

# CARRYOVER PROPORCIONADO PELOS HERBICIDAS S-METOLACHLOR E TRIFLURALIN NAS CULTURAS DE FEIJÃO, MILHO E SOJA<sup>1</sup>

*Carry-over Effect of S-Metolachlor and Trifluralin on Bean, Corn and Soybean Crops*

SANTOS, G.<sup>3</sup>, FRANCISCHINI, A.C.<sup>3</sup>, CONSTANTIN, J.<sup>2</sup> e OLIVEIRA JR., R.S.<sup>2</sup>

RESUMO - As aplicações de herbicidas em pré-emergência têm por finalidade a obtenção da atividade residual no início do ciclo das culturas e a supressão de novos fluxos de plantas daninhas. Contudo, esse efeito pode prejudicar culturas subsequentes, dependendo da variedade utilizada e da persistência do herbicida no solo. Em virtude disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de *carryover* em cultura subsequente, como soja RR, feijão e milho, proporcionado pelos herbicidas trifluralin e S-metolachlor. Os herbicidas foram aplicados em pré-emergência 120 dias antes da semeadura das culturas. As doses de trifluralin utilizadas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foram: 0,00; 0,27; 0,54; 1,08; 2,16; e 4,32, e as de S-metolachlor ( $\text{kg ha}^{-1}$ ): 0,00; 0,36; 0,72; 1,44; 2,88; e 5,76. Para o herbicida trifluralin, pode-se observar apenas redução do teor de clorofila ( $\text{mg cm}^{-2}$ ) e na quantidade de massa seca produzida pelas plantas de feijão (IAPAR 81) aos 28 dias após o plantio (DAS), ao passo que em plantas de soja RR (CD 214) foi observada apenas a redução da massa seca. No caso do S-metolachlor, o herbicida provocou redução na altura e injúrias nas plantas de feijão aos 7 e 14 DAS, além da redução nos teores de massa seca. Em plantas de soja, o S-metolachlor alterou a quantidade de massa seca produzida e provocou fitointoxicação leve a moderada. Esses resultados mostram que, de acordo com a dose utilizada, tanto trifluralin como S-metolachlor podem provocar efeitos negativos nas culturas de soja RR (CD 214) e feijão (IAPAR 81), aplicados em pré-emergência 120 dias antes da semeadura das culturas. No entanto, esses herbicidas não interferiram no desenvolvimento das plantas de milho.

**Palavras-chave:** fitointoxicação, persistência, algodão.

*ABSTRACT - Applications of pre-emergence herbicides are designed to obtain residual activity at the beginning of the crop cycle and suppress the new flow of weeds. However, this can affect subsequent crops depending on the variety and persistence of the herbicides in soil. Thus, this study aimed to evaluate the herbicides' carry-over effect on subsequent cultures of soybean RR, beans (IAPAR 81) and maize, provided by trifluralin and S-metolachlor, applied in pre-emergence 120 days before crop sowing. The trifluralin doses ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) used were 0.00, 0.27, 0.54, 1.08, 2.16, and 4.32, and the S-metolachlor doses ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) were 0.00; 0.36, 0.72, 1.44, 2.88, and 5.76. For trifluralin, only a reduction in the chlorophyll content ( $\text{mg cm}^{-2}$ ) and in the amount of dry matter produced by the bean plants (IAPAR 81) was observed at 28 days after sowing (DAS), whereas in soybean RR plants (CD 214) only a reduction in the amount of dry matter was observed. S-metolachlor not only caused a reduction in height and injuries in the bean plants at 7 and 14 DAS, but also reduced the dry matter levels. In soybean, S-metolachlor affected the amount of dry matter produced and caused mild to moderate phytotoxicity. These results show that, depending on the dose used, both S-metolachlor and trifluralin may cause negative effects on soybean RR (CD 214) and beans (IAPAR 81), applied in pre-emergence at 120 days before crop sowing. However, these herbicides did not affect the development of the corn plants.*

**Keywords:** phytotoxicity, persistence, cotton.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 2.8.2011 e aprovado em 27.5.2012.

<sup>2</sup> Professor Associado, Núcleo de Estudos Avançados em Ciência das Plantas Daninhas – NAPD/UEM, Dep. de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790, 87020-9000 Maringá-PR; <sup>3</sup> Eng<sup>a</sup>-Agr<sup>a</sup>, Doutorando(a) do curso de Pós-Graduação em Agronomia na área de Proteção de Plantas, NAPD/UEM.



## INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os países que mais produzem e exportam algodão, tendo ocupado uma área plantada aproximada de 1,4 milhão de hectares na safra 2010/2011, atingindo uma produção total de 5,1 milhões de toneladas (IBGE, 2011). Considerada região de destaque na produção de algodão do País, o Centro-Oeste brasileiro possui condições edafoclimáticas favoráveis à cotonicultura, por se adaptarem às irregularidades na distribuição de chuvas da região.

Responsável por 44,8% da produção nacional, o Estado do Mato Grosso é de grande destaque no setor algodoeiro, tendo aumentado sua área cultivada de 5,2 mil hectares na safra de 1978/1979 para 408,10 mil hectares na safra de 2009/2010, atingindo uma produtividade de 1.363 kg de plumas por hectare (CONAB, 2011).

Entre os principais fatores que concorrem para o comprometimento da produtividade do algodoeiro estão as plantas daninhas. A convivência da cultura com as plantas infestantes durante todo o ciclo pode causar perdas que variam de 60 a 90% na produtividade, além dos inconvenientes na colheita e em relação à redução da qualidade da fibra (Nóbrega et al., 1998).

Devido ao aumento da área cultivada de algodão, o uso de herbicidas tornou-se a maneira mais eficaz de controle das plantas infestantes, sendo o trifluralin e o S-metolachlor herbicidas intensamente utilizados no controle de plantas daninhas no algodão. Ambos são aplicados diretamente no solo, em pré-emergência ou pré-plantio incorporado.

As aplicações de herbicidas em pré-emergência têm por finalidade, além do controle das plantas daninhas, a obtenção da atividade residual no início do ciclo das culturas, suprimir novos fluxos de plantas daninhas e, assim, permitir que a cultura possa emergir no limpo, prevenindo a interferência precoce, até que outra forma de controle seja adotada. No entanto, dependendo da dose utilizada, das propriedades físico-químicas das moléculas de herbicidas e das condições edafoclimáticas do local, esses herbicidas podem permanecer no solo (Hinz, 2001), afetando o desenvolvimento das culturas subsequentes, como soja, milho e feijão.

O S-metolachlor é um composto não-ionizável que pertence ao grupo químico das acetamidas e utilizado para controle de algumas monocotiledôneas e dicotiledôneas; atua como inibidor da parte aérea das plantas, de forma seletiva para as culturas de milho, soja (Vidal & Fleck, 2001) e algodão. Estudos em laboratório mostraram que a meia-vida do S-metolachlor no solo varia entre 6 e 100 dias (Mersie et al., 2004; Accinelli et al., 2005; Ma et al., 2006); em campo, dependendo das condições de temperatura, umidade e tipo de solo, pode perdurar por muito mais tempo.

O trifluralin pertence ao grupo químico dinitroanilina. Sua baixa solubilidade, associada a condições de manejo, solo e clima que favoreçam a persistência do produto no solo e à sensibilidade de certas espécies de plantas, pode, eventualmente, proporcionar resíduos de maior duração que o esperado (Silva et al., 1998).

Assim, esses herbicidas podem permanecer no solo até a estação seguinte de cultivo em concentrações capazes de causar danos a culturas subsequentes.

O objetivo deste trabalho foi analisar o efeito de *carryover* de doses crescentes dos herbicidas S-metolachlor e trifluralin utilizados no algodão em culturas subsequentes de feijão, milho e soja RR.

## MATERIAL E MÉTODOS

Seis experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, no período de novembro de 2010 a abril de 2011. As amostras de solo utilizadas foram de textura franco-arenosa, provenientes de uma litossequência localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi, no município de Maringá, PR, coletado na profundidade de 0 a 20 cm. Após a coleta, as amostras foram submetidas a um processo de separação de raízes, torrões, palha e outras impurezas, por meio de uma peneira com malha de 4 mm.

As amostras de solo foram submetidas a análises para determinar as características químicas e granulométricas. Os resultados das análises apresentaram as seguintes características: pH em água de 5,40; 3,18 cmol<sub>c</sub> de H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup> dm<sup>-3</sup> de solo; 2,48 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>+2</sup>; 0,85 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>+2</sup>; 0,20 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>;

2,58 mg dm<sup>-3</sup> de P; 9,72 g dm<sup>-3</sup> de C; 15% de areia grossa; 29% de areia fina; 6% de silte; e 50% de argila. Em todas as etapas deste trabalho, as unidades experimentais foram constituídas de vasos com capacidade para 3 dm<sup>3</sup> de solo.

Para cada herbicida e cultura, foram conduzidos experimentos isolados, totalizando seis ensaios, sendo dois herbicidas e três culturas. As aplicações foram realizadas no dia 12/11/2010, sendo 120 dias antes da semeadura de feijão (IAPAR 81), milho (30F35) e soja RR (CD 214). Os herbicidas e as doses utilizadas referem-se a ¼, ½, 1, 2 e 4 vezes a dose recomendada para a aplicação em pré-emergência da cultura do algodão, além de uma testemunha sem aplicação de herbicida. Assim, as doses em kg ha<sup>-1</sup> foram de 0,00; 0,27; 0,54; 1,08; 2,16 e 4,32 para trifluralin e de 0,00; 0,36; 0,72; 1,44; 2,88 e 5,76 para S-metolachlor.

Para as aplicações dos herbicidas, foi utilizado pulverizador costal pressurizado com CO<sub>2</sub>, com pressão constante de 35 lb pol<sup>-2</sup>, equipado com três pontas XR 110.02, espaçadas em 0,5 m entre si e posicionadas 0,5 m da superfície dos alvos, proporcionando uma vazão de 200 L ha<sup>-1</sup> de calda. As condições no momento da aplicação dos tratamentos foram de velocidade do vento inferior a 2,5 km h<sup>-1</sup>, solo úmido, temperatura do ar de 26 °C e umidade relativa de 70%. A aplicação foi realizada simultaneamente para todos os experimentos.

Após a aplicação, as unidades experimentais foram irrigadas com lâmina d'água de 5,0 mm, sendo o mesmo volume de água disponibilizado diariamente até o término dos

experimentos, mantendo assim a umidade uniforme. A semeadura de soja RR (CD 214), feijão (IAPAR 81) e milho (30F35) foi realizada no dia 13/3/2011.

O delineamento experimental utilizado nos seis experimentos foi inteiramente casualizado com oito repetições, sendo cada experimento composto por um herbicida, cinco doses e uma testemunha sem a aplicação de herbicida.

Foram realizadas avaliações de fitointoxicação das culturas, altura das plantas (cm), teor de clorofila (mg cm<sup>-2</sup>) e massa seca (g por planta).

Nas avaliações visuais de fitointoxicação da cultura, foram atribuídas notas por meio da escala EWRC (EWRC, 1964), com valores de 1 a 9, em que 1 significa ausência de sintomas e 9 a morte das plantas (Tabela 1). As avaliações foram feitas aos 7, 14, 21 e 28 dias após a semeadura (DAS).

Na última avaliação (28 DAS), foi determinada a altura (cm) das plantas para os seis ensaios, sendo a medida correspondente à altura do colo da planta até a inserção do último trifólio completamente expandido, no caso da soja RR e do feijão. Para as plantas de milho, considerou-se a altura do colo da planta até a extremidade basal do limbo da última folha totalmente aberta.

Na mesma ocasião, foram feitas avaliações dos parâmetros fotossintéticos, com auxílio do aparelho SPAD-502 (Minolta, Ramsey, NJ), que mede o teor de clorofila. As medidas de absorção são realizadas em um comprimento de onda de 650 e 940 nm, a fim de

**Tabela 1** - Índice de avaliação e sua descrição de fitointoxicação (EWRC, 1964)

Índice de avaliação	Descrição da fitointoxicação
1	Sem dano
2	Pequenas alterações (descoloração, deformação) visíveis em algumas plantas
3	Pequenas alterações visíveis em muitas plantas (clorose e encarquilhamento)
4	Forte descoloração ou razoável deformação, sem ocorrer necrose
5	Necrose de algumas folhas, acompanhada de deformação em folhas e brotos
6	Redução no porte das plantas, encarquilhamento e necrose das folhas
7	Mais de 80% das folhas destruídas
8	Danos extremamente graves, sobrando pequenas áreas verdes nas plantas
9	Morte da planta



estimar os teores de clorofila (Richardson et al., 2002; Pinkard et al., 2006). As leituras SPAD foram realizadas em uma folha por planta e no folíolo ou na folha terminal. O aparelho foi colocado de forma aleatória apenas no tecido mesofoliar, evitando-se as nervuras principais. O teor de clorofila foi calculado usando a equação de Arnon (1949) e expresso em miligramas de clorofila por  $\text{cm}^2$  de tecido foliar.

Feito isso, a parte aérea das plantas de soja, feijão e milho foi colhida, por meio de corte rente ao solo, encerrada em sacos de papel, os quais foram colocados em estufa a  $65\text{ }^\circ\text{C}$  até peso constante, e pesada, para que fosse obtido o acúmulo de massa seca, que foi expresso em g por planta.

Os resultados da avaliação de altura, teor de clorofila e massa seca foram inicialmente submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa estatístico Sisvar. No caso de ser constatada significância estatística, realizou-se a análise de regressão, com auxílio do programa SigmaPlot 10.0 (Sigmaplot, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de trifluralin 120 dias antes da semeadura das culturas não provocou sintomas de fitointoxicação e redução da altura em todas as doses testadas, para as avaliações aos 7, 14, 21 e 28 DAS em plantas de soja RR (CD 214), feijão (IAPAR 81) e milho (30F35) (Tabela 2). Esse fato pode ser explicado, pois o trifluralin possui  $K_{oc}$  alto, tornando-o praticamente imóvel no solo. Navarro et al. (2009) afirmam que compostos com altos valores de  $K_{oc}$  possuem menor mobilidade no solo do que compostos com valores menores de  $K_{oc}$ , impossibilitando o contato da zona de absorção das raízes com o herbicida, não afetando assim a fitotoxicidade e a redução da altura das plantas.

No entanto, o S-metolachlor proporcionou sintomas de fitointoxicação leves a moderados, variando de acordo com a dose. Foram observados encarquilhamento das folhas e inibição temporária do crescimento das plantas de soja aos 7 DAS, porém, aos 14 DAS, esses sintomas diminuíram, até desaparecerem aos 21 DAS.

A clorose das folhas cotiledonares foi um dos sintomas apresentados pelas plantas de feijão, além daqueles observados na cultura da

soja aos 7 e 14 DAS pelas aplicações de doses crescentes do S-metolachlor. Pode-se observar ainda que os sintomas de fitointoxicação diminuem com o decorrer do tempo: aos 21 e 28 DAS, as folhas jovens do feijoeiro não demonstraram sintomas de injúrias. Soltani (2008), testando aplicações de S-metolachlor em pós-emergência do feijão Red Mexican Bean e feijão-carioca, observou injúrias visuais de no mínimo 7%.

O S-metolachlor é um herbicida do grupo das cloroacetamidas, as quais são usadas para manejo de plantas daninhas em milho, soja e algumas variedades de feijão (Soltani et al., 2008); entretanto, esses sintomas são provavelmente causados pelo contato das moléculas do herbicida com a zona de absorção das raízes das plantas de feijão.

Na cultura do milho não foram constatadas injúrias mesmo quando se empregou quatro vezes a dose comercial recomendada para aplicações em pré-emergência do algodão.

Por ser o S-metolachlor o herbicida que mais causou injúrias nas culturas subsequentes testadas, pode-se observar ainda redução no porte das plantas de feijão (Tabela 3). Essa redução pode ser observada na Figura 1B, sendo ela inversamente proporcional ao aumento da dose.

Quanto à variável teor de clorofila ( $\text{mg cm}^{-2}$ ), não foi observada redução dos teores nas plantas de soja e milho semeadas 120 dias após a aplicação dos herbicidas trifluralin e S-metolachlor, em todas as doses utilizadas. Entretanto, em plantas de feijão houve redução dessa variável – fato esse não observado para o herbicida S-metolachlor na mesma cultura (Figura 1A).

Mesmo que esses herbicidas não tenham alterado consideravelmente algumas das variáveis analisadas, sabe-se que são inúmeros os fatores que podem afetar os processos metabólicos e, assim, prejudicar o desenvolvimento adequado das plantas. Para aferir melhor o efeito desses herbicidas nas três culturas testadas, foi avaliado o teor de massa seca, sendo este resultado de todos os processos metabólicos.

Assim, observaram-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para a variável massa seca

**Tabela 2** - Avaliações de fitointoxicação (escala EWRC) das culturas de soja RR (CD 214), feijão (IAPAR 214) e milho semeadas 120 dias após a aplicação dos tratamentos

Fitointoxicação - Escala EWRC*							
Soja RR (CD 214)							
Trifluralin (kg ha <sup>-1</sup> )	7 DAS	14 DAS	21/28 DAS	S-metolachlor (kg ha <sup>-1</sup> )	7 DAS	14 DAS	21/28 DAS
0,00	1,0	1,0	1,0	0,00	1,0	1,0	1,0
0,27	1,0	1,0	1,0	0,38	2,0	1,5	1,0
0,54	1,0	1,0	1,0	0,75	3,2	1,5	1,0
1,08	1,0	1,0	1,0	1,50	3,5	2,0	1,0
2,16	1,0	1,0	1,0	3,00	3,5	2,5	1,0
4,32	1,0	1,0	1,0	6,00	4,0	2,5	1,0
Feijão IAPAR 81							
0,00	1,0	1,0	1,0	0,00	1,0	1,0	1,0
0,27	1,0	1,0	1,0	0,38	3,0	1,0	1,0
0,54	1,0	1,0	1,0	0,75	2,0	1,0	1,0
1,08	1,0	1,0	1,0	1,50	3,0	1,5	1,0
2,16	1,0	1,0	1,0	3,00	3,5	1,5	1,0
4,32	1,0	1,0	1,0	6,00	3,5	2,0	1,0
Milho (30F35)							
0,00	1,0	1,0	1,0	0,00	1,0	1,0	1,0
0,27	1,0	1,0	1,0	0,38	1,0	1,0	1,0
0,54	1,0	1,0	1,0	0,75	1,0	1,0	1,0
1,08	1,0	1,0	1,0	1,50	1,0	1,0	1,0
2,16	1,0	1,0	1,0	3,00	1,0	1,0	1,0
4,32	1,0	1,0	1,0	6,00	1,0	1,0	1,0

**Tabela 3** - Valores de F calculado para as variáveis altura média (cm), teor de clorofila (mg cm<sup>-2</sup>) e massa seca (g por planta) das plantas de soja RR, feijão e milho aos 28 DAS

Cultura	Tratamento	Altura (cm)		Teor de clorofila (mg cm <sup>-2</sup> )		Massa seca (g por planta)	
		F (5%)	NS <sup>1/</sup>	F (5%)	NS <sup>1/</sup>	F (5%)	NS <sup>1/</sup>
Soja RR	Trifluralin	0,095	$\hat{Y} = \bar{Y} = 12,90$	0,572	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,0145$	28,686*	-
	S-metolachlor	2,151	$\hat{Y} = \bar{Y} = 13,55$	2,159	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,0133$	24,251*	-
Feijão	Trifluralin	0,482	$\hat{Y} = \bar{Y} = 13,70$	23,477*	-	462,317*	-
	S-metolachlor	6,304*	-	0,282	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,0136$	18,986*	-
Milho	Trifluralin	1,208	$\hat{Y} = \bar{Y} = 7,08$	0,317	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,0090$	0,805	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,41$
	S-metolachlor	0,098	$\hat{Y} = \bar{Y} = 7,75$	0,050	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,0080$	0,409	$\hat{Y} = \bar{Y} = 0,40$

\* Análise de variância significativa a 5% de probabilidade. <sup>1/</sup> NS = análise de variância não significativa a 5% de probabilidade.

(g por planta) nas culturas de soja e feijão semeadas 120 dias após a aplicação dos herbicidas trifluralin e S-metolachlor (Tabela 2); contudo, essa diferença não foi observada para a cultura do milho (30F35).

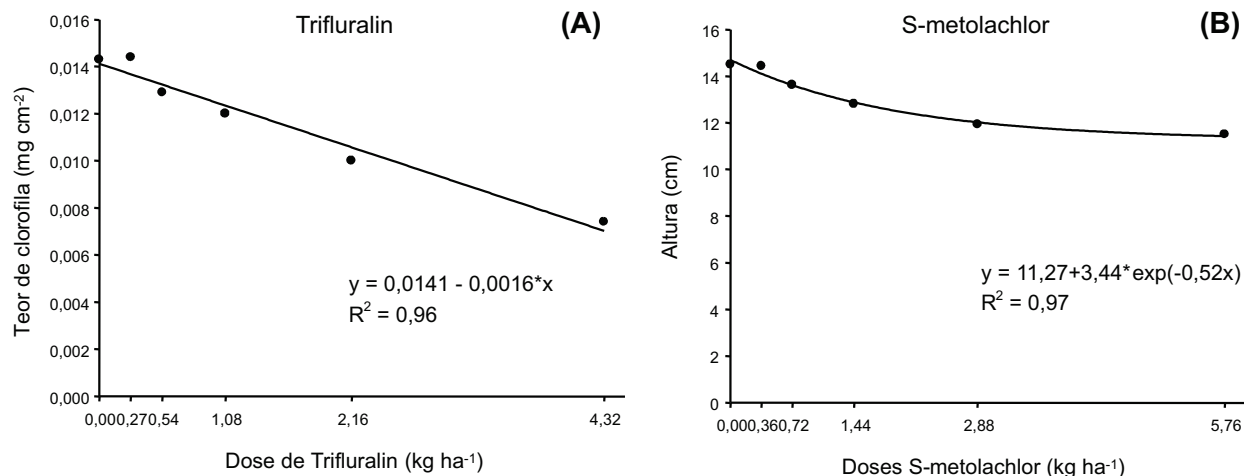
No caso do trifluralin, houve redução acentuada na produção de massa seca nas doses de 0,27 e 0,54 kg ha<sup>-1</sup>, a qual se estabilizou a

partir da dose de 1,08 kg ha<sup>-1</sup>. A degradação do herbicida no solo é um dos fatores que podem ter colaborado para esse efeito residual, podendo ser de maior ou menor intensidade, dependendo das condições edafoclimáticas locais.

A degradação do trifluralin pode ser por via química, microbiana e por fotólise. No caso de aplicações pré-emergentes, a degradação







**Figura 1** - Teor de clorofila (A) e altura (B) das plantas de feijão aos 28 DAS, em doses crescentes de trifluralin e S-metolachlor. Cada ponto representa oito repetições independentes.

ocorre principalmente via microbiana, o que ocorre principalmente em condições anaeróbicas, como as que se verificam em solos de drenagem insuficiente, quando as chuvas são sucessivas (Rodrigues & Almeida, 2005). Em condições anaeróbicas, em um mesmo período de tempo, o herbicida trifluralin degradou 98%, ao passo que em condições aeróbicas ocorreu apenas 25% da decomposição (Rodrigues & Almeida, 2005).

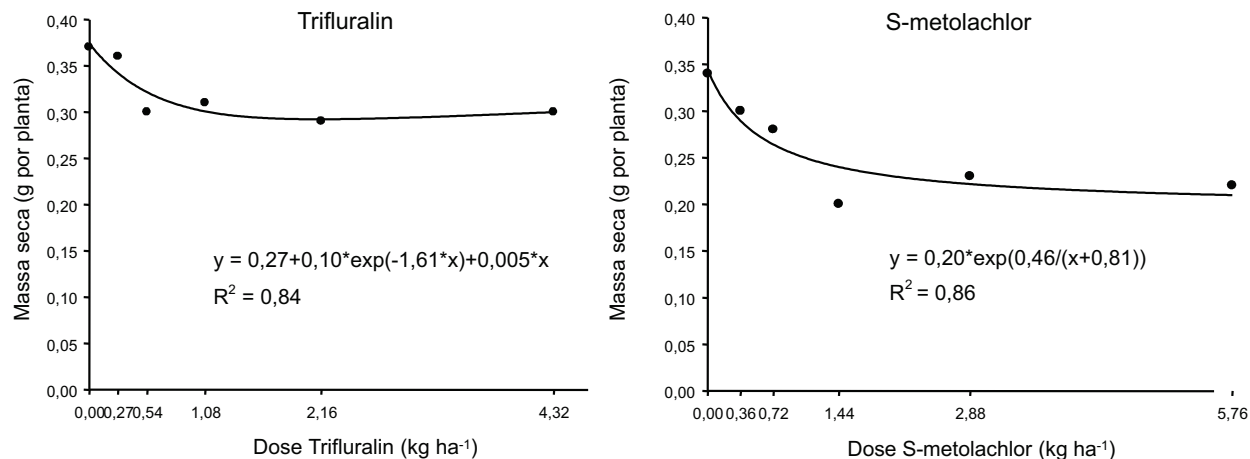
A degradação microbiana do trifluralin está relacionada principalmente com os microrganismos presentes no solo, sendo os principais fungos responsáveis por essa degradação: *Sclerotium rolfsii*, *Aspergillus niger*, *Fusarium* sp. e *Trichoderma* sp. (Rodrigues & Almeida, 2005).

Pode-se supor que nas condições em que o experimento foi conduzido, em casa de vegetação, a atividade microbiana teve sua ação desfavorecida, ou seja, as altas temperaturas e a umidade do solo não favoreceram o desenvolvimento e a atividade dos principais fungos decompositores do trifluralin, favorecendo assim a atividade do herbicida.

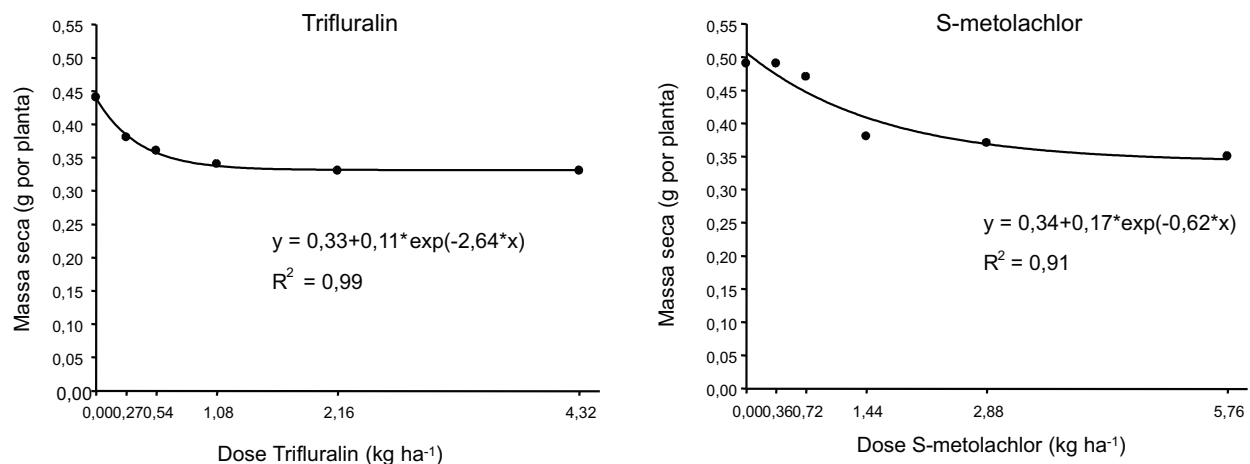
O S-metolachlor proporcionou redução acentuada nos teores de massa seca até a maior dose testada para as culturas de soja e feijão. Pode-se observar que o comportamento apresentado pelo trifluralin foi semelhante ao do S-metolachlor, no qual a dissipação se dá pela combinação da degradação microbiológica e pelo tempo em que o herbicida fica adsorvido

ao solo (LeBaron et al., 1988; Pignatello et al., 1991; Accinelli et al., 2001). Trabalhos de campo e laboratório demonstram que a intensidade da dissipação desse herbicida está relacionada à biomassa e atividade microbiana no solo (Staddon et al., 2001; Accinelli et al., 2006); assim, quanto menor a umidade do solo, maior é a supressão da população microbiana.

Nas condições em que o experimento foi conduzido e de acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que a persistência dos herbicidas trifluralin e S-metolachlor aplicados 120 dias antecedendo a semeadura de soja, feijão e milho não alterou o desenvolvimento das plantas de milho (30F35). No entanto, esses herbicidas afetaram o desenvolvimento das plantas de soja RR (CD 214) e feijão (IAPAR 81). O trifluralin provocou redução na quantidade de massa seca nas plantas de feijão (IAPAR 81) e soja RR (CD 214), porém afetou apenas o teor de clorofila (mg cm<sup>-2</sup>) nas plantas de feijão. No caso do S-metolachlor, o herbicida provocou injúrias visuais aos 7 e 14 DAS e redução da massa seca em plantas de feijão e soja; ele provocou redução na altura apenas em plantas de feijão. Esses efeitos foram observados sobretudo quando se utilizaram 2,16 e 4,32 kg ha<sup>-1</sup> de trifluralin e 2,88 e 5,76 kg ha<sup>-1</sup> de S-metolachlor, sendo esses valores duas e quatro vezes, respectivamente, a dose recomendada para aplicações em pré-emergência do algodão.



**Figura 2** - Massa seca (g por planta) das plantas de soja RR (CD 214) aos 28 DAS, em doses crescentes dos herbicidas trifluralin e S-metolachlor. Cada ponto representa oito repetições independentes.



**Figura 3** - Massa seca (g por planta) das plantas de feijão aos 120 DAA e 28 DAS, em doses crescentes dos herbicidas trifluralin e S-metolachlor. Cada ponto representa oito repetições independentes.

## LITERATURA CITADA

ACCINELLI, C. et al. Atrazine and metolachlor degradation in subsoils. **Biol. Fert. Soils.**, v. 33, n. 6, p. 495-500, 2001.

ACCINELLI, C. et al. Influence of flooding on the degradation of linuron, isoproturon and metolachlor in soil. **Agron. Sustain. Develop.**, v. 25, n. 3, p. 401-406, 2005.

ACCINELLI, C. et al. Effects of the antimicrobial agent sulfamethazine on metolachlor persistence and sorption in soil. **Chemosphere**, v. 63, n. 9, p. 1539-1545, 2006.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiol.**, v. 24, n. 1 p. 1-15, 1949.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. 2010. **Algodão**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t>>. Acesso em: 29 jun. 2011.

EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL – EWRC. Report of the 3<sup>th</sup> and 4<sup>th</sup> meetings of EWRC- Committee of methods in weed research. **Weed Res.**, v. 4, n. 1, p. 88, 1964.

HINZ, C. Description of sorption data with isotherm equations. **Geoderma**, v. 99, n. 3/4, p. 225-243, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Lavouras – Produção de cereais, leguminosas e oleaginosas**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201105comentarios.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201105comentarios.pdf)>. Acesso em: 29 jan. 2011.



- LEBARON, H. M. et al. Metolachlor. **In:** KEARNEY, P. C.; KAUFMAN, D. D, (Eds.). **Herbicide:** chemistry, degradation and mode of action, New York: Marcel Dekker, v. 3. 1988. p. 335-382.
- MA, Y. et al. Enantioselective degradation of rac-metolachlor and S-metolachlor in soil. **Pedosphere**, v. 16, n. 4, p. 489-494, 2006.
- MERSIE, W. et al. Degradation of metolachlor in bare and vegetated soils and in simulated water-sediment systems. **Environ. Toxicol. Chem.**, v. 23, n. 11, p. 2627-2632, 2004.
- NAVARRO, S. et al. Rate of loss of simazine, terbuthylazine, isoproturon and methabenzthiazuron during soil solarization. **J. Agric. Food Chem.**, v. 57, n. 14, p. 6375-6382, 2009.
- NÓBREGA, L. B. et al. Controle químico de plantas daninhas na cultura do algodão herbáceo. **R. Oleag. Fibrosas**, v. 2, n. 1, p. 61-69, 1998.
- PIGNATELLO, J. J.; HUANG, L. Q. Sorptive reversibility of atrazine and metolachlor residues in field soil samples. **J. Environ. Qual.**, v. 20, n. 1, p. 222-228, 1991.
- PINKARD, E. A. et al. Chlorophyll and nitrogen determination for plantation-grown *Eucalyptus nitens* and *E. globulus* using a non-destructive meter. **For. Ecol Manag.**, v. 223, n. 1. p. 211-217, 2006.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina: 2005. 591 p.
- RICHARDSON A. D. et al. An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content. **New Phytol.**, v. 153, n. 1, p. 185-194, 2002.
- SIGMAPLOT – **Scientific Graphing Software**. Version 10.0. 2007.
- SILVA, A. A. et al. Avaliação da atividade residual no solo de imazaquin e trifluralin através de bioensaios com milho. **Acta Sci.**, v. 20, n. 3, p. 291-295, 1998.
- SOLTANI, N. et al. Response of pinto and small red mexican bean to postemergence herbicides. **Weed Technol.**, v. 22, n. 1, p. 195-199, 2008.
- STADDON, W. J.; LOCKE, M. A.; ZABLOTOWICZ, R. M. Microbiological characteristics of a vegetative buffer strip soil and degradation and sorption of metolachlor. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v. 65, n. 4, p. 1136-1142, 2001.
- VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Inibidores do crescimento da parte aérea. In: VIDAL, R. A.; MEROTO JR., A. (Orgs.). **Herbicidologia**. Porto Alegre: Evangraf, 2001. p. 123-130.

