



## **Persistência do herbicida nicossulfurom em Planossolo Háplico Eutrófico típico cultivado com milho**

**Maria Laura Turino Mattos<sup>(1)</sup>; André Andres<sup>(1)</sup>; José Francisco da Silva Martins<sup>(1)</sup>; Noel Gomes da Cunha<sup>(1)</sup>; Morjana Luisa Pereira Facio<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup>Pesquisador; Embrapa Clima Temperado; BR 392 km 78, Pelotas-RS, 96010971; maria.laura@embrapa.br; <sup>(2)</sup>Graduanda; Curso de Química Ambiental, Universidade Católica de Pelotas.

**RESUMO**– Nicossulfurom é um herbicida sistêmico do grupo químico das sulfoniluréias aplicado em mistura formulada em pós-emergência ao milho e a plantas daninhas. Apesar de ser amplamente utilizado no Rio Grande do Sul (RS), na cultura do milho nas terras baixas, há necessidade de maior conhecimento da persistência em solos, pois as informações sobre comportamento ambiental desse herbicida são incipientes, se restringindo a estudos fitotécnicos. Assim sendo, esse trabalho visou determinar a persistência de nicossulfurom em Planossolo Háplico Eutrófico típico cultivado com milho no RS. O estudo foi realizado durante dois anos, nas safras de 2009/10 e 2010/11 na Estação Experimental Terras Baixas (ETB), da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. Os tratamentos compreenderam a aplicação de 1,25 L ha<sup>-1</sup> de uma formulação comercial suspensão concentrada contendo 40 g L<sup>-1</sup> do ingrediente ativo nicossulfurom. Parcelas experimentais de 120 m<sup>2</sup> foram semeadas com milho variedade crioula Tupy Amarelo, no sistema de cultivo convencional. As análises cromatográficas (LC/MS/MS) de resíduos do herbicida foram realizadas em amostras de solo coletadas, à profundidade de 0-10 cm, e o residual da safra 2009/10, na profundidade de 0-20 cm. Nas condições edafoclimáticas em que o estudo foi realizado, se observou aos 20 DAA uma concentração de 3,14 µg kg<sup>-1</sup>, correspondendo a 43% da concentração no ponto zero. O herbicida persistiu cumulativamente em Planossolo Háplico Eutrófico típico após o cultivo sucessivo de milho por dois anos. Resíduos foram reduzidos em 85% no solo até 90 dias após a aplicação.

**Palavras-chave:** agrotóxico, resíduo, solo, terras baixas

**INTRODUÇÃO**– Nicossulfurom [2-(4,6 dimethoxyypyrimidin-2-ylcarbamoyl sulfamoyl)-N,N-dimethylnicotinamide] é um herbicida sistêmico do grupo químico das sulfoniluréias usado em mistura formulada em pós-emergência do milho e das plantas daninhas (Rodrigues & Almeida, 2005). Apresenta classificação toxicológica III (ANVISA, 2014) e ambiental III [produto perigoso ao meio ambiente (MAPA, 2014)]. A meia vida do nicossulfurom em solo silte argiloso é de 26 dias, sendo a biodegradação o principal mecanismo para a sua degradação, resultando nos metabólitos pyridine sulfonamide e pyrimidine amine.

Além disso, é muito móvel em solos arenosos e apresenta baixa volatilidade e fotodegradação (EXTONET, 2014). Apesar de ser amplamente usado, na cultura do milho, em terras baixas, há necessidade de maior conhecimento da persistência em solos, pois as informações sobre comportamento ambiental desse herbicida são incipientes, se restringindo a estudos fitotécnicos. Como o milho é usado em rotação com a cultura do arroz irrigado há a preocupação de que resíduos de nicossulfurom possam persistir no solo e contaminar a água de corpos hídricos ao entorno das áreas de cultivo. Em estudo com amostras de Latossolo Vermelho distrófico, com carga pH dependente, obtidas nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, antes e após a calagem, houve maior retenção do nicossulfurom na camada de 20-40 cm e reduzida afinidade do herbicida pelo solo após a calagem (Oliveira et al., 2010). O limite de segurança de 60 dias para o residual de nicossulfurom não causar fitotoxicidade sobre a cultivar Primavera de arroz de sequeiro, em um Latossolo Vermelho-Escuro textura argilosa, foi observado por Carvalho et al. (2010). A rápida dissipação do herbicida é influenciada pelas condições ambientais incluindo temperaturas elevadas, umidade e pH 5,7 do solo (Poppell et al., 2002). Assim, considerando as condições climáticas do agroecossistema terras baixas bem como os aspectos físico-químicos, morfológicos e mineralógicos e o grau de hidromorfismo dos Planossolos, comportamento do nicossulfurom pode ser diferenciado dos autores acima citados. O objetivo desse trabalho foi determinar a persistência do herbicida nicossulfurom em Planossolo Háplico Eutrófico típico cultivado com milho no Rio Grande do Sul.

**MATERIAL E MÉTODOS**– O estudo foi realizado durante dois anos, nas safras de 2009/10 e 2010/11 na Estação Experimental Terras Baixas (ETB), da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. O solo da área experimental, um Planossolo Háplico Eutrófico típico, possui as seguintes características: argila (13%), pH (4,8); matéria orgânica (1,4%) g dm<sup>3</sup>; fósforo (14,7 mg dm<sup>3</sup>); potássio (71 mg dm<sup>3</sup>). Os tratamentos compreenderam (T1) aplicação de 1,25 L ha<sup>-1</sup> de uma formulação comercial suspensão concentrada contendo 40 g L<sup>-1</sup> do ingrediente ativo nicossulfurom e, (T2) testemunha (sem aplicação do herbicida). A parcela



experimental, de 120 m<sup>2</sup>, foi semeada, em 07/12/10, com o milho variedade crioula Tupy Amarelo (sem tratamento com inseticida ou fungicida) no sistema de cultivo convencional. Nas safras 2009/10 e 2010/11, após a emergência do milho, aplicou-se o herbicida, com um pulverizador costal, propelido a CO<sub>2</sub>, equipado com bico tipo leque, num volume de calda de 250 L ha<sup>-1</sup>, em pós-emergência da cultivar. As parcelas foram adubadas conforme recomendação técnica para a faixa de rendimento de 4,0 t ha<sup>-1</sup> (COMISSÃO, 2004). Na safra 2010/11, foram realizadas análises qualitativas e quantitativas de resíduos de nicossulfurom em amostras de solo. Coletaram-se cinco amostras compostas de solo nas parcelas, num volume de 500 g cada, na profundidade de 0-10 cm, no dia da aplicação do herbicida (ponto=0), 5 dias após a aplicação (5 DAA), 7 DAA, 10 DAA, 20 DAA, 30 DAA, 60 DAA e 90 DAA. Antes da semeadura do milho, coletaram-se amostras, conforme antes descrito, na profundidade de 0-20 cm, para avaliar o residual da safra 2009/10. Efetuaram-se as análises cromatográficas no laboratório Bioensaios Análises e Consultoria Ambiental Ltda., Porto Alegre, RS, em um cromatógrafo líquido de alta eficiência acoplado a um espectrômetro massa/massa (LC/MS/MS), modelo *Applied Biosystems* 3200 Qtrap. O limite de quantificação (LQ) para nicossulfurom em solo foi de 0,7 µg L<sup>-1</sup>.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO-** As concentrações do nicossulfurom no solo durante o período de 90 DAA constam na Figura 1. A concentração residual do herbicida no solo à profundidade de 0-20 cm, após o período de 12 meses de aplicação do herbicida, foi de 7,96 µg kg<sup>-1</sup>, na safra 2010/11. O resultado comprova a característica de retenção dessa molécula na camada subsuperficial do solo, bem como a sua mobilidade no solo em estudo que apresenta textura arenosa. Considerando o valor de pH do solo (4,8), o herbicida se comporta predominantemente como ânion orgânico, o que facilita a sua sorção pelo solo (Oliveira et al., 2010). Essa retenção poderá acarretar fitotoxicidade em culturas sensíveis semeadas em sucessão ou em rotação, bem como controlar plantas daninhas por meio do efeito do residual do herbicida. Sintomas de fitotoxicidade já foram observados pela não seletividade do nicossulfurom às culturas do arroz e soja (Carvalho et al., 2010). Após a aplicação do herbicida (ponto=0), resíduos de nicossulfurom se reduziram consistentemente no solo, à profundidade de 0-10 cm, até 90 DAA. Comparando a concentração de nicossulfurom no solo, no dia da aplicação e 90 DAA, se observa diminuição de 85% no valor em relação à concentração inicial. A meia vida do nicossulfurom é de 21 dias (Rodrigues e Almeida, 2005). Porém, nas condições edafoclimáticas em que o trabalho foi realizado, se observou aos 20 DAA uma concentração de 3,14 µg kg<sup>-1</sup>, correspondendo a 43% da concentração no ponto zero. Esse comportamento se deve, provavelmente, à remoção mais lenta do herbicida do

solo pelo metabolismo microbiano e hidrólise química (Berger & Wolfe, 1996), bem como devido à afinidade do produto com o solo (Oliveira et al, 2010). Em um solo série Sequatchie silte argiloso, com pH 5,7, sob condições climáticas do Tennessee, mínimo risco de *carry-over* do nicossulfurom para cultivos rotacionais subsequentes e residual mínimo para o controle de plantas daninhas foi constatado em estudo de Poppell et al. (2002). Nicossulfurom é degradado pelo fungo *Talaromyces flavus* LZM1 (Song et al., 2013) e pela bactéria *Serratia marcescens* N80 (Ma et al., 2011) que possuem, potencial para uso em processos de biorremediação de ambientes contaminados. A degradação microbiana é importante processo de transformação da molécula que irá influenciar a sua persistência no solo. Estudo realizado com Chernossolo em Zemun Polje, Belgrado, em condições de laboratório, indica que nicossulfurom, aplicado nas doses recomendadas ou multiplicadas, não provoca risco de distúrbio do balanço dos processos bioquímicos do solo (Radivojevic et al., 2012). No entanto, estudos conduzidos em laboratório não refletem necessariamente as condições de campo, onde muitos fatores podem interferir no potencial de toxicidade do nicossulfurom.

**CONCLUSÕES-** O herbicida nicossulfurom persiste cumulativamente em Planossolo Háptico Eutrófico típico após o cultivo de milho durante dois anos . - Resíduos são reduzidos em 85% no solo até 90 dias após a aplicação.

**AGRADECIMENTOS-** Os autores agradecem aos assistentes do laboratório de Microbiologia Agrícola e Ambiental da Embrapa Clima Temperado.

## REFERÊNCIAS

- ANVISA. Monografias de agrotóxicos. Monografias autorizadas. Nicossulfurom. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/345003804675353da24df7cb5bc36d3f/B33++Nicossulfurom\\_novo.pdf?MOD=AJPRES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/345003804675353da24df7cb5bc36d3f/B33++Nicossulfurom_novo.pdf?MOD=AJPRES)> Acesso em 03 de set. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrofit. Princípios Ativos. Nicossulfurom. Disponível em: <[http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons)>. Acesso em 03 de set. 2014.
- BERGER, B. M.; WOLFE, N. Hydrolysis and biodegradation of sulfonylurea herbicides in aqueous buffers and anaerobic water sediment systems: assessing fate pathways using molecular descriptors. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 15:1500-1507, 1996.
- CARVALHO, F. T.; MORETTI, T. B.; SOUZA, P. A. Efeito do residual no solo de nicosulfuron isolado e em mistura com atrazine sobre culturas agrícolas subsequentes. *Revista Brasileira de Herbicidas*, 9:1:26-34, 2010.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande



do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre, SBCS-CQFS, 2004. 400 p.

EXTONET. Extension toxicology network. Pesticidas information profiles. Nicosulfuron. Disponível em: <<http://extoxnet.orst.edu/pips/nicosulf.htm>>. Acesso em 03 de set. 2014.

MA, X. L.; YU, P. B.; GAO, H. N.; ZHANG, H. Bioremediation of exogenous degrading bacteria to the nicosulfuron-contaminated soil. *Journal Safety Environmental*, 4:44-47, 2011.

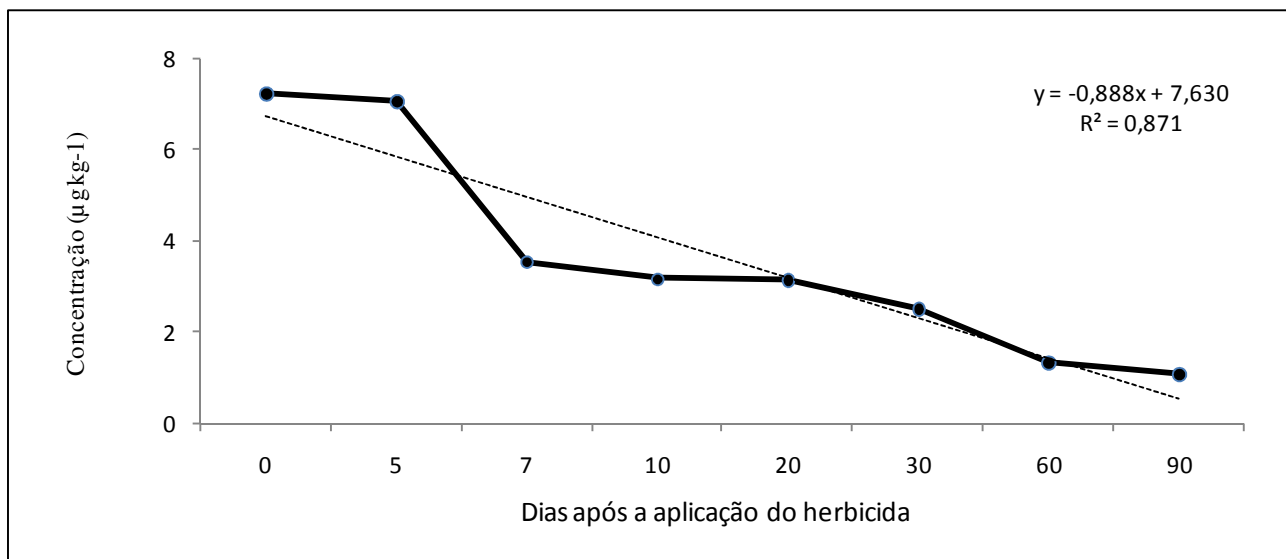
OLIVEIRA, M. F. de; LOPES, M. E.; DIAS, C. F.; ANDRADE, C. de L. T. Retenção do herbicida nicosulfuron em Latossolo de Cerrado. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010. Anais. Goiânia, ABMS, 2010. CR-ROM.

POPPELL, C. A.; HAYES, R. M.; MUELLER, T. C. Dissipation of nicosulfuron and rimsulfuron in surface soil. *Journal of Agricultural Chemistry*, 50:4581-4585, 2002.

RADIVOJEVIC, L.; GASIC, S.; SANTRIC, L.; UMILJENDIC, J. G.; MARISAVLJEVIC, D. Short-time effects of the herbicide nicosulfuron on the biochemical activity of Chernozem soil. *Journal of the Serbian Chemical*, 77:6:845-855, 2012.

RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. de Guia herbicidas. 5. ed. Londrina, IAPAR, 2005. 591p.

SONG, J.; GU, J.; ZHAI, Y.; WU, W.; WANG, H.; RUAN, Z.; SHI, Y.; YAN, Y. Biodegradation of nicosulfuron by a *Talaromyces flavus* LZM1. *Bioresource technology*, 140:243-248, 2013.



**Figura 1.** Concentração de resíduos do herbicida nicosulfuron no solo de lavoura de milho, nas profundidades de 0-20 cm (ponto=0) e 0-10 cm nos demais pontos. Safra 2010/11. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.