



SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL DA BACIA DA LAGOA MIRIM



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

Sustentabilidade Socioambiental da Bacia da Lagoa Mirim

*José Maria Filippini Alba
Editor técnico*

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2010

Embrapa Clima Temperado

BR 392 Km 78

Caixa Postal 403, CEP 96010-971- Pelotas, RS

Fone: (53) 3275-8199

Fax: (53) 3275-8219 – 3275-8221

Home Page: www.cpact.embrapa.br

e-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê Local de Publicações

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária-Executiva: Joseane Mary Lopes Garcia

Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suita de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Christiane Rodrigues Congro, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.

Supervisor editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê

Revisor de texto: Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica: Graciela Olivella Oliveira

Editoração eletrônica e arte da capa: Camila Peres (estagiária)

1ª edição

1ª impressão (2010): 100 exemplares

Todos os direitos reservados

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

Sustentabilidade socioambiental da bacia da Lagoa Mirim / editor técnico, José Maria Filippini Alba ; autores, Alvaro Roel Dellazoppa ... [et. al.]. -- Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.
292 p. : il. ; 21 cm. --

ISBN 978-85-85941-51-2

1. Reserva biológica. 2. Recurso natural. 3. Gestão ambiental. 4. Meio ambiente. I. Filippini Alba, José Maria, ed. II. Dellazoppa, Álvaro Roel. III. Série.

CDD 333.717

© Embrapa 2010

Autores

Alvaro Roel Dellazoppa

Engenheiro Agrônomo, Ph.D. em Ecologia, Diretor Regional, Estación Experimental del Este, Instituto Nacional de Investigación Agropecuária, Treinta y Tres, Uruguai, contato: (+ 59845) 22023/ 25703, aroel@inia.org.uy.

Carlos Alberto Flores

Engenheiro Agrônomo, M.Sc. em Pedologia, Pesquisador Embrapa Clima Temperado BR 392, km 78, Pelotas – RS - Brasil. CP 403, CEP 96001-970, contato: (53) 3275-8253, carlos.flores@cpact.embrapa.br.

Carlos Hiroo Saito

Licenciado em Biologia, D.Sc. em Geografia, Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília – DF - Brasil, CEP 70910-900, contato: (+ 5561)-3307-2326, saito@unb.br.

Daiane Hellnvig Zarnott

Acadêmica do Instituto Federal Sul-rio-grandense, Bolsista IC – CNPq, Embrapa Clima Temperado, BR 392 km 78, Caixa Postal 403, Pelotas – RS – Brasil, CEP 96001-970, dhzar@pop.com.br.

Diana Musitelli Andreasen

Bacharel em Biblioteconomia, Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este (PROBIDES), Ruta 9, km 205, Rocha, Uruguay. Telefone: (047)-25005 ou 28021, diana.musitelli@probides.org.uy.

Fábia Amorim da Costa

Bacharel em Geografia, Mestre em Geomática, Analista da Embrapa Clima Temperado, BR 392 km 78, Caixa Postal 403, Pelotas – RS – Brasil, CEP 96001-970, fabia.amorim@cpact.embrapa.br.

Gerardo Evia Piccioli

Médico Veterinário. Coordenador do Programa de Conservación de la Biodiversidad y Desarrollo Sustentable en los Humedales del Este (PROBIDES), Ruta 9, km 205, Rocha, Uruguay. Telefone: (047)-25005 ou 28021, gevia@adinet.com.uy.

Gláucia de Figueiredo Nachtigal

Engenheira Agrônoma. D.Sc. em Sanidade Vegetal e Controle Biológico, Pesquisadora Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 88, Pelotas – RS - Brasil. CP 403, CEP 96001-970, telefone: (53) 32775144, glaucia.nachtigal@cpact.embrapa.br.

Ivan Rodrigues de Almeida

Bacharel em Geografia, D.Sc. em Recursos Naturais e Geoprocessamento, Pesquisador Embrapa

Clima Temperado, BR 392, km 78, Pelotas – RS
- Brasil. CP 403, CEP 96001-970, contato: (53)
32758271, ivan.almeida@cpact.embrapa.br.

João Oldair Menegheti

Bacharel em História Natural, Mestre em Ecologia,
Professor da Universidade Federal do Rio Grande
do Sul, Porto Alegre – RS - Brasil,
meneghet@ufrgs.br.

João Paes Vieira Sobrinho

Bacharel em Oceanografia, Ph.D. em Ciências
Marinhas, Professor do Departamento de
Oceanografia, Universidade Federal de Rio Grande,
Rio Grande – RS - Brasil, contato: (53)-32336515,
vieira@mikrus.com.br.

Joel Henrique Cardoso

Engenheiro Agrônomo, Sc. em Sistemas
Agroforestais, Pesquisador Embrapa Clima
Temperado, BR 392, km 88, Pelotas – RS -
Brasil. CP 403, CEP 96001-970, contato: (53)-
32775144,
joel.cardoso@cpact.embrapa.br.

José Maria Filippini Alba

Bacharel em Química, Sc. em Geoquímica,
Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, BR
392 km 78, Caixa Postal 403, Pelotas – RS –
Brasil, CEP 96001-970, contato: +53-32758229,
jose.filippini@cpact.embrapa.br.

4.2. Disipación del herbicida clomazone en arroz bajo dos tratamientos de riego

Cantou, G.; Roel, A.; Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Treinta y Tres, Ruta 8 km 281, Treinta y Tres, Uruguay, gcantou@inia.org.uy

Carlomagno, M.; González-Sapienza, G. Cátedra de Inmunología, Facultad de Química, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, maricarl@cin.edu.uy.

4.2.1. Introducción

El cultivo de arroz en Uruguay se basa en general en un sistema de producción en rotaciones con pasturas e integrado con la producción ganadera, que permiten considerarlo de baja intensidad e impacto ambiental. Para cuantificar la compatibilidad ambiental del sistema y su sustentabilidad, es necesario determinar los niveles de residuos de agroquímicos con las actuales prácticas de manejo y productos más utilizados. Clomazone es un herbicida selectivo para cultivos de arroz, de pre y post emergencia, especialmente indicado para el control de gramíneas (*Echinochloa crusgalli*, *Echinochloa cruspavonis*, *Digitaria sanguinalis* e *Echinochloa colona*).

En Uruguay, el cultivo de arroz se siembra en seco y se inunda en forma definitiva entre los 30-40 días después de la emergencia. El herbicida clomazone es uno de los más utilizados, el cual se aplica (sólo o en mezcla) en aproximadamente el 78% del área sembrada (INIA, 2008). De un estudio realizado con el objetivo de determinar la presencia de agroquímicos en suelo, agua y grano del cultivo de arroz, se detectaron residuos de agroquímicos en agua en 6,7% de las muestras analizadas, encontrándose Carbendazim, Quinclorac, Clomazone y Propanil (ACA, 2008).

La Comunidad Económica Europea (Directive N° 0/778/EEC) establece una concentración máxima admisible de pesticidas de 0.1 ppb en agua destinada para consumo humano y el límite exigido para aguas superficiales es de de 1 a 3 ppb (SLOBODNIK et al., 1997; BROUWER et al., 1994, citados por ZANELLA, 2002).

El objetivo del presente trabajo es determinar los niveles de concentración del herbicida clomazone en agua y evaluar su interacción con el manejo del agua del cultivo de arroz.

4.2.2. Materiales y Métodos

En la zafra agrícola 2008/2009, se instaló un ensayo en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL) del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) de Uruguay, localizada en el este de Uruguay (33°:16'22" S, 54°:10'22" W). Éste se ubicó sobre un Brunosol Subéutrico Lúvico, con las siguientes características: pH (H₂O) = 6,2; MO = 2,24%; P (Bray) = 3,9 µg/g; P (Cítrico) = 5 µg/g, K = 0,28 meq/100g; Textura arenoarcilloso (23% arena, 48% limo y 30% arcilla). El manejo del cultivo se detalla en la Tabla 4.9.

Tabla 4.9 Manejo del cultivo.

Fecha	Actividad	Detalle
15/10/08	Siembra y fertilización de base	160 kg/ha de semilla cv. INIA Olimar 148 kg/ha 18-46-0
5/11/08	Emergencia	
17/11/08	Aplicación de herbicida	Facet 1,4 l/ha + Propanil 3,75 l/ha + Command 0,8 l/ha + Cyperex 200 g/ha
Variable según tratamiento	Fertilización	60 kg/ha de urea en seco, previo a la inundación y 60 kg/ha de urea a primordio

Los tratamientos de riego consistieron en inundar el cultivo en dos momentos: 15 días después de la emergencia (tratamiento temprano) y 30 días después de la misma (tratamiento referencia). Se utilizaron parcelas de 112 m².

Para ambos tratamientos se aplicó 384 g i.a.ha⁻¹ de clomazone en post emergencia del cultivo, a partir de una formulación comercial emulsionable (Command), en 120 L.ha⁻¹ de caldo. Luego de la aplicación, el herbicida permaneció en el suelo sin lámina de agua por 2 y 16 días para los tratamientos temprano y de referencia, respectivamente.

Las parcelas se regaron individualmente y disponían de un aforador en cada una de ellas que permitía cuantificar la cantidad de agua utilizada. Desde el momento en que se inundó el cultivo se mantuvo una lámina de agua de 10 cm. Las variables climáticas (temperatura y precipitaciones), fueron obtenidas de la Estación Meteorológica ubicada en la UEPL. Para el análisis cuantitativo de clomazone, se recolectaron muestras compuestas de la lámina de agua de las parcelas (8 puntos), 4 horas después de la inundación, 2, 3, 6, 9, 14, 17, 21, 28, 35, 41, 48 días después de la inundación (DDI) y previo al momento de drenaje de las parcelas (previo a cosecha). También se hicieron muestreos en el Río Olimar, fuente de agua del sistema y en el canal de conducción del agua de riego.

Las muestras de agua se mantuvieron a 4 °C, se centrifugaron y filtraron con filtro 0,4 µm. La Cátedra de Inmunología de la Facultad de Química determinó las concentraciones de clomazone por ELISA y HPLC. La correlación entre ambos métodos fue alta ($r=0.97$). El ELISA presentó un límite de detección de 1.4 ± 0.4 ppb y las determinaciones se hicieron por triplicados en ensayos independientes, con desvíos estándares inter-ensayos menores al 20%. En este trabajo se presentan los datos obtenidos por ELISA.

4.2.3. Resultados y Discusión

El manejo del agua afectó el comportamiento del herbicida en el ambiente. En ambos tratamientos se observa que la concentración de clomazone aumenta a partir del día en que se inundó el cultivo hasta llegar a un valor máximo y luego desciende con el tiempo (Figura 4.1). El nivel máximo de clomazone alcanzado en el tratamiento de inundación temprano fue cinco veces mayor al detectado en el tratamiento de referencia (129.4 ppb vs. 25.6 ppb). Éstos valores máximos se registraron a los 6 y 9 DDI para el tratamiento temprano y el de referencia, respectivamente.

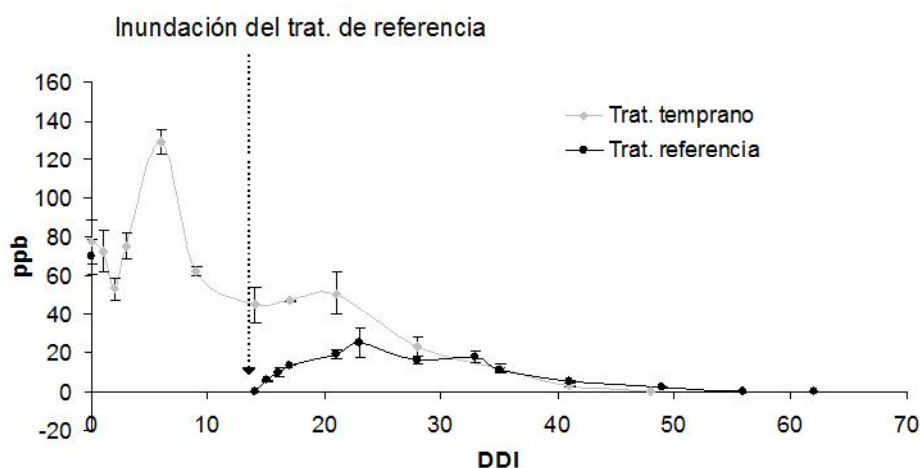


Fig. 4.1. Concentración de clomazone en agua para los tratamientos de riego temprano y de referencia. DDI: días después de la inundación (0 = día en que se inundó trat. temprano). UEPL/ INIA, Treinta y Tres, Uruguay. 2009.

El día en que se inundó el tratamiento temprano se realizó un baño² al tratamiento de referencia y de una muestra tomada a la salida del agua de éste tratamiento se detectó 70 ppb de clomazone. De los datos obtenidos, resulta importante adoptar y delinear prácticas de manejo del agua que eviten o minimicen el movimiento de ésta hacia fuera del cultivo en los primeros días luego de la inundación (fundamentalmente ante inundaciones tempranas del cultivo) y en el/los baño/s que se realicen, de manera de preservar la calidad de los recursos hídricos.

Bajo las condiciones climáticas en las cuales se realizó el estudio, los resultados obtenidos muestran que la concentración de clomazone se ubicó por debajo del límite estipulado para aguas superficiales (1-3 ppb) a partir de los 41 DDI para el tratamiento temprano y para el caso del tratamiento de referencia fue necesario esperar 35 DDI para alcanzar este valor. En la literatura encontramos trabajos con distintos resultados en cuanto a la curva de disipación de clomazone, consecuencia de la cantidad de factores que afectan el comportamiento del mismo en el ambiente (GRUTZMACHER et al., 2007; MACHADO et al., 2003; MATTOS et al., 2005, 2007; QUAYLE, 2005; SANTOS et al., 2008).

La muestra recolectada el día en que se inundó el cultivo presentó un valor de 77,4 ppb para la inundación temprana y fue menor al límite de detección de la técnica (1,4 ppb) para el tratamiento de referencia. Ésta menor concentración del herbicida en el tratamiento de referencia evidencia que hubieron condiciones favorables para la disipación del mismo durante el período en que éste estuvo en el suelo. El herbicida clomazone sufre degradación microbiana la cual es promovida por condiciones de alta humedad en suelos, altas temperaturas y pH mayores que 6.5 (COLOMBIA, 2005; MODERNEI, 2002). En el período en que el cultivo del tratamiento de referencia estuvo sin lámina de agua, la media de temperaturas máximas registradas fue de 28.5 °C y el suelo permaneció húmedo dado que se realizó un baño (aporte de 50 mm de agua) y hubieron lluvias en dos momentos distintos de 15 y 43 mm (Figura 4.2).

² Práctica común en el cultivo de arroz de Uruguay, la cual se realiza previo al momento de inundación definitivo. Consiste en regar el cultivo con el objetivo de favorecer la emergencia y/o el desarrollo de la planta de arroz, fundamentalmente cuando el suelo se seca demasiado.

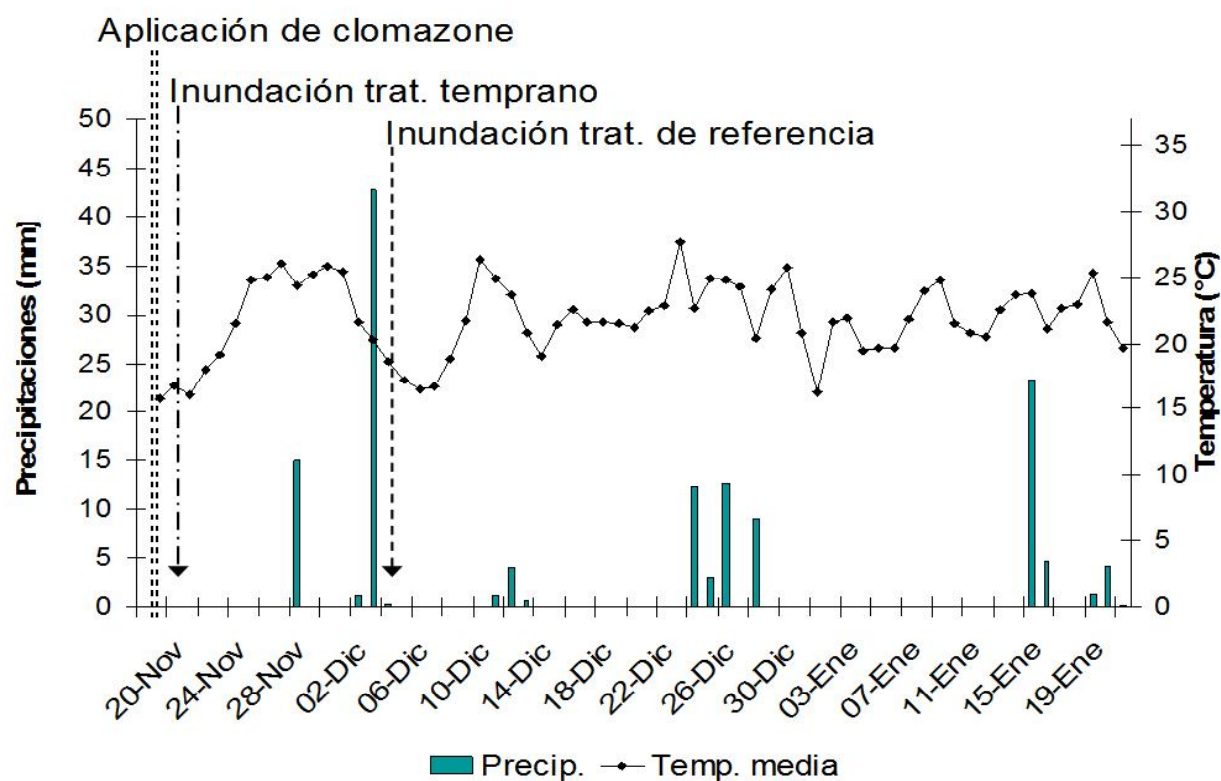


Fig. 4.2. Temperatura (°C) y precipitaciones (mm) desde el 17 de noviembre de 2008 al 19 de enero de 2009. Datos de la Estación Meteorológica de la UEPL/INIA, Treinta y Tres, Uruguay. Tratamiento temprano: inundación el 19 noviembre, Tratamiento referencia: inundación el 3 diciembre.

El escurrimiento es otro factor que pudo afectar la disipación del herbicida, luego del baño y en los dos eventos de lluvias mencionados anteriormente, ya que el herbicida clomazone es altamente soluble en agua (1.1 g/l).

Por otro lado, el clomazone es susceptible de sufrir volatilización, sobre todo con suelo húmedo y temperatura creciente. Thelen et al. (1988) y Cumming et al. (2002) citado por Santos et al. (2008), encontraron pérdidas de clomazone por volatilización con el aumento de la humedad del suelo. Mervosh et al. (1995), sin embargo, mencionan que la volatilización del clomazone aumenta con el incremento de la temperatura pero que no es significativamente afectado por la humedad del suelo.

Otros factores son los que inciden en la disipación del clomazone cuando

éste está en la lámina de agua, como la fotodegradación (ZANELLA et al., 2008) y la degradación anaerobia (MODERNEI, 2002), que determinan el comportamiento observado en el tratamiento temprano de inundación.

Durante el período del ensayo, no se detectó clomazone en el agua del Río Olimar y ni en el canal de riego.

El presente estudio, de carácter preliminar, permite ir generando información acerca de cómo las prácticas de manejo actuales interaccionan con los niveles de disipación de los agroquímicos y constituye el pilar inicial para delinear buenas prácticas de manejo que permitan alcanzar buenos niveles productivos, preservando el medio ambiente.

4.2.4. Referencias

ASOCIACIÓN DE CULTIVADORES DE ARROZ (ACA). Residualidad de agroquímicos en arroz. FPTA 171. **Revista Arroz**, Montevideo, n. 53, p. 22-28, 2008.

COLOMBIA. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. **Resolução nº 681**. República de Colombia, 2005. Disponible en: <http://www1.minambiente.gov.co/prensa/gacetas/2005/junio/res0681_020605.pdf> Acceso en: 20 abr. 2009.

GRUTZMACHER, D. D.; GRUTZMACHER, A. D.; AGOSTINETTO, D.; LOECK, A. E.; ROMAN, R.; ZANELLA, R. Avaliação e monitoramento de agrotóxicos no sedimento de dois mananciais hídricos da região sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5., 2007, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. v. 2, p. 443-445.

INIA. **Biblioteca virtual de INIA**. Disponible en: <<http://www.inia.org.uy/estaciones/ttres/actividades/2008/zafra0708baseempresas.pdf>>. Acceso en: 1º abr. 2009.

MACHADO, S. L. O.; ZANELLA, R.; MARCHEZAN, E.; PRIMEL, E. G.; GONÇALVES, F. F.; VILLA, S. C. C.; MAZIERO, H. Herbicide persistence in rice paddy water. In: BRAZILIAN RICE CONGRESS, 3., Camboriú, 2003. **Proceedings...** Camboriú, 2003. p. 692-694.

MATTOS, M. L. T.; ANDRES, A.; SANTOS, I. M. B. dos; ANSELMO, J. Comportamento ambiental do herbicida clomazona na tecnologia permit em lavoura de arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 5., 2007, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. v. 2, p. 471-473.

MATTOS, M. L. T.; ANDRES, A.; SANTOS, I. M. B. dos. Dissipação do herbicida clomazone em solo, água e sedimento de lavoura de arroz irrigado, no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4., Santa Maria, RS, 2005. **Anais...** Santa Maria: Orium 2005. v. 2, p. 508-510.

MERVOSH, T. L.; SIMS, G. K.; STOLLER, E. W. Clomazone fate in soil as affected by microbial activity, temperature, and soil moisture. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 43, n. 2, p. 537-543, 1995.

MODERNELO, R. **Guía uruguaya para la protección y fertilización vegetal**. 8. ed. San José de Carrasco, Canelones, Uruguay: Alfatrade, 2002. 461 p.

QUAYLE, W. **Rice CRC final report: the persistence of pesticides in floodwaters and how this is influenced by water management and layout**. Griffith: CSIRO Land and Water, 2005. Disponível em: <<http://ricecrc.org>> Acesso em: 24 abr. 2009.

SANTOS, F. M.; MARCHEZAN, E.; MACHADO, S. L. O.; AVILA, L. A.; ZANELLA, R.; GONÇALVES, F. F. Persistência dos herbicidas Imazethapyr e Clomazone em lamina de água do arroz irrigado. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 875-881, 2008.

THELEN, K. D.; KELLS, J. J.; PENNER, D. Comparison of application methods and tillage practices on volatilization of clomazone. **Weed Technology**, Champaign, v. 2, p. 323- 326, 1988.

ZANELLA, R.; PRIMEL, E. G.; MACHADO, S. L. O.; GONÇALVES, E. E.; MARCHESAN, E. Monitoring of the herbicide clomazone in environmental water samples by solid-phase extraction and high-performance liquid chromatography with ultraviolet detection. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 55, p. 573-577, 2002.

ZANELLA, R.; PRIMEL, E. G.; GONÇALVES, F. F.; MARTINS, M. L.; ADAIME, M. B.; MARCHESAN, E.; MACHADO, S. L. O. Study of the degradation of the herbicide clomazone in distilled and in irrigated rice field waters using HPLC-DAD and GC-MS. **Journal of Brazilian Chemical Society**, Campinas, v. 19, n. 5, p. 987-995, 2008.