

Foto: Rômulo Penna Scorza Júnior



Monitoramento do herbicida clomazona em áreas piloto da produção integrada de arroz em Mato Grosso do Sul

Rômulo Penna Scorza Júnior¹

Na safra 2012/2013, a produção brasileira de arroz foi de 11,7 milhões de toneladas, o que representa aumento de 3% em relação à safra anterior (IBGE, 2013). Desse total, o Estado de Mato Grosso do Sul contribuiu com 95.949 toneladas, representando 0,8% da produção nacional. Da área plantada com arroz em Mato Grosso do Sul, 98% ocorre em áreas inundadas, onde os solos têm como característica principal a restrição da drenagem natural, permitindo o método de irrigação por inundação contínua com lâmina de água estática. Assim, a cultura é exposta a uma lâmina de água durante grande parte de seu ciclo. Com a aplicação de agrotóxicos durante o ciclo da cultura, há potencial desses produtos serem transportados juntamente com a água de drenagem, colocando em risco a qualidade dos recursos hídricos na região. Diante disso, há necessidade de estudos visando a avaliações sistemáticas, ao longo do ciclo da cultura, para quantificações dos resíduos de agrotóxicos nas amostras de água, o que pode ser feito por meio de monitoramentos. Esses estudos são fundamentais para subsidiar o uso seguro e correto de agrotóxicos, antecipando possibilidade de impacto ambiental. O objetivo deste trabalho foi monitorar os resíduos do

herbicida clomazona em amostras de água, provenientes de lavouras de arroz irrigado em áreas piloto da Produção Integrada de Arroz, localizadas em Mato Grosso do Sul. O herbicida clomazona tem sido utilizado em Mato Grosso do Sul em áreas onde a implantação das lavouras de arroz ocorre em solo seco (antes da inundação) e a maioria das plantas daninhas são gramíneas anuais.

O monitoramento foi realizado nas safras 2011/2012 e 2012/2013, nas áreas de duas lavouras de arroz irrigado, sendo uma no campo experimental da Embrapa Agropecuária Oeste (22°19'29"S; 54°48'51"O), localizada no Município de Dourados, e a outra na Fazenda Passa Quatro (21°39'22"S; 54°35'57"O), localizada no Município de Rio Brillhante. Para ambas as localidades, o solo é classificado como Gleissolo (SANTOS et al., 2006). Em Dourados, o monitoramento ocorreu no período de 21/12/2011 a 2/3/2012, em área de 1 ha. Em Rio Brillhante, o monitoramento ocorreu no período de 12/12/2012 a 21/2/2013, em área de 31 ha. Em cada uma das lavouras foram realizadas cinco amostragens, em duplicata, durante os períodos de monitoramento. Os plantios do arroz nas áreas de Dourados e Rio Brillhante

⁽¹⁾ Engenheiro-Agrônomo, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 449, 79804-970 Dourados, MS.
E-mail: romulo.scorza@embrapa.br

foram realizados em 4/10/2011 e 26/10/2012, respectivamente. O clomazona foi aplicado no dia 16/12/2011, na área experimental de Dourados, na dose de 200 g i.a. ha⁻¹, utilizando pulverizador costal na vazão de 200 L ha⁻¹. Importante salientar que a aplicação em Dourados foi realizada 73 dias após o plantio, caracterizando assim uma aplicação tardia. Já em Rio Brillhante, o clomazona foi aplicado no dia 15/11/2012, na dose de 300 g i.a. ha⁻¹, utilizando pulverizador acoplado ao trator na vazão de 100 L ha⁻¹.

Amostras de água desses cinco períodos avaliados foram coletadas após a aplicação do clomazona, utilizando-se frascos de vidro âmbar com volume de 1.000 mL. Após as coletas, as amostras foram acondicionadas em caixa térmica e transportadas para o Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticidas da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS. Em seguida, as amostras foram devidamente identificadas e congeladas em freezer a -20 °C até o momento da análise. Amostras de água na entrada das lavouras, em ambas as localidades, foram coletadas antes da aplicação do clomazona para certificação da ausência deste na área (amostra em branco).

A metodologia de extração, purificação, identificação e quantificação dos resíduos de clomazona nas amostras de água foi baseada em Scorza Júnior (2011). Para extração dos resíduos utilizou-se o método de extração em fase sólida. Este consistiu em, inicialmente, filtrar todo o volume da amostra ambiental em papel de filtro qualitativo a vácuo e completá-lo para 1.000 mL com água ultrapura. Posteriormente, as amostras foram acidificadas para pH entre 2 e 3 utilizando-se HCl ultrapuro. Em seguida, todo o volume das amostras foi passado, individualmente, em um cartucho para extração em fase sólida NEXUS® (3 mL/60 mg), com copolímero à base de estireno-divinilbenzeno, utilizando-se um manifold acoplado a uma bomba de vácuo. No final, os cartuchos foram secos deixando-se a passagem de ar durante 20 minutos e mantendo-se o vácuo no manifold. O cartucho foi acoplado a outro cartucho do tipo reservatório contendo 2,5 g de Na₂SO₄ e, em seguida, realizou-se a eluição do resíduos de clomazona utilizando-se, na sequência, 0,5 mL de metanol, 3 mL de acetato de etila e 3 mL de diclorometano. Todo o eluato foi coletado e concentrado em rotaevaporador, sendo elevado posteriormente em 5 mL ou 6 mL de acetona. Diante da necessidade, algumas amostras foram diluídas ou concentradas novamente, antes da injeção no cromatógrafo gasoso.

As quantificações dos resíduos de clomazona foram realizadas em cromatógrafo gasoso Varian® modelo CP 3800, equipado com detector termiônico específico para

nitrogênio e fósforo (NPD), amostrador automático e coluna capilar CP-Sil 8 CB de 30 m x 0,25 mm x 0,25 µm. O volume injetado foi de 1 µL. As condições de operação do cromatógrafo foram: fluxo do gás de arraste nitrogênio de 3 mL min⁻¹ e "make-up" de 27 mL min⁻¹; fluxo do ar sintético de 175 mL min⁻¹; fluxo do hidrogênio de 4 mL min⁻¹; temperaturas de 250 °C e 300 °C, respectivamente, para o injetor e detector; temperaturas da coluna programadas para 80 °C (1 minuto), rampa de 30 °C min⁻¹ até 240 °C, mantida por 3 minutos, rampa de 30 °C min⁻¹ até 260 °C, mantida por 5 minutos; modo de injeção "split/splitless". Nessas condições, o tempo de retenção do clomazona foi de 7,20 minutos (Figura 1).

Para o preparo da solução concentrada do clomazona diluiu-se 5 mg do padrão analítico com 97% de pureza, em 5 mL de acetona, resultando em uma concentração de 1 mg mL⁻¹. Em seguida, prepararam-se as soluções de trabalho diluindo-se a solução concentrada em acetona e obtendo-se as concentrações de 0,1; 0,2; 0,5; 1 e 2 ng µL⁻¹. O limite mínimo de quantificação do método analítico (LMQ) foi de 0,04 µg L⁻¹, ou seja, concentrações abaixo desse valor não foram consideradas. A metodologia para extração e quantificação de clomazona em amostras de água foi testada fortificando-se amostras de 1.000 mL de água deionizada, com concentrações equivalentes a 1 e 2 ng µL⁻¹ e obtendo-se recuperações de 95% e 94%, respectivamente.

De maneira geral, as concentrações de clomazona nas amostras de água, em ambos os locais estudados, variaram de 0,53 a 16,41 µg L⁻¹ (Tabela 1). Em Dourados, foram detectados resíduos de clomazona em apenas duas datas de amostragem, que correspondem a 5 (21/12/2011) e 19 (4/1/2012) dias após aplicação. Nessas datas, as concentrações variaram de 0,53 a 4,72 µg L⁻¹. Após 33 dias da aplicação, as concentrações de clomazona ficaram abaixo do LMQ, ou seja, de 0,04 µg L⁻¹. Em Rio Brillhante, foram detectados resíduos de clomazona nas amostras de água em três datas de amostragem, que correspondem a 27 (12/12/2012), 42 (27/12/2012) e 56 (10/01/2013) dias após aplicação (Tabela 1). Nessas datas, as concentrações variaram de 0,56 a 16,41 µg L⁻¹. Após 71 dias da aplicação, as concentrações ficaram abaixo do LMQ. Importante salientar que os valores das concentrações de clomazona abaixo do LMQ nas amostras de água da entrada dos quadros, em ambos os locais, indicam a ausência deste composto na água utilizada para abastecimento das lavouras durante a condução dos experimentos. Assim, os resíduos de clomazona encontrados nas amostras de água durante o monitoramento foram provenientes apenas das aplicações nas lavouras dos locais estudados.

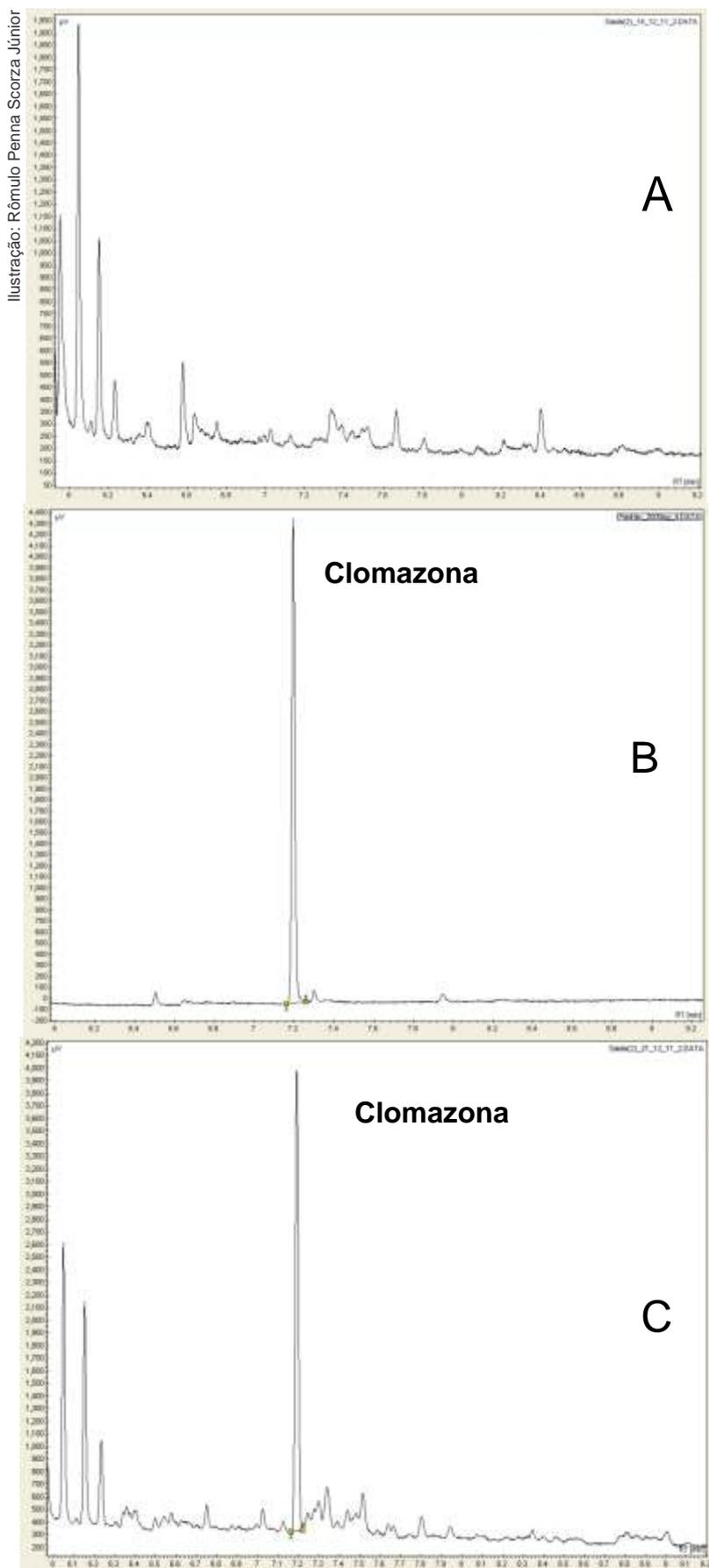


Figura 1. Cromatogramas da análise dos resíduos de clomazona em amostras de água. Amostra em branco (A), padrão analítico de clomazona na concentração de $2 \text{ ng } \mu\text{L}^{-1}$ (B) e amostra de Dourados coletada em 21/12/2011 (C). Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, MS.

Observa-se que, em Dourados, as concentrações dos resíduos de clomazona nas amostras de água foram menores que em Rio Brilhante, levando-se em consideração o tempo entre a aplicação e amostragem (Tabela 1). Em virtude da aplicação do clomazona em Dourados ter ocorrido tardiamente (73 dias após plantio), quando as plantas daninhas e de arroz apresentavam parte área já bastante desenvolvida, possivelmente grande parte do clomazona, durante a aplicação, tenha sido depositada na superfície das plantas, diminuindo sua deposição no solo e, posteriormente, na água.

Estudo semelhante sobre persistência de clomazona no solo e água em culturas de arroz irrigado, em Itajaí, SC, foi conduzido durante três safras por Noldin et al. (2001). De maneira geral, os autores observaram que a persistência do clomazona é maior em água quando comparado ao solo, tendo sido encontrados resíduos de clomazona em água até 32 dias após aplicação com concentrações entre $1,29$ e $490 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$. Provavelmente, essas concentrações superiores observadas por Noldin et al. (2001), quando comparadas a este estudo, se devem às doses superiores de clomazona aplicadas, que variaram de 360 a $500 \text{ g i.a. ha}^{-1}$.

A legislação brasileira que estabelece os valores máximos permitidos de resíduos de agrotóxicos em águas superficiais (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005) não prevê, atualmente, este valor para o herbicida clomazona. Assim, não é possível a comparação dos valores encontrados neste trabalho, para as últimas datas de amostragem, com a legislação vigente. No entanto, observou-se que esses valores dos resíduos de clomazona nas amostras de água para os dois locais estudados ficaram abaixo do LMQ, ou seja, de $0,04 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$, que são valores inferiores, por exemplo, ao limite máximo permitido de resíduos de agrotóxicos em água potável pela Comunidade Europeia de $0,1 \text{ } \mu\text{g L}^{-1}$.

Tabela 1. Concentrações do herbicida clomazona em amostras de água na cultura de arroz irrigado em duas localidades de Mato Grosso do Sul.

Local	Ponto de coleta	Data	Concentração ($\mu\text{g L}^{-1}$)
Dourados	Entrada do quadro	21/12/2011	< 0,04 ⁽¹⁾
		04/01/2012	< 0,04
		18/01/2012	< 0,04
		10/02/2012	< 0,04
		02/03/2012	< 0,04
	Meio do quadro	21/12/2011	1,58
		04/01/2012	0,65
		18/01/2012	< 0,04
		10/02/2012	< 0,04
		02/03/2012	< 0,04
	Saída do quadro	21/12/2011	4,72
		04/01/2012	0,53
		18/01/2012	< 0,04
		10/02/2012	< 0,04
		02/03/2012	< 0,04
Rio Brillhante	Entrada do quadro	12/12/2012	< 0,04
		27/12/2012	< 0,04
		10/01/2013	< 0,04
		25/01/2013	< 0,04
		21/02/2013	< 0,04
	Meio do quadro	12/12/2012	16,41
		27/12/2012	3,93
		10/01/2013	0,92
		25/01/2013	< 0,04
		21/02/2013	< 0,04
	Saída do quadro	12/12/2012	5,80
		27/12/2012	2,38
		10/01/2013	0,56
		25/01/2013	< 0,04
		21/02/2013	< 0,04

⁽¹⁾ Limite mínimo de quantificação do método analítico (LMQ).

Agradecimentos

Aos técnicos Klerisson de Souza Duro e Mauro Alves Júnior, pela ajuda nas análises laboratoriais e coleta das amostras de água nas lavouras.

Referências

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução n. 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58-63.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Banco de Dados Agregados. **Levantamento sistemático da produção agrícola** – agosto 2013. [Rio de Janeiro, 2013]. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/default.asp?t=5&z=t&o=1&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u6=1&u7=1&u8=1&u9=1&u10=1&u11=1&u12=3&u13=1&u14=26674&u15=1&u16=1&u17=1&u5=1>>. Acesso em: 9 set. 2013.

NOLDIN, J. A.; HERMES, L. C.; FAY, E. F.; EBERHARDT, D. S.; ROSSI, M. A. Persistência do herbicida clomazona no solo e na água quando aplicado na cultura do arroz irrigado, sistema pré-germinado. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v.19, n.3, p.401-408, 2001.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SCORZA JÚNIOR, R. P. **Dissipação do herbicida clomazona na cultura de arroz irrigado em Rio Brilhante, MS**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2011. 5 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 167). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/901103/1/COT1672011.pdf>> Acesso em: 9 set. 2013.

Comunicado Técnico, 189

Embrapa Agropecuária Oeste
Endereço: BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 449
79804-970 Dourados, MS
Fone: (67) 3416-9700
Fax: (67) 3416-9721
E-mail: sac@cpao.embrapa.br

1ª edição
(2013): versão eletrônica

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO E PAÍS SEM POBREZA

Comitê de Publicações

Presidente: *Harley Nonato de Oliveira*
Secretário-Executivo: *Germani Concenço*
Membros: *Auro Akio Otsubo, Clarice Zanoni Fontes, Fernando Mendes Lamas, José Rubens Almeida Leme Filho, Márcia Mayumi Ishikawa, Michely Tomazi, Rodrigo Arroyo Garcia e Silvia Mara Belloni*
Membros suplentes: *Augusto César Pereira Goulart e Oscar Fontão de Lima Filho*

Expediente

Supervisão editorial: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Revisão de texto: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Editoração eletrônica: *Eliete do Nascimento Ferreira*
Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*