

## ATIVIDADE RESIDUAL DE HERBICIDAS APLICADOS EM DIFERENTES MODALIDADES NO ALGODOEIRO SOBRE MILHO CULTIVADO EM SUCESSÃO

ELIEZER ANTÔNIO GHENO<sup>1</sup>, RUBEM SILVÉRIO OLIVEIRA JR.<sup>1</sup>,  
JAMIL CONSTANTIN<sup>1</sup>, DENIS FERNANDO BIFFE<sup>1</sup>, GUILHERME BRAGA PEREIRA  
BRAZ<sup>1</sup>, FABIANO APARECIDO RIOS<sup>1</sup>, FELIPE GUILHERME FERREIRA FORNAZZA<sup>1</sup>,  
VINÍCIUS DINIZ BARIZON GONÇALVES<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil - [eliezer.gheno@gmail.com](mailto:eliezer.gheno@gmail.com),  
[rubem.oliveirajr@gmail.com](mailto:rubem.oliveirajr@gmail.com), [constantin@teracom.com.br](mailto:constantin@teracom.com.br), [denisbiffe@gmail.com](mailto:denisbiffe@gmail.com), [guilhermebrag@gmail.com](mailto:guilhermebrag@gmail.com), [fabianoap.rios@gmail.com](mailto:fabianoap.rios@gmail.com), [felipe.fornazza@gmail.com](mailto:felipe.fornazza@gmail.com), [vinciusdinizbg@gmail.com](mailto:vinciusdinizbg@gmail.com)

---

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.14, n.3, p. 335-345, 2015*

**RESUMO** – Herbicidas que apresentam longa persistência na solução do solo, como o fomesafen, podem apresentar problemas em culturas semeadas em sucessão devido ao efeito residual no solo. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar se tratamentos aplicados em pré-emergência contendo fomesafen empregados na cultura do algodoeiro podem comprometer a cultura do milho cultivado em sucessão. Na condição experimental, a aplicação do herbicida fomesafen e associações desse a outros herbicidas aplicados em pré e em pós-emergência inicial utilizados na cultura do algodoeiro não acarretaram efeitos significativos em nenhuma das variáveis avaliadas, resultando em ausência de *carryover* sobre o híbrido de milho AG 7098 PRO 2, semeado 264 e 257 dias após a aplicação dos herbicidas em pré e em pós-emergência inicial, respectivamente.

**Palavras-chave:** *Zea mays*, *Gossypium hirsutum*, *carryover*, fitointoxicação, persistência.

## RESIDUAL ACTIVITY OF HERBICIDES APPLIED IN DIFFERENT MODALITIES IN COTTON ON CORN CULTIVATED IN SUCCESSION

**ABSTRACT** – Herbicides that have long persistence in the soil solution, as fomesafen, can present problems in rotational crops due to their residual effect in soil. Thus, the initial aim of this study was to evaluate whether treatments containing fomesafen applied pre-emergence in cotton, may compromise the corn grown in succession. Under the experimental conditions the application of fomesafen alone or associated to other herbicides applied in pre-and early post-emergence in cotton did not result in significant effects on any variable, resulting in the absence of *carryover* effect on corn hybrid AG 7098 PRO 2, sowed 264 and 257 days after herbicide application in pre and early post-emergence, respectively.

**Key words:** *Zea mays*, *Gossypium hirsutum*, *carryover*, phytotoxicity, persistence.

O sucesso da produção do algodoeiro está relacionado ao controle dos fatores bióticos que incidem durante o ciclo, sendo a interferência imposta pela presença de plantas daninhas uma das mais danosas para o rendimento da cultura (Dan et al., 2011). A competição entre a comunidade infestante e o algodoeiro por água, luz, nutrientes e espaço físico faz com que a produtividade possa ser reduzida em até 80%, quando não se adota nenhum método de controle durante o ciclo do algodão (Freitas et al., 2002). Além da redução quantitativa de produtividade, a convivência com determinadas espécies de plantas daninhas prejudica a qualidade da fibra produzida.

Na cultura do algodoeiro, a utilização de herbicidas em pré-emergência é fundamental dentro do manejo de plantas daninhas, de forma que, mesmo com a chegada de eventos biotecnológicos que permitiram a utilização de herbicidas até então não seletivos (como o amônio-glufosinato e o glifosato), as aplicações em pré-emergência continuam a ser utilizadas em larga escala.

Entretanto, deve-se observar que produtos com longa persistência na solução do solo podem se constituir em sério problema, especialmente em relação à intoxicação de culturas semeadas em sucessão, efeito conhecido como *carryover* (Gheno et al., 2015).

O herbicida fomesafen foi recentemente registrado para a cultura do algodoeiro. A possibilidade de usar um inibidor de PROTOX em pré-emergência na cultura do algodoeiro abre a perspectiva de utilização de um novo mecanismo de ação nesta cultura, o que representa uma importante alternativa não só para o aumento do número de opções de herbicidas, mas também uma ferramenta imprescindível no manejo dos casos de resistência cruzada e múltipla, já observados nesta cultura (Francischini et al., 2014).

O fomesafen é um herbicida bastante conhecido, sendo um dos mais eficientes no controle de dicotiledôneas, nas culturas do feijoeiro e da soja, além de apresentar, no solo, atividade residual (Oliveira Neto et al., 2015). Além do controle das plantas daninhas emergidas, o fomesafen apresenta atividade residual suficientemente longa para causar injúrias em espécies semeadas até 112 dias após a aplicação deste herbicida (Artuzi & Contiero, 2006; Dan et al., 2012).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar se tratamentos herbicidas aplicados em pré-emergência na cultura do algodoeiro podem comprometer a cultura do milho cultivado em sucessão.

O experimento foi instalado no município de Santa Helena de Goiás, GO (17° 50' 19,4" de latitude Sul, 50°35'98,6" de longitude Oeste e 553 m de altitude), no período de fevereiro de 2012 a abril de 2013, em área de solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, apresentando 470 g kg<sup>-1</sup> de argila, 50 g kg<sup>-1</sup> de silte, 480 g kg<sup>-1</sup> de areia, saturação de bases de 51%, 1,68% de Carbono Orgânico e pH em água de 6,2.

O manejo de plantas daninhas antecedendo a semeadura do algodão foi realizado por meio de duas aplicações de paraquat (600 g ha<sup>-1</sup>), realizadas sete e um dia antes da semeadura.

A semeadura da cultivar de algodoeiro DP 555 BGRR<sup>®</sup> foi realizada de forma mecanizada no dia 2 de fevereiro de 2012. As sementes receberam tratamento com abamectina (0,150 L 100 kg semente<sup>-1</sup>) e thiamethoxam (0,210 L 100 kg sementes<sup>-1</sup>). O espaçamento entrelinhas foi de 0,76 m e a densidade de semeadura foi de 10 sementes por metro. Simultaneamente, realizou-se adubação de base com 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 02-20-18. Utilizou-se adubação complementar em cobertura com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N aos 35 dias após a emergência (DAE), na forma de ureia, aplicada por meio de adubadora de discos.

No mesmo dia em que se realizou a semeadura, foi feita a aplicação em pré-emergência (A), sendo que as condições ambientais foram de temperatura média de 29,1°C, UR média de 52%, velocidade do vento de 3,7 km h<sup>-1</sup> e solo úmido. Aos sete dias após a emergência, foi realizada a segunda aplicação, em pós-emergência inicial (B) (“orelha-de-onça”). Nesta data, as condições ambientais foram de temperatura média de 27,3°C, UR média de 57%, velocidade do vento de 2,4 km h<sup>-1</sup> e solo parcialmente úmido. As aplicações foram realizadas com um pulverizador costal à base de CO<sub>2</sub>, munido de pontas XR110.02, mantido à pressão de 35 lb.pol<sup>-2</sup>, resultando em volume de calda equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup>.

Todos os tratamentos foram capinados durante todo o ciclo do algodão, para eliminar possíveis interferências das plantas daninhas em relação aos herbicidas aplicados.

O manejo de plantas daninhas depois da colheita do algodão e antes da semeadura do milho foi realizado por meio de duas dessecações, sendo a primeira realizada aos 20 dias antes da semeadura, utilizando a mistura em tanque de glifosato (1920 g ha<sup>-1</sup>) e 2,4 D (806 g ha<sup>-1</sup>), e a segunda um dia antes da semeadura, utilizando paraquat (400 g ha<sup>-1</sup>).

A adubação de semeadura do milho consistiu na aplicação de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 08-20-18. A semeadura foi realizada no dia 23/10/2012, utilizando o híbrido simples AG 7098 PRO 2. O espaçamento adotado foi de 0,45 m entrelinhas, com densidade de 2,7 semente m<sup>-1</sup>. Utilizou-se adubação complementar em cobertura com 100 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, quando a cultura se encontrava em estágio V4 de desenvolvimento.

O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições e com testemunhas duplas, onde, para cada parcela com um tratamento

herbicida testado, existem duas parcelas adjacentes sem a aplicação de herbicida, conforme a metodologia previamente descrita por Constantin et al. (2007). Os tratamentos com diferentes combinações de aplicações de fomesafen e clomazone na cultura do algodão, que foram avaliados no milho cultivado em sucessão, estão descritos conforme a Tabela 1.

Cada unidade experimental foi composta por sete linhas de milho com 6 m de comprimento. Foram desconsideradas, nas avaliações, 0,5 m de cada extremidade das parcelas. Os dados de precipitação, temperatura máxima e mínima durante o período em que o ensaio foi conduzido estão apresentados na Figura 1.

Todos os tratamentos foram capinados durante todo o ciclo do milho para eliminar o efeito da mato-competição sobre a produtividade da cultura, deixando as plantas expostas apenas ao efeito dos herbicidas.

Foram realizadas avaliações de fitointoxicação das plantas de milho aos 7, 14 e 28 DAE por meio de escala visual (EWRC, 1964). Foram realizadas também duas avaliações aos 80 DAE, uma de altura de inserção da espiga (medindo a altura desde o nível do solo até a inserção da espiga no colmo em dez plantas aleatórias na área útil da parcela) e outra de altura de inserção do pendão (medindo a altura desde o nível do solo até a inserção do pendão no ápice do colmo em dez plantas aleatórias na área útil da parcela). Aos 120 DAE, avaliou-se o diâmetro do colmo logo abaixo da inserção da espiga em dez plantas aleatórias na área útil da parcela.

Para determinar a produtividade de milho de cada tratamento, procedeu-se à colheita de todas as espigas da área útil. As espigas colhidas foram trilhadas com auxílio de uma trilhadora manual de parcelas e os grãos foram posteriormente separados das impure-

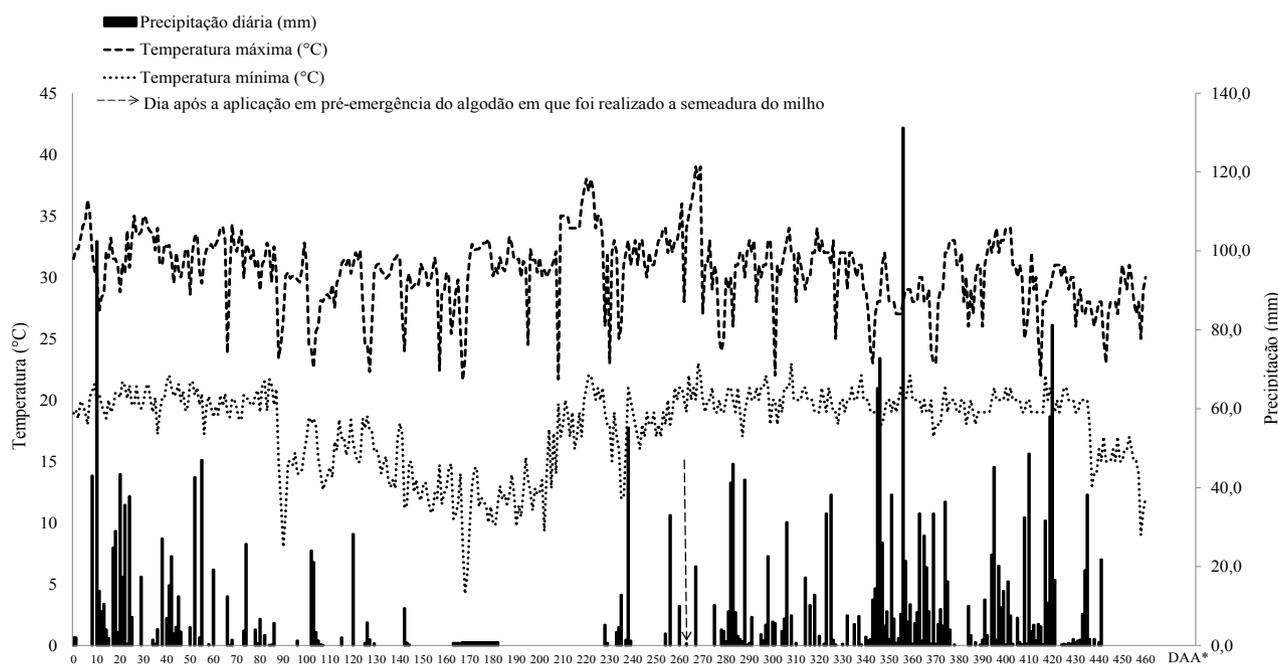
**TABELA 1.** Tratamentos e respectivas doses utilizadas no experimento com diferentes combinações de aplicações contendo fomesafen utilizadas na cultura do algodão RR®. Santa Helena de Goiás (GO), 2012/2013.

Aplicação A – Pré-emergência (g ha <sup>-1</sup> )	Aplicação B – Pós-emergência 7 DAE (g ha <sup>-1</sup> )
1 - Fomesafen (450)	-
2 - Fomesafen (625)	-
3 - Fomesafen + prometryne (450 + 1250)	-
4 - Fomesafen + prometryne (625 + 1250)	-
5 - Fomesafen + diuron (450 + 1250)	-
6 - Fomesafen + diuron (625 + 1250)	-
7 - Fomesafen + trifluralin (450 + 1818)	-
8 - Fomesafen + trifluralin (625 + 1818)	-
9 - Fomesafen + S-metolachlor (450 + 768)	-
10 - Fomesafen + S-metolachlor (625 + 768)	-
11 - Fomesafen + trifluralin + diuron (450 + 1818 + 1250)	-
12 - Fomesafen + trifluralin + prometryne (450 + 1818 + 1250)	-
13 - Fomesafen (450)	S-metolachlor (768)
14 - Fomesafen (625)	S-metolachlor (768)
15 - Fomesafen + prometryne (450 + 1250)	S-metolachlor (768)
16 - Fomesafen + prometryne (625 + 1250)	S-metolachlor (768)
17 - Fomesafen + diuron (450 + 1250)	S-metolachlor (768)
18 - Fomesafen + diuron (625 + 1250)	S-metolachlor (768)
19 - Fomesafen + trifluralin (450 + 1818)	S-metolachlor (768)
20 - Fomesafen + trifluralin (625 + 1818)	S-metolachlor (768)
21 - Fomesafen + S-metolachlor (450 + 768)	S-metolachlor (768)
22 - Fomesafen + S-metolachlor (625 + 768)	S-metolachlor (768)
23 - Fomesafen + trifluralin + diuron (450 + 1818 + 1250)	S-metolachlor (768)
24 - Fomesafen + trifluralin + prometryne (450 + 1818 + 1250)	S-metolachlor (768)

zas e pesados. Foram retiradas amostras para determinação de umidade (determinador de umidade portátil modelo Mini GAC) de cada parcela e os dados de produtividade foram convertidos para 13% de umidade.

Após a coleta e a tabulação dos dados, estes foram submetidos à análise de variância, sendo as médias das variáveis significativas comparadas pelo teste de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Nenhum dos tratamentos contendo fomesafen (isolado ou em aplicações combinadas com outros herbicidas) aplicados ao algodoeiro causou injúrias visíveis nas plantas de milho aos 7, 14 e 28 DAE, além de não ter afetado a altura de inserção da primeira espiga, a altura de inserção do pendão, o diâmetro do colmo (Tabela 2) e a produtividade da cultura (Tabela 3).



\*Dias após as aplicações dos tratamentos com herbicidas em pré-emergência na cultura do algodoeiro.

**FIGURA 1.** Temperatura máxima e mínima diária e precipitação pluvial diária durante o período de condução do experimento com diferentes combinações de aplicações contendo fomesafen utilizadas na cultura do algodão RR<sup>®</sup>. Santa Helena de Goiás (GO), 2012/2013.

Inúmeros são os fatores responsáveis pela atividade residual de um herbicida no solo. Dentre eles, se destacam as características físico-químicas e microbiológicas do solo, além das condições edafoclimáticas de uma determinada região. O processo de dissipação de herbicidas no ambiente também está relacionado com as propriedades físico-químicas do herbicida, com o manejo empregado e com o sistema de cultivo utilizado.

O fomesafen é considerado um herbicida ácido fraco (pKa 2,83) (Rodrigues & Almeida, 2011), predominando na forma neutra quando o pH do meio se encontra abaixo do seu pKa e na forma aniônica quando o pH do meio é mais alto do que o pKa. O

solo da área experimental apresentava pH de 6,2. Assim, devido ao predomínio da forma aniônica do fomesafen, baixa sorção ao solo deve ter acontecido, o que possibilitou maior lixiviação (Oliveira et al., 2005), diminuindo a concentração deste na solução do solo. Além disso, valores maiores de pH podem aumentar solubilidade e biodisponibilidade do fomesafen (Weber, 1993).

O prometryne é um herbicida de dissociação básica para o qual a retenção das moléculas é influenciada, principalmente, pelo teor de carbono e argila do solo e que apresenta índice de sorção (Koc) entre 400 e 500 mL g<sup>-1</sup> de solo. Trata-se, portanto, de um herbicida com mobilidade intermediária em solos de

**TABELA 2.** Altura de inserção da espiga (cm), altura de inserção do pendão (cm) e diâmetro do colmo (mm) do milho RR® em função da aplicação de diferentes combinações de aplicações contendo fomesafen utilizadas na cultura do algodão RR®. Santa Helena de Goiás (GO), 2012/2013.

Variáveis	Altura de inserção da espiga			Altura de inserção do pendão			Diâmetro do colmo		
	Trat <sup>1</sup>	Test <sup>2</sup>	Dif. <sup>3</sup>	Trat <sup>1</sup>	Test <sup>2</sup>	Dif. <sup>3</sup>	Trat <sup>1</sup>	Test <sup>2</sup>	Dif. <sup>3</sup>
T1	134,15	126,40	-7,75	231,55	228,67	-2,88	15,35	15,11	-0,24
T2	123,40	126,45	3,05	219,35	230,85	11,50	16,18	16,44	0,26
T3	135,05	131,77	-3,28	236,20	231,15	-5,05	15,83	16,05	0,22
T4	125,30	125,25	-0,05	235,65	227,35	-8,30	15,96	15,18	-0,78
T5	128,45	125,90	-2,55	230,30	230,27	-0,03	15,46	16,09	0,63
T6	129,80	125,45	-4,35	233,60	232,12	-1,48	15,47	14,43	-1,04
T7	123,70	129,32	5,62	232,20	234,95	2,75	16,21	15,33	-0,88
T8	132,40	126,37	-6,03	231,75	232,25	0,50	15,54	15,14	-0,40
T9	130,33	124,35	-5,98	230,25	231,82	1,57	16,07	14,78	-1,29
T10	129,90	126,45	-3,45	237,50	236,97	-0,53	15,26	15,75	0,49
T11	133,05	131,85	-1,20	241,45	233,55	-7,90	17,00	16,09	-0,91
T12	127,95	132,52	4,57	233,00	230,62	-2,38	15,69	15,43	-0,26
T13	128,35	125,92	-2,43	232,75	228,05	-4,70	16,34	15,74	-0,60
T14	123,40	123,37	-0,03	228,70	230,22	1,52	16,26	15,98	-0,28
T15	129,90	126,90	-3,00	226,60	234,70	8,10	16,10	15,40	-0,70
T16	130,40	127,82	-2,58	237,75	232,52	-5,23	15,48	16,10	0,62
T17	126,50	129,90	3,40	230,10	234,60	4,50	15,80	16,77	0,97
T18	130,90	127,95	-2,95	235,30	232,40	-2,90	15,42	15,13	-0,29
T19	121,95	124,02	2,07	252,85	249,05	-3,80	15,62	15,50	-0,12
T20	131,64	135,85	4,21	239,65	234,52	-5,13	15,44	15,12	-0,32
T21	123,40	125,72	2,32	245,75	250,95	5,20	17,12	16,05	-1,07
T22	131,35	129,25	-2,10	250,00	256,37	6,37	15,82	15,46	-0,36
T23	131,75	128,85	-2,90	238,85	236,62	-2,23	15,87	14,95	-0,92
T24	128,35	124,20	-4,15	235,90	227,82	-8,08	16,44	15,78	-0,66
CV (%)	10,53	-	-	9,89	-	-	9,18	-	-
F	0,29ns	-	-	0,37ns	-	-	0,70ns	-	-

<sup>1/</sup> Tratamentos com herbicida; <sup>2/</sup> Testemunha sem herbicida; <sup>3/</sup> Diferença entre testemunha sem herbicida e tratamento com herbicida;

<sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

textura média. Cao et al. (2008) estudaram a mobilidade do prometryne em dois solos diferentes. O primeiro solo apresentava 9,36 g kg<sup>-1</sup> de M.O, 29,5 g kg<sup>-1</sup> de argila e pH 7,65 em água; já o segundo apresentava 20,9 g kg<sup>-1</sup> de M.O, 49,4 g kg<sup>-1</sup> de argila e pH 4,92

em água. Desse modo, o seu caráter de dissociação básica (pKa = 4,09) (Rodrigues & Almeida, 2011) deve ter feito com que houvesse predomínio de cargas neutras, diminuindo a sorção desse herbicida aos coloides do solo, ocorrendo maior lixiviação quando

**TABELA 3.** Produtividade de milho (kg ha<sup>-1</sup>) RR® em função da aplicação de diferentes combinações de aplicações contendo fomesafen utilizadas na cultura do algodão RR®. Santa Helena de Goiás (GO), 2012/2013.

Tratamentos	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )		
	Tratamentos com herbicida (TH)	Testemunha sem herbicida (T)	Diferença entre TH e T
T1	9468,70	8389,90	-1078,10
T2	8556,50	8049,50	-506,90
T3	9095,50	8895,20	-200,20
T4	8631,40	8446,10	-185,20
T5	8989,40	8128,20	-861,20
T6	9457,20	8880,30	-576,80
T7	7748,30	8203,90	455,70
T8	8423,00	8788,30	365,30
T9	8303,00	9101,20	798,20
T10	8488,80	9120,00	631,80
T11	9503,20	9686,10	183,00
T12	9557,70	9033,80	-523,80
T13	8177,70	8593,60	415,90
T14	8699,20	8676,80	-22,30
T15	8085,90	8719,90	633,90
T16	9582,80	9108,90	-473,90
T17	8684,30	8592,80	-91,50
T18	8739,60	8772,10	32,40
T19	8124,60	8641,70	517,10
T20	8394,60	8907,60	513,10
T21	8566,60	8458,30	-108,20
T22	9750,50	9157,90	-592,50
T23	7889,40	8499,90	610,40
T24	9188,80	8647,50	-541,20
CV (%)		19,11	
F		0,44 <sup>ns</sup>	

<sup>ns</sup> Não significativo pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

comparado ao segundo solo, cujo pH era próximo ao pKa do prometryne, resultando em baixa mobilidade.

O diuron é um herbicida não-ionizável, sendo relativamente persistente em solos (meia vida de dissipação de 90 a 180 dias) (Rodrigues & Almeida,

2011). Diversos estudos indicaram que o comportamento sortivo do diuron apresenta correlação positiva com os teores de matéria orgânica e CTC do solo (Spurlock & Biggar, 1994), sendo considerado pouco lixiviável em solos argilosos. Já em solos com baixos

teores de matéria orgânica apresenta maior potencial de lixiviação.

Rocha et al. (2013) observaram correlações positivas entre o coeficiente de sorção do diuron e a matéria orgânica ( $r = 0,96$ ) e o teor de argila ( $r = 0,92$ ), enfatizando assim a maior capacidade de sorção do herbicida em solos com elevados teores de matéria orgânica e de argila. Também observaram correlação positiva entre o coeficiente de sorção e a CTC efetiva ( $r = 0,66$ ); porém, não se observou correlação com pH dos solos.

A dessorção dos herbicidas é muito importante, pois determina a taxa de liberação e o potencial de mobilidade desses compostos nos solos. Os herbicidas com menor taxa de dessorção podem ter maior risco para as culturas em sucessão (Liu et al., 2010). Nesse sentido, Rocha et al. (2013), avaliando o comportamento sortivo e dessortivo do diuron em quatro latossolos, verificaram taxas distintas de dessorção entre estes solos. Tais autores constataram que solos com baixos teores de matéria orgânica ( $8 \text{ g kg}^{-1}$ ) e argila ( $270 \text{ g kg}^{-1}$ ) apresentam alta porcentagem de dessorção, o que pode favorecer uma maior movimentação do herbicida no perfil do solo. A conjuntura de fatores citados anteriormente, que ditam a interação do herbicida diuron com o solo, pode ter afetado a persistência e a atividade residual do mesmo durante o período entre a sua aplicação e o plantio do milho, resultando na não ocorrência do efeito *carryover*.

Devido aos teores intermediários de argila ( $47 \text{ g kg}^{-1}$ ) e de matéria orgânica ( $28,9 \text{ g kg}^{-1}$ ), presume-se que o diuron em um primeiro momento pode ter sido adsorvido ao solo e, à medida que ocorreu o processo de dessorção ao longo do grande período entre a sua aplicação e a semeadura do milho, a molécula foi exposta à ação degradadora dos microrganismos, à fotólise e à lixiviação.

Tal hipótese corrobora os resultados encontrados por Inoue et al. (2006), que constataram que na presença de luz houve aumento na degradação do diuron, principalmente através da fotólise do herbicida. A desalogenação é a reação fotoquímica mais comum para herbicidas como o diuron. Neste tipo de reação, devido à elevada energia envolvida, a irradiação ultravioleta pode desalogenar diretamente até mesmo os halogênios mais estáveis ligados a anéis aromáticos (Vulliet et al., 2002).

A disponibilidade da molécula orgânica na solução do solo e o aumento da atividade microbiana são essenciais para que o herbicida seja decomposto. Por isso, o teor de água no solo é fundamental. A água garante um ambiente com uma fonte de carbono, um herbicida e íons disponíveis para que os microrganismos se multipliquem. O volume do acumulado de precipitação observado foi de aproximadamente 900 mm em um período de 264 DAA.

O trifluralin é pouco lixiviável e a sua volatilização e degradação aumentam com a elevação da temperatura e da umidade do solo (Gomez de Barreda et al., 1993). A baixa solubilidade ( $\leq 1 \text{ mg L}^{-1}$ ) do produto, quando associada a condições de manejo, solo e clima que favoreçam a persistência do produto no solo e a sensibilidade de certas espécies de plantas, pode eventualmente proporcionar resíduos de maior duração do que o esperado. Entretanto, não foram verificadas diferenças significativas em nenhuma das variáveis avaliadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Santos et al. (2012), ao avaliarem efeito de *carryover* de doses crescentes do trifluralin sobre a cultura do milho. Silva et al. (1998) constataram baixa mobilidade do trifluralin no perfil do solo, relatando que para esse composto a lixiviação é mínima. Tal característica se deve ao fato de o trifluralin possuir Koc alto, tornando-o praticamente imóvel no solo.

Outros fatores, como alta volatilização (PV = 13,7 MPa) e alta suscetibilidade à fotólise em superfície, podem ter contribuído para baixa atividade residual do trifluralin no solo.

O S-metolachlor é um composto não ionizável cuja meia vida no solo varia entre seis e 100 dias (Mersie et al., 2004) em campo; dependendo das condições de temperatura, umidade e tipo de solo, pode perdurar por muito mais tempo. A sua adsorção é maior com o aumento do conteúdo de matéria orgânica e argila, caracterizando-o como um composto de adsorção intermediária ao solo (Inoue et al., 2010). Procópio et al. (2001) concluíram que a profundidade de lixiviação desse herbicida depende da ocorrência e da intensidade de chuvas ou da irrigação que ocorrem após a aplicação, além dos teores de argila e de matéria orgânica no solo. No trabalho realizado por Bowman (1990), verificou-se que o herbicida submetido a uma lâmina de água de 50,8 mm foi lixiviado até 40 cm de profundidade, sugerindo que, quando aplicado em solos agrícolas nas doses recomendadas, seria minimamente lixiviado sob condições meteorológicas normais, a menos que uma chuva forte ocorresse logo após a aplicação. Inoue et al. (2010), ao avaliarem o potencial de lixiviação sob diferentes simulações de precipitações pluviais em dois solos com texturas contrastantes, constataram que, em solo de textura argilosa (43,8 g kg<sup>-1</sup>) com 43 g dm<sup>-3</sup> de M.O, a lixiviação de S-metolachlor (1,44 kg ha<sup>-1</sup>) foi de até 15 cm de profundidade e somente após uma precipitação maior que 80 mm.

Outro fator de dissipação do herbicida em campo se deve a fotodegradação, principalmente quando o composto fica exposto a um longo período na ausência de precipitação sobre a superfície do solo. Em experimento feito a campo, estimou-se que até 50% do S-metolachlor aplicado degradou-se em função da fotólise (Senseman, 2007).

## Conclusão

A aplicação do herbicida fomesafen isolado ou em associações com outros herbicidas aplicados em pré e pós-emergência inicial na cultura do algodão não acarretou diferenças significativas em nenhuma das variáveis avaliadas, resultando em ausência do efeito *carryover* sobre o híbrido de milho AG 7098 PRO 2 semeado 264 e 257 dias após a aplicação dos herbicidas em pré e pós-emergência inicial, respectivamente.

## Referências

- ARTUZI, J. P.; CONTIERO, R. L. Herbicidas aplicados na soja e produtividade do milho em sucessão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília v. 41, n. 7, p. 1119-1123, 2006.
- BOWMAN, B. T. Mobility and persistence of alachlor, atrazine and metolachlor in plainfield sand, and atrazine and isazofos in honeywood silt loam, using field lysimeters. **Environmental Toxicology and Chemistry**, New York, v. 9, n. 4, p. 453-461, 1990.
- CAO, J.; GUO, H.; ZHU, M. H.; JIANG, L.; YANG, H. Effects of SOM, surfactant and pH on the sorption-desorption and mobility of prometryne in soils. **Chemosphere**, Oxford, v. 70, n. 11, p. 2127-2134, 2008.
- CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CAVALIERI, S. D.; ARANTES, J. G. Z.; ALONSO, D. G.; ROSO, A. C. Estimativa do período que antecede a interferência de plantas daninhas na cultura da soja, Var. Coodetec 202, por meio de testemunhas duplas. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 2, p. 231-237, 2007.

- DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; DAN, L. G. M.; BRAZ, G. B. P.; OLIVEIRA NETO, A. M.; D'AVILA, R. P. Seletividade de clomazone isolado ou em mistura para a cultura do algodoeiro. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 3, p. 601-607, 2011.
- DAN, H. A.; DAN, L. G. M.; BARROSO, A. L. L.; OLIVEIRA NETO, A. M. Resíduos de herbicidas utilizados na cultura da soja sobre o milho cultivado em sucessão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 86-91, 2012.
- EUROPEAN WEED RESEARCH COUNCIL. Report of 3rd and 4rd meetings of EWRC. Committee of methods in weed research. **Weed Research**, Oxford, v. 4, p. 88, 1964.
- FRANCISCHINI, A. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; SANTOS, G.; BRAZ, G. B. P.; DAN, H. A. First report of *Amaranthus viridis* resistance to herbicides. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 3, p. 571-578, 2014.
- FREITAS, R. S.; FERREIRA, L. R.; BERGER, P. G.; SILVA, A. C.; CECON, P. R.; SILVA, M. P. Interferência de plantas daninhas na cultura do algodão em sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, p. 197-205, 2002.
- GHENO, E. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; BIFFE, D. F.; MENEZES, C. C. E.; FRANCHINI, L. H. M.; OSIPE, J. B.; RAIMONDI, R. T. Carryover of herbicides applied in the pre-emergence of cotton on the corn grown in succession. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, v. 14, n. 2, p. 155-163, 2015.
- GÓMEZDEBARREDA, G. M.; LORENZO, E.; SAEZ, A. Residual herbicide movement in soil columns. **Science Total**, v. 132, n. 2, p. 155-165, 1993.
- INOUE, M. H.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; REGITANO, J. B.; TORMENA, C. A.; CONSTANTIN, J.; TORNISIELO, V. L. Sorption-desorption of atrazine and diuron in soils from southern Brazil. **Journal of Environmental Science and Health - Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes**, New York, v. 41, n. 5, p. 605-621, 2006.
- INOUE, M. H.; SANTANA, D. C.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CLEMENTE, R. A.; DALLACORT, R.; POSSAMAI, A. C. S.; SANTANA, C. T. C.; PEREIRA, K. M. Potencial de lixiviação de herbicidas utilizados na cultura do algodão em colunas de solo. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 4, p. 825-833, 2010.
- LIU, Y.; XU, Z.; WU, X.; GUI, W.; ZHU, G. Adsorption and desorption behavior of herbicide diuron on various Chinese cultivated soils. **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. 178, n. 1, p. 462-468, 2010.
- MERSIE, W.; MCNAMEE, C.; SEYBOLD, C.; WU, J.; TIERNEY, D. Degradation of metolachlor in bare and vegetated soils and in simulated water-sediment systems. **Environmental Toxicology and Chemistry**, New York, v. 23, n. 11, p. 2627-2632, 2004.
- OLIVEIRA, M. F.; PRATES, H. T.; SANS, L. M. A. Sorção e hidrólise do herbicida flazasulfuron. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 101-113, 2005.
- OLIVEIRA NETO, A. M.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; BARROSO, A. L. L.; BRAZ, G. B. P.; GUERRA, N.; GHENO, E. A. Selectivity of fomesafen to cotton. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 4, p. 759-770, 2015.

- PROCÓPIO, S. O.; SILVA, A. A.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, L. R.; MIRANDA, G. V.; SIQUEIRA, J. G. Efeito da irrigação inicial na profundidade de lixiviação do herbicida S-metolachlor em diferentes tipos de solos. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 409-417, 2001.
- ROCHA, P. R. R.; FARIA, A. T.; BORGES, L. G. F. C.; SILVA, L. O. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, E. A. Sorção e dessorção do diuron em quatro latossolos brasileiros. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 231-238, 2013.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guiadeherbicidas**. 6. ed. Londrina: Ed. dos Autores, 2011. 697 p.
- SANTOS, G.; FRANCISCHINI, A. C.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Carryover proporcionado pelos herbicidas s-metolachlor e trifluralin nas culturas de feijão, milho e soja. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 4, p. 827-834, 2012.
- SENSEMAN, S. **Herbicide handbook**. 9. ed. Lawrence: Weed Science Society of America, 2007. 458 p.
- SILVA, A. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CASTRO FILHO, J. E. Avaliação da atividade residual no solo de imazaquin e trifluralin através de bioensaios com milho. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 20, n. 3, p. 291-295, 1998.
- SPURLOCK, F.; BIGGAR, J. W. Thermodynamics of organic chemical partition in soils. II: Nonlinear partition of substituted phenylureas from aqueous solution. **Environmental Science and Technology**, Easton, v. 28, n. 6, p. 996-1002, 1994.
- VULLIET, E.; EMMELIN, C.; GRENIER-LOUSTALLOT, M. F.; PAISSÉ, O.; CHOVELON, J. M. Simulated sunlight-induced photodegradations of triasulfuron and cinosulfuron in aqueous solutions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 50, n. 5, p. 1081-1088, 2002.
- WEBER, J. B. Ionization and sorption of fomesafen and atrazine by soils and soil constituents. **Pesticide Science**, Oxford, v. 39, n. 1, p. 39-38, 1993.