

# Retenção, Meia-vida e Lixiviação do Herbicida Nicosulfuron - I<sup>1</sup>

Marcos Evangelista Lopes<sup>2</sup>; Maurílio Fernandes de Oliveira<sup>3</sup>; Camila Ferreira Dias<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo CNPq/Fapemig

<sup>2</sup> Agrônomo, FEAD, Bolsista PIBIC do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa/ FAPED

<sup>3</sup> Pesquisador do Núcleo de Desenvolvimento de Sistemas de Produção, Embrapa Milho e Sorgo

<sup>4</sup> Estudante do curso Técnico em Química, Escola Técnica Municipal de Sete Lagoas, Bolsista BIC Júnior do Convênio Fapemig/CNPq/Embrapa/ FAPED

## Introdução

Há reduzido número de informações sobre o comportamento dos herbicidas em solos tropicais, o que torna importante o conhecimento do comportamento desses produtos em solos brasileiros. A preocupação com o destino dos resíduos industriais ou agrícolas é crescente devido às pressões da sociedade e, conseqüentemente, do governo, pois esses podem atingir alvos indesejáveis, como a água. O conhecimento do comportamento e destino dos resíduos agrícolas no ambiente, especificamente dos herbicidas aplicados nas culturas, é de fundamental importância para inferir sobre a sustentabilidade do agroecossistema. Em condições tropicais e subtropicais, há predominância de solos intemperizados, profundos e ácidos com carga pH dependentes. Estes solos podem apresentar-se com carga residual negativa, neutra ou positiva, dependendo do pH do solo. A grande maioria dos solos agricultáveis, em condições naturais ( $\text{pH} < 7$ ), apresenta-se com carga residual positiva, enquanto os herbicidas ácidos fracos apresentam-se com carga residual negativa. A mudança no valor do pH de solos agricultáveis é comum devido a prática da calagem. O nicosulfuron é potente graminicida que vem sendo utilizado para o controle de gramíneas na cultura do milho. O herbicida apresenta características de um ácido fraco com potencial para forte interação com os colóides do solo em condições de pH dos solos agricultáveis. O estudo dos parâmetros de sorção, dessorção, meia-vida e índices de lixiviação dos pesticidas são fundamentais para prever sobre o seu destino no solo, pois fornecem informações sobre o seu potencial residual e de contaminação. O objetivo do presente trabalho é estudar a sorção, a meia-vida do nicosulfuron em amostras de solo com carga pH dependente e conhecer o seu potencial de lixiviação sob condições de campo utilizando-se lisímetro de drenagem.

## Material e Métodos

A coleta das amostras de solo nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm para os estudos de retenção do nicosulfuron foi realizada em área sob plantio direto no Latossolo Vermelho distrófico situada na área da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas-MG. As amostras foram passadas em peneira e secas ao ar logo após a coleta.

A quantificação da retenção do nicosulfuron foi realizada nas amostras de solo coletadas nas 2 profundidades, com e sem calagem. Adicionalmente, o experimento foi realizado com amostra de solo superficial (0-20 cm) utilizando-se solução nas concentrações de 0,1 e 0,01 M  $\text{CaCl}_2$ . Para o ensaio de meia-vida do nicosulfuron no solo em condições de campo, amostras de solo foram coletadas em nove lisímetros, antes e depois da aplicação do produto. Em cada lisímetro foram coletadas amostras de solo em seis profundidades (0-15 cm; 15-30 cm; 30-45 cm; 45-60 cm; 60-90 cm; 90-120 cm) resultando em um total de cinquenta e quatro amostras por data de amostragem. O período de coleta das amostras foi de 07/02/2008 a 23/02/2009. No dia da aplicação do herbicida, realizou-se coleta das amostras de solo (dia 09/01/2009) em apenas duas profundidades (0-15 cm e 15-30 cm), mas em todos os

lisímetros. As amostras de água foram coletadas no período de dezembro de 2008 a fevereiro de 2009. Estas foram armazenadas em geladeira até análise.

Os ensaios de retenção (sorção) foram realizados utilizando-se metodologia proposta por Oliveira (1998) modificada. Para tanto, utilizou-se relação solo:solução 1:2 e tempo de agitação de 18 horas. Para tanto foram adicionados a 5 gramas de solo 10 mL da solução de 0,01 M de  $\text{CaCl}_2$  e os seguintes volumes de solução padrão de nicosulfuron  $15 \mu\text{g L}^{-1}$  em metanol: 0; 0,2; 0,33; 0,67 e 1,3 mL. Os tubos foram agitados por 18 horas, sendo que após a agitação, foram centrifugados por 20 minutos a 4.000 rpm. A fase líquida resultante da centrifugação foi passada em filtro de  $0,45 \mu\text{m}$  e retirada uma alíquota de 2 mL, que foi injetada no cromatógrafo para obter a concentração de equilíbrio do herbicida.

Para o ensaio de meia-vida necessita-se de adequado método de recuperação do herbicida no solo com eficiência de recuperação variando de 70% a 120%. Realizou-se experimentos utilizando-se diferentes solventes e suas misturas como extratores e métodos de agitação da amostra de solo utilizando metodologia proposta por Morais (2009). Preliminarmente, vários tratamentos com extratores foram testados: mistura de metanol:água; acetona:acetato de etila:água e 2 tipos de agitação: ultrassom por 1 hora e agitador horizontal por 18 horas. Após agitação, os tubos foram centrifugados por 20 minutos a 4.000 rpm. A fase líquida resultante da centrifugação foi filtrada em um filtro de  $0,45 \mu\text{m}$  e retirada uma alíquota de 2 mL, que foi injetada no cromatógrafo.

Seguidamente, utilizou-se os extratores anteriores com evaporação no evaporador rotatório e agitação horizontal. Mais adiante, selecionou-se o tratamento de extração com acetato de etila:água, agitação horizontal e evaporação. A resuspensão foi realizada com a fase móvel.

As análises de quantificação do herbicida foram realizadas utilizando-se cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) utilizando o método do padrão externo. As condições analíticas do cromatógrafo foram: coluna C-18, fase móvel metanol:água 60:40 pH 2,5, temperatura do forno  $40^\circ\text{C}$ , comprimento de onda 230 nm, fluxo  $1 \text{ mL min}^{-1}$ , tempo de retenção do nicosulfuron entre 6,5 a 7,5 min, tempo total de corrida por amostra 60 minutos. Recentemente, nova condição analítica tem sido ajustada para quantificação do herbicida no cromatógrafo, como utilização de temperatura ambiente, composição da fase móvel metanol:água 80:20 pH 2,5, comprimento de onda para 239 nm.

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1, encontram-se os valores de concentração do nicosulfuron em solução após o experimento de sorção realizados com nicosulfuron em 0,01 e 0,1 M  $\text{CaCl}_2$ .

**Tabela 1.** Concentração de equilíbrio do nicosulfuron ( $\text{mg L}^{-1}$ ) em solução em duas concentrações de cloreto de cálcio após sorção em amostras de solo.

| $C_i$ ( $\text{mg L}^{-1}$ ) | 0,01 M $\text{CaCl}_2$ ( $\text{mg L}^{-1}$ ) | 0,1 M $\text{CaCl}_2$ ( $\text{mg L}^{-1}$ ) |
|------------------------------|---|--|
| 0                            | 0   | 0  |
| 0,177                        | 0,0631  | 0,0597                                       |
| 0,298                        | 0,1132  | 0,0861                                       |
| 0,602                        | 0,2713  | 0,1967                                       |
| 1,099                        | 0,5430  | 0,4247                                       |

$C_i$  = concentração inicial do nicosulfuron proveniente da quantificação pelo CLAE

Observa-se na Tabela 2 que a concentração do nicosulfuron em solução no tratamento branco é praticamente igual à concentração inicial após o período de agitação no ensaio de sorção indicando estabilidade do produto. Comparando a

concentração do nicosulfuron no sobrenadante nas amostras de solo nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm observa-se redução de aproximadamente 50% no valor em relação à concentração inicial do produto. Essa redução foi ligeiramente maior nas amostras coletadas na profundidade de 20-40 cm. A redução na concentração do nicosulfuron em solução proveniente das amostras de solo deve-se à retenção do herbicida.

**Tabela 2** - Concentração de equilíbrio do nicosulfuron ( $\text{mg L}^{-1}$ ) em solução 0,01 M  $\text{CaCl}_2$  após ensaio de sorção em amostras de solo coletadas nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm.

| Ci ( $\text{mg L}^{-1}$ ) | 0-20 cm | 20-40 cm | Branco |
|---------------------------|---------|----------|--------|
| 0                         | 0       | 0        | 0      |
| 0,2                       | 0,09    | 0,06     | 0,14   |
| 0,4                       | 0,20    | 0,17     | 0,42   |
| 0,6                       | 0,31    | 0,28     | 0,64   |
| 0,8                       | 0,43    | 0,38     | 0,83   |
| 1,0                       | 0,54    | 0,49     | 1,09   |

Ci = concentração inicial de nicosulfuron; Branco – solução herbicida sem solo

## Conclusão

Aumentos no volume de água acidificada promoveram aparecimento de picos no cromatograma no mesmo tempo de retenção do herbicida nicosulfuron durante ajuste da metodologia de extração.

O nicosulfuron apresenta interação com o solo ligeiramente maior com as amostras de solo coletadas na camada de 20-40 cm.

## Referências

MORAIS, L. S. R. **Desenvolvimento e validação de métodos para a determinação de agrotóxicos em água e solo das águas de recarga do aquífero Guarani, na região das nascentes do Rio Araguaia, MT/GO.** 2009. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas. No prelo.

OLIVEIRA, M. F. de. **Retenção dos herbicidas Flazasulfuron e Imazaquin em solos de diferentes classes e hidrólise do Flazasulfuron em diferentes valores de pH e temperatura.** 1998. 71 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.