

## **Movimentação de Herbicidas no Solo Aplicados Via Herbificação na Cultura do Feijão em Plantios Direto e Convencional**





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-5111

Dezembro, 2002

## ***Documentos 54***

# **Movimentação de Herbicidas no Solo Aplicados Via Herbificação na Cultura do Feijão em Plantios Direto e Convencional**

José Roberto Antoniol Fontes  
Antônio Alberto da Silva  
Rogério Faria Vieira  
Márcio Mota Ramos

Planaltina, DF  
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73301-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

http\www.cpac.embrapa.br

sac@cpac.embrapa.br

Supervisão editorial: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares*

Capa: *Chaile Cherne Soares Evangelista*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza /  
Jaime Arbués Carneiro*

**1ª edição**

1ª impressão (2002): tiragem 100 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.  
Embrapa Cerrados.

---

M935 Movimentação de herbicidas no solo aplicados via herbigeação na cultura do feijão em plantios direto e convencional / José Roberto Antoniol Fontes... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2002. 27 p.— (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; n. 54)

1. Feijão. 2. Herbicida. I. Fonte, José Roberto Antoniol. II. Série.

635.652 - CDD 21

---

© Embrapa 2002

# **Autores**

**José Roberto Antoniol Fontes**

Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Cerrados,  
roberto@cpac.embrapa.br

**Antônio Alberto da Silva**

Eng. Agrôn., Ph.D., Universidade Federal de Viçosa,  
aasilva@ufv.br

**Rogério Faria Vieira**

Eng. Agrôn., Ph.D., Epamig,  
rfvieira@homenet.com.br

**Márcio Mota Ramos**

Eng. Agrôn., Ph.D., Universidade Federal de Viçosa  
mmramos@ufv.br

# Apresentação

O controle de plantas daninhas com herbicidas é um componente importante no manejo integrado de populações infestantes em áreas agrícolas. Uma das técnicas que os produtores rurais empregam para aplicar o herbicida é a herbificação (via água de irrigação). Essa técnica tem sido altamente eficiente no controle e, em alguns casos, superior ao controle feito com a pulverização. Entretanto, são poucas as informações obtidas de experimentos principalmente os de campo. Uma questão importante, mas preocupante, refere-se ao destino de herbicidas aplicados via água de irrigação. A lixiviação é o processo pelo qual um herbicida pode se movimentar no perfil do solo e atingir águas subterrâneas poluindo corpos d'água. A questão é de grande relevância quando um herbicida é aplicado via irrigação, pois, o volume de água aplicado pode ser muito grande e exercer influência na sua movimentação no solo.

Esta publicação apresenta os resultados de um trabalho no qual foi avaliada a movimentação de herbicidas no solo, aplicados via água de irrigação, em áreas cultivadas, em sistemas de plantio direto e convencional. A técnica pode ser segura do ponto de vista ambiental em algumas situações, porém, somente com mais estudos desenvolvidos poder-se-ão definir, com boa margem de segurança, os critérios para a aplicação de herbicidas (ou qualquer outro defensivo) na água de irrigação.

*Carlos Magno Campos da Rocha*  
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

# Sumário

Introdução .....	9
Características dos Herbicidas Metolachlor e Fomesafen .....	10
Movimentação de Herbicidas no Solo e Sistema de Plantio .....	11
Considerações Finais .....	22
Referências Bibliográficas .....	22
Abstract .....	27

# Movimentação de Herbicidas no Solo Aplicados Via Herbigeação na Cultura do Feijão em Plantios Direto e Convencional

---

*José Roberto Antoniol Fontes*

*Antônio Alberto da Silva*

*Rogério Faria Vieira*

*Márcio Mota Ramos*

## Introdução

Atualmente, é prática comum realizar o controle de plantas daninhas na cultura do feijão utilizando-se de herbicidas. Além de ser eficiente, o controle químico é rápido e tem, às vezes, apresentado menor custo que o mecânico. Os herbicidas podem ser aplicados sobre o solo, em pré-plantio, incorporado e em pré-emergência ou sobre a parte aérea de plantas daninhas e culturas em pós-emergência. Segundo [Mbuya et al. \(2001\)](#), deve-se evitar o uso excessivo desses produtos, procurando sempre obter o equilíbrio entre máxima produção e proteção ao ambiente. Segundo [Oliveira Jr. \(1998\)](#), os herbicidas são os defensivos agrícolas detectados com maior frequência fora das áreas de aplicação.

Os herbicidas são geralmente aplicados por pulverização. Entretanto, a aplicação deles com água de irrigação vem sendo utilizada, com frequência, por produtores de feijão que utilizam tecnologias recentes. Normalmente, esses agricultores usam o pivô-central para essas aplicações. [Vieira & Silva \(1998\)](#) citam como vantagens dessa prática sobre pulverização: redução do custo de aplicação; de gastos com energia (óleo diesel); do emprego de mão-de-obra; da compactação do solo; de injúrias mecânicas às culturas; do perigo de contaminação do operador (alta diluição do produto) e do impacto ambiental (menor deriva);

melhor atividade do herbicida (incorporação no perfil do solo e redução de perdas ou por volatilização ou fotodecomposição); melhor uniformidade de aplicação; e maior compatibilidade com o sistema plantio direto (incorporação de produtos sem revolvimento do solo). Os mesmos autores apresentam como desvantagens: exigência de conhecimentos sobre o manejo e controle de plantas daninhas e manejo de irrigação; aumento dos custos de estabelecimento do sistema de irrigação devido à necessidade de adquirir equipamentos adicionais, como tanques de diluição, bombas injetoras, válvulas de segurança; aumento do risco de contaminação ambiental, se medidas de segurança não forem adotadas; aumento do tempo de aplicação, no caso do uso de pivô-central; e realização de irrigação desnecessária, quando o herbicida tiver de ser aplicado com o solo já úmido.

## Características dos Herbicidas Metolachlor e Fomesafen

O metolachlor é um herbicida que pertence ao grupo químico das acetanilidas, com registro para uso em pré-emergência na cultura do feijão para controle de espécies daninhas monocotiledôneas e algumas dicotiledôneas. De acordo com [Rodrigues & Almeida \(1998\)](#), esse herbicida apresenta baixa pressão de vapor ( $1,3 \times 10^{-5}$  mm de Hg, a 20° C) e solubilidade em água de 488 mg L<sup>-1</sup>, a 20 °C. Para que apresente boa eficiência no controle de plantas daninhas, é necessário que seja aplicado em solo úmido ([Barnes et al., 1992](#)). Sua absorção ocorre principalmente pelo coleótilo (em monocotiledôneas) ou pelo hipocótilo (em dicotiledôneas) quando essas partes das plântulas atravessam a camada de solo tratada com o herbicida. A absorção foliar e radical é desprezível, com translocação predominantemente xilemática ([Rodrigues & Almeida, 1998](#)). Entretanto, segundo [Fuerst \(1987\)](#), a absorção radicular também pode ser importante em gramíneas. Nas espécies sensíveis, o herbicida inibe a síntese de lipídios, possivelmente, por interferir na ação da acetil-coenzima A carboxilase. Essa enzima permite a carboxilação da acetil coenzima A, etapa inicial da rota metabólica da síntese de lipídios, atuando nas regiões meristemáticas dos pontos de crescimento. Nas plantas sensíveis, verificam-se rompimento de membranas celulares, inibição da divisão e alongação celular, paralisando o crescimento da plântula ([Vidal, 1997; Rodrigues & Almeida, 1998](#)). Apresenta sorção moderada aos colóides minerais e orgânicos do solo ([Ahrens, 1994](#)). Tem coeficiente de partição octanol-carbono orgânico (Koc) de 200 mL g<sup>-1</sup> e sua persistência no solo é de 15 a 50 dias ([Rodrigues & Almeida, 1998](#)).

O fomesafen é um herbicida pertencente ao grupo químico dos difeniléteres, registrado no Brasil para uso em pós-emergência na cultura do feijão, para controle de espécies daninhas dicotiledôneas anuais ([Rodrigues & Almeida, 1998](#)). Ele é mais eficiente em plantas daninhas em plena atividade metabólica e em condições de temperatura amena, elevada umidade relativa do ar e boa disponibilidade de água no solo ([Bolaños Espinoza et al., 1992](#)). Apresenta alta solubilidade em água ( $600.000 \text{ mgL}^{-1}$  a  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , formulação salina de sódio) e baixa pressão de vapor ( $10^{-7} \text{ mm de Hg}$  a  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ). A absorção é predominantemente foliar, ocorrendo também pequena absorção radical, com translocação xilemática ([Rodrigues & Almeida, 1998](#)). O mecanismo de ação é a inibição da enzima protoporfirinogênio oxidase (PROTOX), o que leva à formação excessiva de protofirinogênio IX e, conseqüentemente, geração de oxigênio singlete na presença de luz. O oxigênio singlete provoca peroxidação de lípidios e destruição de membranas celulares ([Vidal, 1997; Rodrigues & Almeida, 1998](#)).

O fomesafen tem  $K_{oc}$  de  $60 \text{ mL g}^{-1}$  e apresenta longa persistência no solo, com meia-vida de 60 a 180 dias, devendo-se observar intervalo de 150 dias entre a aplicação do fomesafen e a semeadura do milho ou do sorgo ([Cobucci et al., 1996; Rodrigues & Almeida, 1998](#)). [Bolaños Espinoza et al. \(1992\)](#) verificaram que a aplicação de doses de  $0,125 \text{ kg ha}^{-1}$  a  $2,2 \text{ kg ha}^{-1}$  não causou efeito tóxico ao trigo semeado 180 dias depois da aplicação do fomesafen provocando, porém, injúrias no milho e no sorgo com a aplicação de  $0,5 \text{ kg. ha}^{-1}$  nesse mesmo período.

## Movimentação de Herbicidas no Solo e Sistema de Plantio

[Keller & Weber \(1997\)](#) definem lixiviação como o processo em que o herbicida em solução é carregado para baixo, no perfil do solo principalmente, por meio de força gravitacional. Os autores consideram que outros fatores, como o gradiente de pressão de vapor ou difusão, também exercem influência nesse processo. Para [Lee & Weber \(1993\)](#) e, o movimento de herbicidas no solo depende ainda das características físico-químicas dos produtos e dos solos e das condições climáticas. Segundo alguns autores, a sorção dos herbicidas aos colóides orgânicos e minerais do solo é o principal fator que determina a lixiviação daqueles no solo. A sorção igualmente determina a concentração do herbicida na solução do solo a qual, por sua vez, afeta a quantidade absorvida pelas plantas e a disponível para a degradação química e biológica e para a volatilização ([Harper, 1994; Kim & Feagley, 1998; Oliveira Jr., 1998](#)).

De acordo com [Weber et al. \(1993\)](#), a mobilidade e a persistência de um herbicida no solo são importantes indicadores de seu potencial para contaminação de cursos de água e do lençol freático.

Quanto aos efeitos do sistema de plantio sobre a movimentação dos herbicidas no solo, os resultados não são consistentes. [Ritter et al. \(1994\)](#) avaliaram a movimentação de herbicidas em solo franco-arenoso. Não verificaram diferenças na movimentação dos herbicidas atrazine, simazine, cianazine e metolachlor no solo, ao comparar o sistema plantio direto com o convencional, em trabalho conduzido durante três anos. Resultados semelhantes, em solo franco-siltoso, foram observados por [Starr & Glotfelty \(1990\)](#) que não detectaram diferença no grau de lixiviação de atrazine no solo quando foram comparados os dois sistemas de plantio.

No entanto, de acordo com [Dao \(1995\)](#), o aumento da biomassa de resíduos culturais sobre o solo pode inibir a lixiviação de herbicidas pela interceptação e sorção desses produtos e verificaram maior movimentação de atrazine em áreas de plantio convencional que em plantio direto. Alguns autores como ([Dao, 1991](#); [Locke et al., 1994](#); [Reddy et al., 1995](#)) têm mostrado que os resíduos vegetais têm maior capacidade de sorção que o solo. Segundo [Zablotowicz et al. \(2000\)](#), a adoção do plantio direto pode afetar o destino de herbicidas por meio de interações com a matéria orgânica do solo, degradação microbiana e sorção desses produtos e seus metabólitos. A sorção de herbicida nos solos afeta, em maior ou menor grau, o destino, a atividade e a persistência dele no solo. Para a maioria dos herbicidas aniônicos e básicos, existe correlação direta entre sorção do herbicida e o conteúdo de matéria orgânica e colóides orgânicos e minerais ([Isensee et al., 1990](#); [Oliveira Jr., 1998](#)). Esses compostos têm alta afinidade por matéria orgânica que se acumula na superfície do solo. [Suba & Essington \(1999\)](#) afirmam que a maior sorção de herbicidas no solo, em área de plantio direto, é atribuída, primeiramente, ao maior teor de carbono orgânico dissolvido (COS) na superfície do solo, em relação a áreas com plantio convencional. O manejo de palhada e o mínimo revolvimento do solo no plantio direto aumentam o COS na superfície. Considerando que a retenção de compostos orgânicos no solo está altamente relacionada ao conteúdo de COS e à movimentação e à atividade desses compostos no solo, pode-se concluir que menor lixiviação de herbicidas ocorre em área de plantio direto.

Entretanto, parece que esses conceitos nem sempre são verdadeiros, pois se tem verificado, em alguns casos, mobilidade maior de herbicidas nos solos de área de

plântio direto. [Sigua et al. \(1993\)](#) e [Isensee & Sadeghi \(1995\)](#) atribuem esse fato ao menor escoamento superficial e à maior infiltração de água nesse sistema de plântio. [Isensee et al. \(1990\)](#) verificaram maior lixiviação de herbicidas em sistema plântio direto, em relação ao plântio convencional, quando choveu, durante três horas, logo depois a aplicação do herbicida. Resultados semelhantes foram observados por [Hall et al. \(1989\)](#) e [Isensee & Sadeghi \(1994\)](#) que recuperaram maiores quantidades de herbicidas na superfície de solos do plântio convencional que na do plântio direto. [Keller & Weber \(1997\)](#) observaram menor movimento do metolachlor em solo cultivado com soja do que em não cultivado. Segundo [Wilson et al. \(1998\)](#), no sistema plântio direto, é maior o conteúdo de matéria orgânica na superfície do solo. Por isso, há aumento da estabilidade de agregados e da quantidade de macroporos, aumentando o potencial de lixiviação de herbicidas, principalmente, em condição de saturação de água. Como nesses solos há alto conteúdo de carbono orgânico dissolvido (COD), a ligação de herbicidas ao COD aumenta-lhes a solubilidade em água, elevando seu transporte no solo. De acordo com [Heatwole et al. \(1997\)](#), além da maior quantidade de macroporos no solo, há considerável volume de canais formados por minhocas, artrópodes e raízes decompostas, favorecendo a lixiviação dos herbicidas. [Masse et al. \(1996\)](#) avaliaram a influência de sistemas de plântio sobre a lixiviação de atrazine e de metolachlor. Constataram maior lixiviação de atrazine em plântio direto do que em solo preparado convencionalmente. Todavia, não encontraram efeito de sistema de plântio na lixiviação do metolachlor.

Quando aplicado com a água de irrigação, sua incorporação no perfil do solo é rápida, o que também acarreta menores perdas por fotodecomposição e volatilização. Quando aplicado em solo seco, é necessária a ocorrência de chuva ou o uso de irrigação para proporcionar a movimentação e a ativação do metolachlor. [Keller et al. \(1998\)](#) verificaram que 41% do metolachlor aplicado por pulverização foi perdido por volatilização, quando a irrigação foi realizada 18 horas depois do uso do herbicida. Na herbificação, aplicando-se grande volume de água, ocorrem a distribuição e a incorporação do herbicida no solo, evitando-se perdas por volatilização e tornando-o imediatamente ativo.

Segundo [Burgard et al. \(1993\)](#) e [Keller et al. \(1998\)](#), a sorção do metolachlor no solo correlaciona-se positivamente com o conteúdo de ácidos húmicos, matéria orgânica e argilas, apresentando moderado potencial de lixiviação para o lençol freático. Conforme [Bowman \(1988\)](#), a irrigação ou a ocorrência de chuva antes ou depois do uso do metolachlor tem muita influência na sua

movimentação no solo. O autor notou que, em solo arenoso, cultivado com batata, o metolachlor aplicado por pulverização movimentou-se até 40 cm de profundidade. Durante a fase de coleta de amostras de solo para a determinação da profundidade de lixiviação (até 60 dias depois da aplicação do metolachlor), foram aplicados 380 mm de água. [Burgard et al. \(1993\)](#) observaram a presença do metolachlor, aplicado por pulverização, até 15 cm de profundidade em solo arenoso cultivado com batata, com o emprego de lâmina de água de 400 mm até 55 dias depois da aplicação do herbicida. [Procópio et al. \(2001\)](#) avaliaram a influência da irrigação (lâmina de água de 20 mm) antes e depois da aplicação do metolachlor pelo método convencional em cinco diferentes tipos de solos e constataram que, mesmo depois da irrigação, grande parte do metolachlor ficou concentrado na camada de 0 a 5 cm de profundidade nos seguintes solos: Podzólico Vermelho-Amarelo (35 dag kg<sup>-1</sup> de argila), Latossolo Roxo (34 dag kg<sup>-1</sup> de argila), Vermelho-Escuro (22 dag kg<sup>-1</sup> de argila) e Areia Quartzosa - turfosa (16 dag kg<sup>-1</sup> de argila). O metolachlor foi lixiviado até 20 cm de profundidade apenas em areia quartzosa (14 dag kg<sup>-1</sup> de argila). Nesse solo, esses autores verificaram, também, maior efeito fitotóxico do metolachlor quando se realizou irrigação logo depois da aplicação desse herbicida.

[Wiese & Turner \(1977\)](#) aplicaram o metolachlor com lâminas de água de 20 e 33 mm com pivô-central na cultura do milho e avaliaram sua movimentação em solo franco-argiloso (33 e 1,5 dag kg<sup>-1</sup> de argila e matéria orgânica, respectivamente). Quinze dias depois, o metolachlor aplicado com 20 mm não se movimentou além dos 5 cm no solo; com 33 mm ele atingiu a profundidade de 10 cm. [Barnes et al. \(1992\)](#) avaliaram a movimentação no solo do metolachlor aplicado via herbigeação, com lâmina de água de 13 mm e também por pulverização (250 L ha<sup>-1</sup>), em solo franco-siltoso (7,3 e 0,94 dag kg<sup>-1</sup> de argila e matéria orgânica, respectivamente) até 56 dias depois da aplicação do herbicida. Verificaram que não houve influência do método de aplicação na movimentação do herbicida no solo que se deslocou até 30 cm de profundidade. No período de condução do experimento, as irrigações e as chuvas somaram 213 mm. Em outro trabalho, [Abdel-Rahman et al. \(1999\)](#) aplicaram o herbicida alachlor via herbigeação (aspersão convencional), com lâmina de água de 6,4 mm e por pulverização (187 L ha<sup>-1</sup>), em solo franco-arenoso, com 6 e 0,8 dag kg<sup>-1</sup> de argila e matéria orgânica, respectivamente. Observaram que, aplicada uma chuva simulada de 47 mm, o alachlor movimentou-se no solo até 10 cm de profundidade quando se utilizou a herbigeação. No caso de sua aplicação por pulverização, ele se deslocou até 5 cm de profundidade.

[Weber et al. \(1993\)](#) avaliaram a movimentação do fomesafen em colunas de solo (Latosolo Vermelho-Escuro, 66 dag kg<sup>-1</sup> de argila) e observaram que ele apresentou baixa mobilidade, com 94% da quantidade aplicada concentrando-se na profundidade de até 17,5 cm, depois da aplicação de lâmina de água de 500 mm (12,5 mm dia<sup>-1</sup>). [Cobucci \(1996\)](#) avaliou a lixiviação em campo do fomesafen em um Latossolo Vermelho-Escuro (71 dag kg<sup>-1</sup> de argila) e verificou que o fomesafen, aplicado por pulverização (0,125 a 0,50 kg ha<sup>-1</sup>), ficou concentrado na camada de solo de 0 a 10 cm de profundidade. Segundo [Weber \(1993\)](#), [Weber et al. \(1993\)](#) e [Cobucci \(1996\)](#) a baixa mobilidade do fomesafen nos solos brasileiros pode ser atribuída à sua sorção aos colóides orgânicos e minerais do solo e aos óxidos de ferro e alumínio.

[Fontes \(2002\)](#) avaliou a movimentação no solo do metolachlor (2,4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) e do fomesafen (0,225 kg i.a. ha<sup>-1</sup>) aplicados em pré-emergência e em pós-emergência, respectivamente, com água de irrigação de um pivô-central em plantio direto e convencional. As características físico-químicas da área onde foi conduzido o trabalho, um Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico, fase Terraço, são descritas na [Tabela 1](#).

Na herbigeação, o metolachlor e o fomesafen foram aplicados com lâminas de água de 5, 10 e 15 mm e 3, 6 e 9 mm, respectivamente. Os herbicidas também foram aplicados com pulverizador pressurizado com CO<sub>2</sub>, com volume de calda equivalente a 200 L ha<sup>-1</sup>. A avaliação da lixiviação dos herbicidas, no solo, foi feita por meio de bioensaios em casa de vegetação. Amostras de solo nas áreas tratadas foram retiradas, quinzenalmente, nas camadas de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 15 cm de profundidade. Também foi feita coleta de amostra de solo em área que não recebeu a aplicação dos herbicidas (testemunha). A primeira amostragem, num total de quatro, foi feita 15 dias depois da aplicação dos herbicidas. O híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor*) BR 304 foi usado como planta indicadora da presença de herbicidas nas amostras de solo.

Vê-se, na [Tabela 2](#), que, 15 dias depois da aplicação, o metolachlor só foi detectado, de modo significativo, na camada de solo de 0 a 5 cm na área do plantio convencional quando se utilizou a herbigeação. Na pulverização, a não-deteção do herbicida na camada de 0 a 5 cm foi devida, provavelmente, às maiores perdas do produto por fotodecomposição e volatilização, em relação às herbigeações. Aplicado via água de irrigação, mesmo com lâminas de água de 5 mm, o herbicida parece ter sido suficientemente incorporado ao solo para reduzir essas perdas.

**Tabela 1.** Análise textural e química de amostras do solo coletadas na camada de 0 a 15 cm de profundidade.

<b>Características</b>	<b>Plantio direto</b>	<b>Plantio convencional</b>
Areia grossa (dag kg <sup>-1</sup> )	26	33
Areia fina (dag kg <sup>-1</sup> )	14	14
Silte (dag kg <sup>-1</sup> )	11	10
Argila (dag kg <sup>-1</sup> )	49	43
Classificação textural	Argila	Argila-arenosa
pH em água (1:2,5)	5,50	5,60
Al trocável (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>2/</sup>	0,06	0,00
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>2/</sup>	3,56	3,41
P (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>1/</sup>	30,23	11,62
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>2/</sup>	2,34	2,25
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>2/</sup>	0,73	0,70
K (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>1/</sup>	42,00	28,00
Matéria orgânica (dag kg <sup>-1</sup> ) <sup>3/</sup>	2,83	2,57
Soma de bases (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>2/</sup>	3,20	3,03
CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>2/</sup>	3,26	3,03
CTC total (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ) <sup>2/</sup>	6,76	6,44
Saturação de bases (%)	47,30	47,10
Saturação de alumínio (%)	1,80	0,00

<sup>1/</sup> Extrator Melich-1.<sup>2/</sup> Extrator KCl, 1 mol L<sup>-1</sup>.<sup>3/</sup> Método de Walkley e Black.**Tabela 2.** Massa de plantas secas de sorgo cultivadas em amostras de solo coletadas em diferentes profundidades, 15 dias depois da herbigeação ou da pulverização do metolachlor (2,4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>).

<b>Tratamentos Avaliados</b>	<b>Porcentagem da Massa de Plantas Secas<sup>1/</sup></b>						
	<b>Plantio Direto</b>			<b>Convencional</b>			
	<b>0-5 cm</b>	<b>5-10 cm</b>	<b>10-15 cm</b>	<b>0-5 cm</b>	<b>5-10 cm</b>	<b>10-15 cm</b>	
Herbigeação	5 mm	99 ± 1,1	99 ± 1,7	98 ± 1,7	65 ± 5,1	100	94 ± 1,1
	10 mm	97 ± 2,5	97 ± 4,0	98 ± 2,3	70 ± 3,4	96 ± 1,1	96 ± 1,7
	15 mm	97 ± 2,6	96 ± 0,5	99 ± 1,1	69 ± 3,0	98 ± 2,1	98 ± 2,5
Pulverização (200 L ha <sup>-1</sup> )		98 ± 2,8	94 ± 3,0	100	97 ± 2,1	99 ± 1,1	97 ± 2,8
Testemunha		100	100	100	100	100	100

<sup>1/</sup> Em relação à testemunha considerada como 100%.

Vale ressaltar que a lavoura só começou a ser irrigada quatro dias depois da aplicação do metolachlor. Até a data da primeira amostragem (15 dias depois da aplicação), foram aplicados, na área, 53 mm de lâminas de água. Segundo [Ahrens \(1994\)](#), as perdas do metolachlor por volatilização são geralmente baixas. A fotodecomposição, no entanto, é a principal causa de dissipação do produto, principalmente, em condições secas e quando o metolachlor permanece na superfície do solo.

Nas avaliações feitas aos 30, 45 e 60 dias depois da aplicação do metolachlor (Tabelas 3, 4 e 5), o sorgo praticamente não acusou a presença do herbicida. Esses resultados confirmam a meia-vida relativamente curta desse herbicida no solo. De acordo com [Rodrigues & Almeida \(1998\)](#), o metolachlor tem persistência média no solo de 15 a 50 dias, dependendo do tipo de solo, do conteúdo de matéria orgânica e das condições edafoclimáticas.

Segundo [Ahrens \(1994\)](#), a lixiviação do metolachlor geralmente é insignificante quando o conteúdo de matéria orgânica do solo é maior que 2 dag kg<sup>-1</sup>. O solo utilizado para a realização deste estudo continha mais de 2 dag kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica, além de 49 e 43 dag kg<sup>-1</sup> de argila no plantio direto e no convencional, respectivamente, na camada de solo de 0 a 15 cm ([Tabela 1](#)). Isso explica a presença do herbicida apenas na camada de solo de 0 a 5 cm no plantio convencional.

**Tabela 3.** Massa de plantas secas de sorgo cultivadas em amostras de solo coletadas em diferentes profundidades, 30 dias depois da herbificação ou da pulverização do metolachlor (2,4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>).

Tratamentos Avaliados	Porcentagem da Massa de Plantas Secas <sup>1/</sup>						
	Plantio Direto			Convencional			
	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	
Herbificação	5 mm	94 ± 2,3	96 ± 2,4	96 ± 2,6	94 ± 4,7	96 ± 4,0	98 ± 2,8
	10 mm	94 ± 3,2	97 ± 3,0	99 ± 1,0	96 ± 3,2	98 ± 3,4	96 ± 4,0
	15 mm	94 ± 4,7	98 ± 2,0	97 ± 2,0	96 ± 3,6	97 ± 2,0	95 ± 1,5
Pulverização (200 L ha <sup>-1</sup> )		97 ± 3,7	99 ± 0,5	97 ± 1,1	96 ± 3,7	98 ± 3,4	95 ± 4,5
Testemunha		100	100	100	100	100	100

<sup>1/</sup> Em relação à testemunha considerada como 100%.

**Tabela 4.** Massa de plantas secas de sorgo cultivadas em amostras de solo coletadas em diferentes profundidades, 45 dias depois da herbificação ou da pulverização do metolachlor (2,4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>).

Tratamentos Avaliados	Porcentagem da Massa de Plantas Secas <sup>1/</sup>						
	Plantio Direto			Convencional			
	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	
Herbificação	5 mm	96 ± 2,0	96 ± 4,0	98 ± 1,7	93 ± 2,3	92 ± 8,4	93 ± 7,2
	10 mm	96 ± 3,4	95 ± 2,0	95 ± 6,0	95 ± 4,8	96 ± 3,4	95 ± 7,2
	15 mm	96 ± 6,2	97 ± 5,1	97 ± 5,2	93 ± 4,3	92 ± 4,8	95 ± 5,4
Pulverização (200 L ha <sup>-1</sup> )		99 ± 1,7	96 ± 4,5	94 ± 6,5	95 ± 5,5	92 ± 2,0	93 ± 5,6
Testemunha		100	100	100	100	100	100

<sup>1/</sup> Em relação à testemunha considerada como 100%.

**Tabela 5.** Massa de plantas secas de sorgo cultivadas em amostras de solo coletadas em diferentes profundidades, 60 dias depois da herbificação ou da pulverização do metolachlor (2,4 kg i.a. ha<sup>-1</sup>).

Tratamentos Avaliados	Porcentagem da Massa de Plantas Secas <sup>1/</sup>						
	Plantio Direto			Convencional			
	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	
Herbificação	5 mm	94 ± 3,6	94 ± 4,7	98 ± 2,8	95 ± 4,5	92 ± 3,0	96 ± 3,5
	10 mm	94 ± 3,2	96 ± 8,9	93 ± 7,5	95 ± 2,8	95 ± 4,5	97 ± 4,0
	15 mm	95 ± 4,5	97 ± 5,1	95 ± 4,5	95 ± 3,2	96 ± 3,5	92 ± 6,0
Pulverização (200 L ha <sup>-1</sup> )		92 ± 5,1	96 ± 5,5	94 ± 3,6	99 ± 0,5	95 ± 4,5	96 ± 0,5
Testemunha		100	100	100	100	100	100

<sup>1/</sup> Em relação à testemunha considerada como 100%.

Em estudo conduzido por [Wiese & Turner \(1977\)](#), em solo com 1,5 dag kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica e 33 dag kg<sup>-1</sup> de argila, o metolachlor movimentou-se até 10 cm de profundidade quando aplicado com lâminas de água de 33 mm, mas ele não se movimentou além de 5 cm quando aplicado com 20 mm de água. Em solo franco-siltoso (0,94 dag kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica e 7,3 dag kg<sup>-1</sup> de argila), o metolachlor aplicado com lâmina de água de 13 mm atingiu 30 cm de profundidade ([Barnes et al., 1992](#)).

No plantio direto, diferentemente do convencional, o herbicida não foi detectado 15 dias depois de sua aplicação em nenhuma das camadas de solo testadas ([Tabela 2](#)). Uma das explicações para esse fato é a provável retenção de parte do metolachlor na palhada depositada sobre a superfície do solo. Os resíduos vegetais têm grande capacidade de sorção, às vezes, maior que a do solo ([Dao, 1991](#); [Locke et al., 1994](#); [Dao, 1995](#); [Green et al., 1995](#); [Reddy et al., 1995](#)); conseqüentemente, o produto ficou mais sujeito a perdas por fotodecomposição e volatilização. Além disso, é possível que o metolachlor que atingiu o solo em plantio direto tenha sido mais rapidamente degradado que no solo do plantio convencional. A razão disso é o maior conteúdo relativo de matéria orgânica na superfície do solo em plantio direto. De acordo com [Bouchard et al. \(1982\)](#) e [Braverman et al. \(1986\)](#), a atividade microbiana está diretamente relacionada com o conteúdo de matéria orgânica do solo, e ela é o principal fator que controla a persistência do metolachlor no solo.

Vê-se, nas Tabelas 6, [7](#), [8](#) e [9](#) que o método de aplicação do herbicida e o sistema de plantio não influenciaram a lixiviação do fomesafen no solo que se concentrou na camada de solo de 0 a 10 cm de profundidade. Resultado semelhante foi obtido por [Cobucci \(1996\)](#) em área com preparo convencional. Esse autor verificou que grande parte do fomesafen, aplicado na cultura do feijão, em um Latossolo Vermelho-Escuro com 71 dag kg<sup>-1</sup> de argila e 3,92 dag kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica, nas doses de 0,125; 0,25; 0,375; e 0,5 kg ha<sup>-1</sup>, ficou concentrado na camada de solo de 0 a 10 cm de profundidade.

**Tabela 6.** Massa de plantas secas de sorgo cultivadas em amostras de solo, coletadas em diferentes profundidades, 15 dias depois da herbificação, e da pulverização do fomesafen (0,225 kg i.a. ha<sup>-1</sup>).

Tratamentos Avaliados	Porcentagem da Massa de Plantas Secas <sup>1/</sup>						
	Plantio Direto			Convencional			
	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	
Herbificação	3 mm	30 ± 10,5	63 ± 9,2	94 ± 6,8	28 ± 9,5	61 ± 8,2	95 ± 3,3
	6 mm	36 ± 9,7	60 ± 9,5	92 ± 2,0	29 ± 2,1	63 ± 5,7	95 ± 4,5
	9 mm	30 ± 13,6	65 ± 9,7	95 ± 2,0	32 ± 8,7	62 ± 9,5	93 ± 7,1
Pulverização (200 L ha <sup>-1</sup> )		33 ± 6,0	66 ± 4,0	95 ± 2,6	33 ± 9,9	58 ± 4,1	94 ± 4,7
Testemunha		100	100	100	100	100	100

<sup>1/</sup> Em relação à testemunha considerada como 100%.

**Tabela 7.** Massa de plantas secas de sorgo cultivadas em amostras de solo, coletadas em diferentes profundidades, 30 dias depois da herbigeação e da pulverização do fomesafen (0,225 kg i.a. ha<sup>-1</sup>).

Tratamentos Avaliados	Porcentagem da Massa de Plantas Secas <sup>1/</sup>						
	Plantio Direto			Convencional			
	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	
Herbigeação	3 mm	34 ± 5,5	60 ± 4,0	95 ± 4,1	34 ± 4,1	65 ± 4,5	96 ± 3,5
	6 mm	37 ± 6,8	62 ± 8,5	97 ± 2,1	36 ± 9,0	61 ± 5,5	96 ± 4,0
	9 mm	34 ± 7,5	63 ± 9,1	97 ± 4,6	40 ± 5,5	62 ± 7,6	94 ± 3,8
Pulverização (200 L ha <sup>-1</sup> )		36 ± 5,7	65 ± 8,0	92 ± 4,7	38 ± 3,5	61 ± 9,6	98 ± 3,4
Testemunha		100	100	100	100	100	100

<sup>1/</sup> Em relação à testemunha considerada como 100%.

**Tabela 8.** Massa de plantas secas de sorgo cultivadas em amostras de solo, coletadas em diferentes profundidades, 45 dias depois da herbigeação e da pulverização do fomesafen (0,225 i.a. kg ha<sup>-1</sup>).

Tratamentos Avaliados	Porcentagem da Massa de Plantas Secas <sup>1/</sup>						
	Plantio Direto			Convencional			
	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	
Herbigeação	3 mm	33 ± 6,4	64 ± 6,2	94 ± 5,1	36 ± 7,1	56 ± 7,1	93 ± 5,0
	6 mm	36 ± 4,9	61 ± 4,1	95 ± 2,6	40 ± 5,2	56 ± 9,9	96 ± 4,7
	9 mm	38 ± 9,7	65 ± 9,3	93 ± 4,7	32 ± 8,1	64 ± 10,0	97 ± 4,0
Pulverização (200 L ha <sup>-1</sup> )		38 ± 7,5	65 ± 8,3	98 ± 2,8	42 ± 3,0	68 ± 9,1	96 ± 1,0
Testemunha		100	100	100	100	100	100

<sup>1/</sup> Em relação à testemunha considerada como 100%.

**Tabela 9.** Massa de plantas secas de *Sorghum bicolor* cultivadas em amostras de solo, coletadas em diferentes profundidades, 60 dias depois da herbigeação e da pulverização do fomesafen (0,225 kg i.a. ha<sup>-1</sup>).

Tratamentos Avaliados	Porcentagem da Massa de Plantas Secas <sup>1/</sup>					
	Plantio Direto			Convencional		
	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm
3 mm	35 ± 9,5	64 ± 9,1	96 ± 2,8	28 ± 4,0	52 ± 7,0	93 ± 3,4

Continua...

**Tabela 9.** Continuação.

Tratamentos Avaliados		Porcentagem da Massa de Plantas Secas <sup>1/</sup>					
		Plantio Direto			Convencional		
		0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm
Herbificação	6 mm	36 ± 4,9	61 ± 4,1	95 ± 2,6	40 ± 5,2	56 ± 9,9	96 ± 4,7
	9 mm	38 ± 9,7	65 ± 9,3	93 ± 4,7	32 ± 8,1	64 ± 10,0	97 ± 4,0
Pulverização (200 L ha <sup>-1</sup> )		38 ± 7,5	65 ± 8,3	98 ± 2,8	42 ± 3,0	68 ± 9,1	96 ± 1,0
Testemunha		100	100	100	100	100	100

<sup>1/</sup> Em relação à testemunha considerada como 100%.

As parcelas receberam um total de água (chuva e irrigação) de aproximadamente 680 mm no período de condução do experimento (212 dias). Apenas uma pequena parte do herbicida deslocou-se além da camada de 0 a 10 cm de profundidade. Segundo [Weber \(1993\)](#), [Weber et al. \(1993\)](#) e [Cobucci \(1996\)](#), a baixa mobilidade do fomesafen nos solos brasileiros pode ser atribuída à sua sorção aos colóides orgânicos e minerais do solo e aos óxidos de ferro e alumínio. Esse herbicida tem muita solubilidade em água (600.000 mg L<sup>-1</sup>, formulação salina de sódio) e K<sub>oc</sub> relativamente baixo (60 mL g<sup>-1</sup>, [Rodrigues & Almeida, 1998](#)).

Era de se esperar que o fomesafen pudesse carrear-se para maiores profundidades que no solo testado por [Cobucci \(1996\)](#), em razão dos menores conteúdos de argila e de matéria orgânica nas áreas de plantio direto (49 dag kg<sup>-1</sup> e 2,83 dag kg<sup>-1</sup> de argila e matéria orgânica, respectivamente) e convencional (43 dag kg<sup>-1</sup> e 2,57 dag kg<sup>-1</sup> de argila e matéria orgânica, respectivamente). Possivelmente, o fomesafen não tenha se deslocado além da camada de 0 a 10 cm devido ao menor volume de água (chuva e irrigação) recebido na lavoura que totalizou 264 mm. Esse volume de água foi aproximadamente três vezes menor ao verificado no trabalho conduzido por [Cobucci \(1996\)](#).

Observando os resultados obtidos, verifica-se também que a persistência do fomesafen no solo foi de 60 dias, no mínimo. Segundo [Rodrigues & Almeida \(1998\)](#), sua persistência no solo varia de 60 a 180 dias.

## Considerações Finais

No plantio direto, o metolachlor, independentemente, do método de aplicação, não sofreu lixiviação nem apresentou atividade no solo aos 15 dias depois da aplicação. No plantio convencional, a herbigeação do metolachlor só afetou o crescimento da planta-teste cultivada na camada de solo mais superficial (0 a 5 cm de profundidade). O fomesafen, independentemente, do método de aplicação e do sistema de plantio, foi detectado até 10 cm de profundidade em todas as datas de amostragem. A aplicação do metolachlor e do fomesafen com a água de irrigação foi segura em relação à movimentação no solo, podendo ser realizada com lâminas de água relativamente altas.

## Referências Bibliográficas

ABDEL-RAHMAN, G. A.; WAUCHOPE, R. D.; TRUMAN, C. C.; DOWLER, C. C. Runoff and leaching of atrazine and alachlor on a sandy soil as affected by application in sprinkler irrigation. **Journal of Environmental and Science Health**, Monticello, v. B34, n. 3, p. 381-396, 1999.

AHRENS, W. H. (Ed.). **Herbicide Handbook**. 7. ed. Champaign: WSSA, 1994. 352 p.

BARNES, C. J.; LAVY, T. L.; TALBERT, R. E. Leaching, dissipation, and efficacy of metolachlor applied by chemigation or conventional methods. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 21, n. 2, p. 232-236, Apr. 1992.

BOLAÑOS ESPINOZA, A.; MEDINA PITALÚA, J. L.; ÚRZUA SORIA, F. Actividad biológica del herbicida fomesafen en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su residualidad en rotacion com maiz (*Zea mays* L.). **Chapingo**, v. 16, n. 77, p. 96-100, 1992.

BOUCHARD, D. C.; LAVY, T. L.; MARX, D. B. Fate of metribuzin, metolachlor, and fluometurom in the soil. **Weed Science**, Champaign, v. 30, n. 6, p. 629-632, Nov. 1982.

BOWMAN, B. T. Mobility and persistence of metolachlor and aldicarb in field lysimeters. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 17, n. 4, p. 689-694, Oct. 1988.

BRAVERMAN, M. P.; LAVY, T. L.; BARNES, C. J. Degradation and bioactivity of metolachlor in the soil. **Weed Science**, Champaign, v. 34, n. 3, p. 479-484, May 1986.

BURGARD, D. J.; KOSKINEN, W. C.; DOWDY, R. H.; CHENG, H. H. Metolachlor distribution in a sandy soil under irrigated potato production. **Weed Science**, Champaign, v. 41, n. 4, p. 648-655, Jul. 1993.

COBUCCI, T. **Avaliação agrônômica dos herbicidas fomesafen e bentazon e efeito de seus resíduos no ambiente, no sistema irrigado feijão-milho**. 1996. 106 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

DAO, T. H. Field decay of wheat straw and its effects on metribuzin and s-ethyl metribuzin sorption and elution from crop residues. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 20, n. 1, p. 203-208, Jan. 1991.

DAO, T. H. Subsurface mobility of metribuzin as affected by crop residue placement and tillage method. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 24, n. 6, p. 1193-1198, Nov. 1995.

FONTES, J. R. A. **Eficácia de herbicidas aplicados via pivô-central na cultura do feijão em plantio direto e convencional**. 2002. 64 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

FUERST, E. P. Understanding the mode of action of the chloroacetamide and thiocarbamate herbicides. **Weed Technology**, Champaign, v. 1, n. 4, p.270-277, 1987.

GREEN, J. D; HORTON, R.; BAKER, J. L. Crop residue effects on the leaching of surface applied chemicals. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 24, n. 2, p. 343-351, Mar. 1995.

HALL, J. K.; MURRAY, M. R.; HARTWIG, N. L. Herbicide leaching and distribution in tilled and untilled soil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 18, n. 4, p. 439-445, Oct. 1989.

HARPER, S. S. Sorption-desorption and herbicide behavior in soil. **Review of Weed Science**, [s. l.], v. 6, p. 207-225, 1994.

HEATWOLE, C. D.; ZACHARIAS, S.; MOTAGHIMI, S.; DILLAHA, T. A. Movement of field-applied atrazine, metolachlor, and bromide in a sandy loam soil. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 40, n. 5, p. 1267-1276, Sep. 1997.

ISENSEE, A. R.; NASH, R. G.; HELLING, C. S. Effect of conventional vs. no-tillage on pesticide leaching to shallow groundwater. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 19, n. 3, p. 434-440, Jul. 1990.

ISENSEE, A. R.; SADEGHI, A. M. Effects of tillage and rainfall on atrazine residue levels in soil. **Weed Science**, Champaign, v. 42, n. 3, p. 462-467, Jul. 1994.

ISENSEE, A. R.; SADEGHI, A. M. Long-term effect of tillage and rainfall on herbicide leaching to shallow groundwater. **Chemosphere**, Oxford, v. 30, n. 4, p. 671-685, Feb. 1995.

KELLER, K. E.; WEBER, J. B. Soybean (*Glycine max*) influences metolachlor mobility in soil. **Weed Science**, Lawrence, v. 45, n. 6, p. 833-841, Nov. 1997.

KELLER, K. E.; WEBER, J. B.; CASSEL, D. K.; WOLLUM, A. C.; MILLER, C. T. Temporal distribution of  $^{14}\text{C}$  in soil water from field lysimeters treated with  $^{14}\text{C}$ -metolachlor. **Soil Science**, Baltimore, v. 163, n. 11, p. 872-882, Nov. 1998.

KIM, J.; FEAGLEY, S. E. Adsorption and leaching of trifluralin, metolachlor, and metribuzin in a commerce soil. **Journal of Environmental Science and Health**, Monticello, v. B33, n. 5, p. 529-546, 1998.

LEE, R. F.; WEBER, J. B. Influence of polymers on the mobility, loss, and bioactivity of  $^{14}\text{C}$  from  $^{14}\text{C}$ -labeled atrazine, metolachlor, and primisulfuron. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 41, n. 6, p. 988-995, 1993.

LOCKE, M. A.; ZABLOTOWICZ, R. M.; GASTON, L. A.; SMEDA, R. J. Sorption of herbicides to cover crops residues. **Agronomy Abstracts**, Madison, p. 50, 1994.

MASSE, L.; PATNI, N. K.; JUI, P. Y.; CLEGG, B. S. Tille effluent quality and chemical losses under conventional and no-tillage – Part 2: atrazine e metolachlor. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 39, n. 5, p. 1673-1679, Sep. 1996.

MBUYA, O. S.; NKEDI-KIZZA, P.; BOOTE, K. J. Fate of atrazine in sandy soil cropped with sorghum. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 30, n. 1, p. 71-77, jan. 2001.

OLIVEIRA JR., R. S. **Relação entre propriedades químicas e físicas do solo e sorção, dessorção e potencial de lixiviação de herbicidas**. 1998. 83f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

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**, Viçosa, v. 19, n. 3, p. 409-417, set. 2001.

REDDY, K. N.; LOCKE, M.A.; WAGNER, S. C.; ZABLOTOWICZ, R. M.; GASTON, L. A.; SMEDA, R. J. Chlorimuron ethyl sorption and desorption kinetics in soils and herbicide-desiccated cover crop 3. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, D.C., v. 43, n. 10, p. 2752-2757, 1995.

RITTER, W. F.; SCARBOROUGH, R. W.; CHIRNSIDE, A. E. M. Herbicide leaching in coastal plain soil. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v. 120, n. 3, p. 634-649, May 1994.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. R. de. **Guia de herbicidas**. 4. ed. Londrina: Edição dos autores, 1998. 648 p.

SIGUA, G. C.; ISENSEE, A. R.; SADEGHI, A. M. Influence of rainfall intensity and crop residue on leaching of atrazine through intact no-till soil cores. **Soil Science**, Baltimore, v. 156, n. 4, p. 225-232, Apr. 1993.

STARR, J. L.; GLOTFELTY, D. E. Atrazine and bromide movement through a silt loam soil. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 19, n. 3, p.552-558, Jul. 1990.

SUBA, J. D.; ESSINGTON, M. E. Adsorption of fluometuron and norflurazon: effect of tillage and dissolved organic carbon. **Soil Science**, Baltimore, v. 164, n. 3, p. 145-155, mar. 1999.

VIDAL, R. A. **Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas**. Porto Alegre: R. A. Vidal, 1997. 165 p.

VIEIRA, R. F.; SILVA, A. A. da. Aplicação de defensivos via água de irrigação por aspersão. In: VIEIRA, C.; PAULA JR., T. J. de; BORÉM, A. (Ed.) **Feijão - aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa: Editora UFV, 1998. p. 267-323.

WEBER, J. B. Ionization and sorption of fomesafen and atrazine by soils and soil constituents. **Pesticide Science**, London, v. 39, n. 1, p. 31-38, Jan. 1993.

WEBER, J. B.; STREK, H. J.; SARTORI, J. L. Mobility of fomesafen and atrazine in soil columns under saturated- and unsaturated flow conditions. **Pesticide Science**, London, v. 39, n. 1, p. 39-46, jan. 1993.

WIESE, A. F.; TURNER, W. E. Herbicide application with sprinkler irrigation. In: SOUTHERN WEED SCIENCE SOCIETY, 31., 1977, New Orleans. **Proceedings...** Auburn: SWSS, 1977. p.100.

WILSON, G. V.; YUNSHENG, L.; SELIM, H. M.; ESSINGTON, M. E.; TYLER, D. D. Tillage and cover crop effects on saturated and unsaturated transport of fluometuron. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 62, n. 1, p. 46-55, Jan. 1998.

ZABLOTOWICZ, R. M.; LOCKE, M. A.; GASTON, L. A.; BRYSON, C. T. Interactions of tillage and soil depth on fluometuron degradation in a Dundee silt loam soil. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 57, n. 1-2, p. 61-68, 2000.

## Leaching of Herbicides Applied with Irrigation Water in Two Tillage Systems

---

**Abstract** - Herbigation is a technique of herbicide application with irrigation water. The objective of this study was evaluate the soil leaching of metolachlor and fomesafen applied with irrigation water of a center pivot system in no tillage and conventional systems. Metolachlor was applied with water depths of 5, 10, and 15 mm, and the fomesafen, 3, 6, and 9 mm. The herbicides were also applied by a backpack sprayer (200 L ha<sup>-1</sup>). Soil samples were removed each fifteen days, at three soil layers, 0-5, 5-10, and 10-15 cm depth in order to conduct bioassays in greenhouse conditions. The first sample from a total of four ones was removed at 15 days after applying herbicides. As test-plant was used *Sorghum bicolor*, sowed in soil samples. In no tillage system, the metolachlor did not leach nor presented any activity in the soil at 15 days after its application, regardless application method. In the conventional system, the metolachlor herbigation affected only the growth of the test-plant cropped at the more superficial soil layer (0-5 cm depth). The fomesafen was leached down to 10 cm depth, besides to be detected until the last sampling date (60 days after application), regardless the application method. The herbigation of metolachlor and the fomesafen showed to be a reliable one in relation to the movement in soil and it may be accomplished with water depths relatively high.

*Index terms:* metolachlor, fomesafen, soil movement, no tillage, conventional tillage.