

Foto: Rômulo Penna Scorza Júnior



Dissipação do Herbicida Clomazone na Cultura de Arroz Irrigado em Rio Brilhante, MS

Rômulo Penna Scorza Júnior¹

A produção brasileira de arroz na safra 2009/2010 foi de 11,3 milhões de toneladas, base casca (IBGE, 2011). Desse total, o Estado de Mato Grosso do Sul contribuiu com uma produção de, aproximadamente, 143 mil toneladas, o que representa apenas 1,3% da produção nacional. Diante da baixa produção, o Estado de Mato Grosso do Sul não é capaz de suprir a demanda pelos consumidores, tornando-o importador de outros estados (FERREIRA, 2009). No entanto, o desempenho da rizicultura no Estado tem-se apresentado satisfatório, gerando uma produtividade média de 5.382 kg ha^{-1} , 28% superior à média nacional de 4.186 kg ha^{-1} .

Aproximadamente 98% da área plantada com arroz em Mato Grosso do Sul ocorre em áreas inundadas, principalmente nas várzeas. Essas áreas possuem solos com restrições de drenagem natural, permitindo o método de irrigação por inundação contínua com lâmina de água estática. Nesse método, predominante em Mato Grosso do Sul, a cultura é exposta a uma lâmina de água durante grande parte de seu ciclo, sendo esta eliminada somente entre 10 e 15 dias antes da colheita. Neste processo, ocorre o escoamento dessa água, proveniente do interior da lavoura, para os canais de

drenagem internos e externos à área de cultivo e que, por sua vez, se comunicam com córregos e rios. Diante disso, agrotóxicos utilizados na cultura podem ser transportados juntamente com a água de drenagem, colocando em risco a qualidade dos recursos hídricos. Assim, torna-se de fundamental importância o monitoramento dos resíduos de agrotóxicos no interior da cultura, bem como na água de drenagem para evitar impactos negativos aos recursos hídricos. Uma das práticas de manejo adotadas para minimizar esse impacto negativo consiste na retenção da água nas lavouras, por um período que garanta grande parte da dissipação dos agrotóxicos aplicados, evitando que concentrações acima do permitido sejam transportadas juntamente com a água de drenagem.

A dissipação de um agrotóxico no campo depende de fatores bióticos e abióticos como, por exemplo, temperatura, atividade microbiana e umidade, dentre outros. Portanto, a persistência e velocidade de dissipação de um agrotóxico estão relacionadas com as características climáticas da região em que este é utilizado. Diante disso, estudos sobre a dissipação de agrotóxicos com o objetivo de avaliar sua persistência e

¹Eng. Agrôn., Ph.D., Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: romulo@cpao.embrapa.br

possíveis riscos ao meio ambiente devem ser realizados em condições mais próximas onde este será utilizado. Este trabalho teve como objetivo avaliar a persistência do herbicida pré-emergente clomazone em amostras de água no interior, nas entradas e nas saídas dos quadros de uma lavoura de arroz irrigado no Município de Rio Brillhante, MS. Este herbicida tem sido utilizado em áreas onde a implantação da lavoura de arroz ocorre em solo seco (antes da inundação) e a maioria das plantas daninhas presentes são gramíneas anuais.

O monitoramento foi realizado na Fazenda Passa Quatro, localizada no Município de Rio Brillhante, MS (21° 39' 22" S; 54° 35' 57" O), durante as safras 2008/2009 e 2009/2010. A fazenda é composta de 25 quadros com áreas variando de 2 ha a 36 ha, sendo esses quadros dispostos em sequência (interligados). Na safra 2008/2009, o monitoramento foi efetuado em apenas um quadro com área de 32,5 ha, sendo o clomazone aplicado no dia 15/10/2008 na dose de 288 g i.a. ha⁻¹. Na safra 2009/2010, o experimento foi instalado em dois quadros com áreas de 13 ha e 24 ha. Nessa safra, o clomazone foi aplicado no dia 20/11/2009 na dose de 216 g i.a. ha⁻¹ no quadro de 13 ha e nos dias 16/11/2009 e 10/12/2009 no quadro de 24 ha, nas doses de 288 g i.a. ha⁻¹ e 144 g i.a. ha⁻¹, respectivamente. Todas as aplicações foram realizadas utilizando-se um pulverizador acoplado ao trator com barra de 18 m e bicos do tipo cone espaçados 50 cm e com vazão de 100 L ha⁻¹. O plantio do arroz foi realizado no dia 30/8/2008 na safra 2008/2009 e nos dias 4/11/2009 (quadro de 24 ha) e 17/11/2009 (quadro de 13 ha) para a safra 2009/2010. O solo da área é classificado como GLEISSOLO (SANTOS et al., 2006). Amostras de água foram coletadas após a aplicação do herbicida, utilizando-se frascos de vidro âmbar com volume de 1.000 mL. Após coletadas, 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. Durante a safra 2008/2009, amostras foram coletadas apenas no interior do quadro, em duplicatas, nas seguintes datas: 28/10/2008, 12/11/2008, 22/12/2008 e 28/1/2009. Na safra 2009/2010, amostras foram coletadas, em duplicatas, no interior, nas entradas e nas saídas dos dois quadros considerados nas seguintes datas: 14/12/2009, 12/1/2010 e 5/2/2010 para o quadro de 24 ha e em 22/12/2009, 12/1/2010, 5/2/2010 e 5/3/2010 para o quadro de 13 ha.

Para extração dos resíduos de clomazone nas amostras de água utilizou-se o método de extração em fase sólida (SPE). Este consistiu em, inicialmente, filtrar todo o volume 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 em um cartucho SPE do tipo NEXUS® (3 mL/60 mg), com copolímero à base de estireno-divinilbenzeno, utilizando-se um manifold acoplado a uma bomba de vácuo. No final, deixou-se a passagem de ar pelo cartucho durante 20 min, 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 clomazone utilizando-se 0,5 mL de metanol, 3 mL de acetato de etila e 3 mL de diclorometano. Todo o eluato foi coletado e concentrado em um rotaevaporador até securo, sendo ressuspendido em 5 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 do clomazone nas amostras de água foram realizadas em um 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 min), rampa de 30 °C min⁻¹ até 240 °C, mantida por 3 min, rampa de 30 °C min⁻¹ até 260 °C, mantida por 5 min; modo de injeção "split/splitless". Nessas condições o tempo de retenção do clomazone foi de 7,27 min.

Para o preparo da solução concentrada do clomazone diluiu-se 10 mg do padrão analítico certificado do clomazone, com 97% de pureza, em 10 mL de hexano, resultando em uma concentração de 1 mg mL⁻¹. Em seguida, prepararam-se as soluções de trabalho diluindo-se a solução concentrada em hexano e obtendo-se as concentrações de 0,05; 0,1; 0,5; 1 e 2 ng µL⁻¹. O limite mínimo de quantificação do método analítico foi de 0,04 µg L⁻¹, ou seja, concentrações abaixo desse valor não foram consideradas.

A metodologia para extração e quantificação de clomazone em amostras de água foi testada fortificando-se amostras de 1.000 mL de água deionizada com concentrações equivalentes a 0,05; 0,5 e 2 ng μL^{-1} e obtendo-se recuperações de 98%, 103% e 98%, respectivamente.

Observa-se que as concentrações para a safra 2008/2009 variaram de 42,3 a 0,18 $\mu\text{g L}^{-1}$ nas amostras coletadas no interior do quadro de 32,5 ha (Tabela 1). A maior concentração (42,3 $\mu\text{g L}^{-1}$) ocorreu após 13 dias da aplicação do clomazone, enquanto a menor (0,18 $\mu\text{g L}^{-1}$) após 104 dias da aplicação.

Tabela 1. Concentrações do herbicida clomazone ($\mu\text{g L}^{-1}$) em amostras de água na cultura de arroz irrigado nas safras 2008/2009 e 2009/2010, em Rio Brillhante, MS.

Safrá 2008/2009			
Área do quadro (ha)	Ponto de Coleta	Data	Concentração ($\mu\text{g L}^{-1}$)
32,5	Interior do quadro	28/10/2008	42,3
		12/11/2008	11,4
		22/12/2008	0,38
		28/1/2009	0,18
Safrá 2009/2010			
Área do quadro (ha)	Ponto de Coleta	Data	Concentração ($\mu\text{g L}^{-1}$)
24	Entrada do quadro	14/12/2009	0,11
		12/1/2010	0,08
		5/2/2010	0,26
	Interior do quadro	14/12/2009	39,30
		12/1/2010	0,72
		5/2/2010	0,08
	Saída do quadro	14/12/2009	39,44
		12/1/2010	1,40
		5/2/2010	0,15
		22/12/2009	0,75
13	Entrada do quadro	12/1/2010	0,84
		5/2/2010	0,34
		5/3/2010	0,06
	Interior do quadro	22/12/2009	1,23
		12/1/2010	0,62
		5/2/2010	0,05
		5/3/2010	< 0,04 ⁽¹⁾
	Saída do quadro	22/12/2009	2,12
		12/1/2010	0,38
		5/2/2010	< 0,04
5/3/2010		< 0,04	

⁽¹⁾Limite mínimo de quantificação do método analítico foi de 0,04 $\mu\text{g L}^{-1}$.

Para a safra 2009/2010, as concentrações variaram de 39,3 a 0,08 $\mu\text{g L}^{-1}$ no quadro de 24 ha e de 2,12 a $< 0,04 \mu\text{g L}^{-1}$ no quadro de 13 ha (Tabela 1). As amostras da safra 2009/2010 foram coletadas em três locais distintos (entrada, interior e saída) de cada quadro. Considerando apenas o quadro de 24 ha, as maiores concentrações observadas (39,3 e 39,44 $\mu\text{g L}^{-1}$) ocorreram no interior e na saída do quadro após quatro dias da segunda aplicação do clomazone. Devido à movimentação da lâmina de água dentro dos quadros e à comunicação entre esses, a similaridade das concentrações no interior e na saída dos quadros é esperada. As concentrações de clomazone nas entradas dos dois quadros estudados, em todas as datas de amostragem, foram relativamente baixas, não excedendo 1 $\mu\text{g L}^{-1}$. Isso mostra que a contribuição dos quadros vizinhos para alteração da concentração de clomazone nos quadros avaliados, nesse estudo, não foi significativa. Importante ressaltar que durante a execução deste trabalho nem todos os 25 quadros da fazenda estavam plantados com a cultura de arroz. As maiores concentrações na entrada do quadro de 13 ha se devem ao fato deste ser o último quadro na fazenda, sujeito a receber grande carga de resíduos de clomazone dos quadros anteriores.

A legislação brasileira (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2005) não prevê, atualmente, o valor máximo permitido do herbicida clomazone em corpos aquáticos, dificultando assim a comparação dos valores encontrados neste trabalho com a legislação vigente. No entanto, observou-se que os valores encontrados nas últimas datas de amostragem, para ambas as safras, ficaram entre 0,26 e $< 0,04 \mu\text{g L}^{-1}$. Esses valores são considerados próximos ao limite máximo permitido de clomazone em água potável estabelecido pela Comunidade Europeia, que é de 0,1 $\mu\text{g L}^{-1}$.

As últimas datas de amostragem para ambas as safras corresponderam ao intervalo de, aproximadamente, 10 a 15 dias antes da colheita do arroz. Para tal, os quadros estudados foram drenados por volta de dois a cinco dias após a última data amostrada, que corresponde ao momento de liberação da água com provável resíduo de clomazone. No entanto, os valores correspondentes da concentração de clomazone na água drenada deveriam estar abaixo ou próximo ao valor preconizado pela

Comunidade Europeia (0,1 $\mu\text{g L}^{-1}$). Os intervalos de tempo entre a última aplicação do clomazone e as últimas datas de amostragem foram de 104 dias para a safra 2008/2009 e de 105 (quadro de 13 ha) e 82 dias (quadro de 24 ha) para a safra 2009/2010. Assim, recomenda-se que, nas condições edafoclimáticas estudadas, deve-se reter a água na cultura do arroz por um período de, no mínimo, 105 dias após última aplicação do clomazone, com o objetivo de minimizar impacto negativo na qualidade dos recursos hídricos.

Agradecimento

À Leila Cristina Konradt Moraes, pela ajuda nas análises laboratoriais, e a Mauro Alves Júnior e André Andrade Franco, pela ajuda nas coletas das amostras de água.

Referências

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 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.
- FERREIRA, C. M. Panorama e desafios da cadeia produtiva do arroz em Mato Grosso do Sul. In: BARRIGOSI, J. A. F. (Ed.). **Recomendações técnicas para a cultura de arroz irrigado no Mato Grosso do Sul**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. p. 15-19. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 235). 1 CD-ROM.
- IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA**: Banco de Dados Agregados: levantamento sistemático da produção agrícola – fevereiro 2011. [Rio de Janeiro, 2011?]. Disponível em: <http://tinyurl.com/d93gvj>. Acesso em: 28 fev. 2011.
- 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.

Comunicado Técnico, 167

Embrapa Agropecuária Oeste
Endereço: BR 163, km 253,6 - Caixa Postal 661
79804-970 Dourados, MS
Fone: (67) 3416-9700
Fax: (67) 3416-9721
E-mail: sac@cpao.embrapa.br

1ª edição
(2011): versão eletrônica

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

**Comitê de Publicações**

Presidente: *Guilherme Lafourcade Asmus*
Secretário-Executivo: *Alexandre Dinnys Roese*
Membros: *Claudio Lazzarotto, Eder Comunello, Milton Parron Padovan, Sílvia Mara Belloni e Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes*
Membros suplentes: *Alceu Richetti 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.*