) e Walker & Allen (1984).

Considerando os dados de persistência obtidos neste experimento, torna-se importante observar que após a retirada da soja ainda há concentração do herbicida no solo, acarretando dois riscos imediatos para as culturas sucedâneas: ao se utilizar o mesmo herbicida, pode ocorrer uma concentração inicial superior à indicada e, assim, afetar a nova cultura; e, no plantio de culturas sucedâneas, algumas

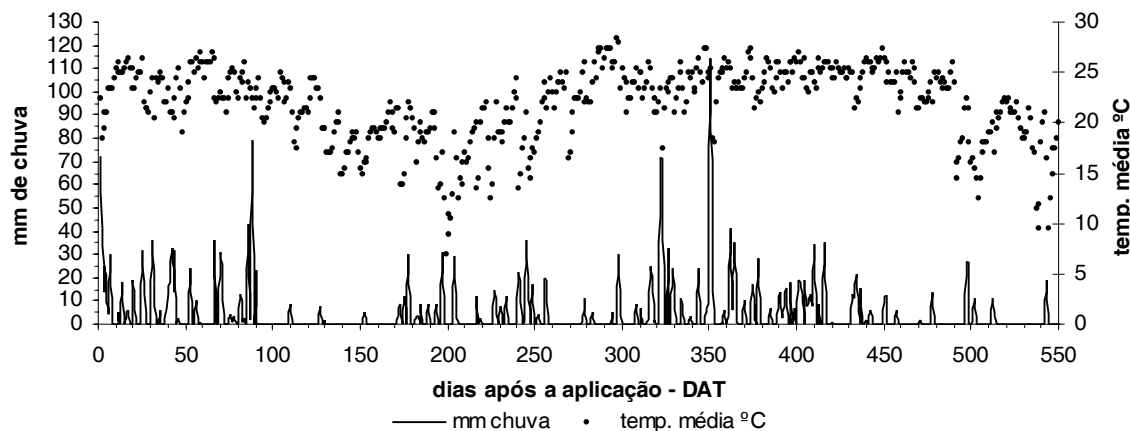
podem ser sensíveis ao sulfentrazone, sendo por isso fundamental a investigação dos possíveis efeitos fitotóxicos deste herbicida nas culturas quando em rotação com a soja.

### Efeito do herbicida sulfentrazone sobre as culturas sucedâneas

Os resultados das Tabelas 3 e 4 demonstram que o sulfentrazone prejudicou o desenvolvimento das culturas de milho e aveia. A primeira de forma bem pronunciada, pois houve fortes sintomas de fitotoxicidade e significância para todas as características avaliadas, tanto pelo teste F como no teste de média t, em ambas as doses avaliadas, à exceção da contagem de estande aos 15 DAP, provavelmente em função da velocidade da ação do herbicida, pois neste período não houve tempo

**Tabela 3** - Notas de sintomas visuais de fitotoxicidade em relação à testemunha – cinco repetições

Cultura sucedânea	Dose sulfentrazone (kg ha <sup>-1</sup> )	DAP	
		Nota de fitotoxicidade - moda 15	Nota de fitotoxicidade - moda 30
MILHETO	0,60	2	4
	1,20	3	4
GIRASSOL	0,60	1	1
	1,20	1	1
AVEIA	0,60	1	2
	1,20	2	3
TRIGO	0,60	1	1
	1,20	1	2
FEIJÃO	0,60	1	1
	1,20	1	2



**Figura 2** - Condições climáticas do ensaio, mm de chuva e temperatura média.

**Tabela 4** - Teste t para a comparação entre as médias, avaliando as características que foram significativas na análise de variância

Característica	Cultura do milho			Cultura do trigo		
	Sulfentrazone kg ha <sup>-1</sup>					
	Testemunha	0,60	1,20	Testemunha	0,60	1,20
Perfilho	1,82	1,12 *	1,082 *	4,11	3,4 *	2,78 *
Altura (cm)	7,96	3,54 *	2,54 *	19,06	16,77 ns	13,79 *
N <sup>o</sup> de folhas	8,39	4,37 *	3,42 *	17,20	14,88 ns	12,30 *
Peso fresco (g)	3,16	0,54 *	0,19 *	5,59	4,26 *	2,69 *
Peso seco (g)	0,39	0,07 *	0,02 *	0,94	0,75 ns	0,52 *
Área (cm <sup>2</sup> )	76,43	12,35 *	2,77 *	119,27	93,43 *	67,62 *
Estande (30 DAP)	11,99	9,65 ns	8,13 *			
Produção (g)	8.170,6	5.926,4 *	2.254,8 *			

Característica	Cultura da aveia		
	Sulfentrazone (kg ha <sup>-1</sup> )		
	Testemunha	0,60	1,20
Altura (cm)	8,79	7,28 *	4,62 *
Peso fresco (g)	3,61	2,36 *	1,08 *
Peso seco (g)	0,54	0,36 *	0,18 *
Área (cm <sup>2</sup> )	87,13	56,32 *	23,46 *
Estande (30 DAP)	13,81	11,90 *	11,83 *

\* significativo a 5% de probabilidade; ns: não-significativo.

para a expressão dos sintomas, o que somente foi observado aos 30 DAP. As notas de fitotoxicidade corroboram essa afirmação, pois foram maiores nesta época, mostrando assim uma evolução do efeito do herbicida com o tempo.

Na cultura de aveia, mesmo não sendo detectada pela estatística diferença significativa nas características perfilho, número de folhas, estande aos 15 DAP e produção, em todos os outros parâmetros avaliados houve diferença significativa na análise da variância e nos contrastes com a testemunha capinada, para ambas as doses, indicando que o herbicida prejudicou a cultura, não sendo seletivo para ela.

Por outro lado, nas culturas de girassol e feijão, as análises da variância demonstraram que os tratamentos não foram significativos, evidenciando assim a seletividade da cultura, mesmo que na maior dose, aos 30 DAP (Tabela 3), as plantas de feijão apresentassem leves sintomas de intoxicação nas folhas cotiledonares.

Na cultura de trigo, as análises da variância nas diversas características demonstraram

que somente os parâmetros produção e contagem de estande aos 30 DAP não foram significativos, ocorrendo significância para os demais. No contraste entre as médias (Tabela 4), os tratamentos mostraram um comportamento distinto: a menor dose diferenciou-se da testemunha somente nos parâmetros perfilho, peso fresco e área; já na maior dose, todas as características mostraram-se diferentes da testemunha. Dessa forma, definiu-se a cultura como não-seletiva para a maior dose do herbicida (1,20 kg ha<sup>-1</sup>), enquanto na menor houve tendência à seletividade, visto que os parâmetros altura, número de folhas, peso seco, além de produção e estande aos 15 e 30 DAP, não diferiram daqueles da testemunha.

Conclui-se que a metodologia de bioensaios, para detecção de resíduos no solo do herbicida sulfentrazone, determinando assim a sua persistência, é adequada e demonstra que nas condições ensaiadas o herbicida, quando aplicado na cultura de soja cv. Embrapa 48, apresenta grande persistência no solo, prejudicando de forma significativa o desenvolvimento das culturas sucedâneas de



milheto cv. Italiano e aveia cv. Branca e da cultura do trigo cv. IAC 24, esta somente na maior dose (1,2 kg ha<sup>-1</sup>); contudo, não prejudica o desenvolvimento das culturas de girassol cv. Uruguay 1 e feijão cv. Carioca.

### AGRADECIMENTOS

À FMC do Brasil, pelo apoio técnico dos Engenheiros-Agrônomos Maria de Lourdes Fustaino e Luis Eduardo Corrêa e pelo apoio financeiro junto à FUNDEPAG; à CONVIRON, através do Eng. Glen McDonald; e à COSMO AGRÍCOLA, pelo auxílio do Eng.-Agr. Luiz Honma.

### LITERATURA CITADA

ASOCIACION LATINOAMERICANA DE MALEZAS – ALAM. Recomendaciones sobre unificación de los sistemas de evaluación en ensayos de control de malezas. **ALAM**, v. 1, n. 1, p. 35-38, 1974.

BRIGGS, G. G. Degradation in soil. In: Persistence of insecticides and herbicides. **Crop Council**, v. 17, p. 41-54, 1976.

BRIGGS, G. G. Factors affecting the uptake of soil-applied chemicals by plants and other organisms. In: BRITISH CROP PROTECTION CONFERENCE, 1984, [s/l]. **Proceedings...** [s/l]: 1984. p. 35-47.

DAN HESS, F. Herbicide effects on plant structure, physiology, and biochemistry. In: **Pesticide interactions in crop production**. CRC Press, 1993. p. 13-34

GREY, T. L. et al. Sulfentrazone adsorption and mobility as affected by soil and pH. **Weed Sci.**, v. 45, p. 733-738, 1997.

REDDY, K. N.; LOCKE, M. A. Sulfentrazone sorption, and mineralization in soil from two tillage systems. **Weed Sci.**, v. 46, p. 494-500, 1998.

ROSSI, C. V. S.; ALVES, P. L. C. A.; MARQUES JUNIOR, J. Mobilidade do sulfentrazone em nitossolo vermelho e em neossolo quartzarênico. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 111-120, 2003.

TOMLIN, C. **Pesticide manual**. 10.ed. Cambridge: British Crop Protection Council and The Royal Society of Chemistry, 1994. 1341 p.

WALKER A.; ALLEN, J. G. Influence of soil and environmental factors on pesticide. **Soil Crop Protec. Chem.**, v. 27, p. 27, 1984.

WEBER, J. B. Mechanism of adsorption of s-triazines by clay colloids and factors affecting plant availability. **Residue Rev.**, v. 32, p. 93-130, 1970.

