

## COMPORTAMENTO AMBIENTAL DO INSETICIDA CARBOFURAN EM ECOSISTEMA DE ARROZ IRRIGADO

Maria Laura Turino Mattos<sup>(1)</sup>, José Francisco da Silva Martins<sup>(1)</sup>, Mirtes Melo<sup>(1)</sup>, Rafael Antunes Dias<sup>(2)</sup>; Gilberto Casadei de Baptista<sup>(3)</sup>. 1. Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970-Pelotas-RS, E-mail: mattos@cpect.embrapa.br; 2. UCPel-Museu de História Natural, Caixa Postal 402, CEP 96010-000, Pelotas-RS; (3) USP-ESALQ, Caixa Postal 9, CEP 13418-9000-Piracicaba-SP.

A aplicação de pesticidas é o método de controle de pragas mais praticado no ecossistema de arroz irrigado, embora a natureza tóxica de suas moléculas apresentem risco potencial para o homem e o ambiente. O comportamento de pesticidas aplicados em ecossistemas de arroz irrigado é governado por processos de transferência e degradação e suas interações. Transferência é um processo físico, no qual as moléculas permanecem intactas. Degradação é um processo químico, no qual as moléculas são clivadas. Ambos os processos é que determinam a persistência ou retenção de um pesticida, sua eficácia no controle das pragas, bem como seu potencial para a contaminação dos recursos solo, água e alimentos.

Carbofuran (2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranil metilcarbamato) é um dos inseticidas mais usados na cultura do arroz irrigado, para controle de *Oryzophagus oryzae* (Coleóptera: Curculionidae). O inseticida na formulação granulada é aplicado diretamente na água de irrigação, cerca de dez dias pós-inundação do arrozal, para o controle de larvas de *O. oryzae* (Camargo, 1991).

Apesar da elevada eficiência do produto no controle do inseto, há restrições ao seu uso, principalmente, devido ao preço relativo elevado e risco potencial ao meio ambiente. A dosagem do inseticida, registrada no Ministério da Agricultura e do Abastecimento, oscila de 750 a 1000 g i.a. ha<sup>-1</sup> (Arroz Irrigado, 1999). Porém, há informações, de caráter empírico, de que a dose de 400 g ha<sup>-1</sup>, aplicada via área, em arrozais comerciais, tem reduzido eficientemente a população larval, evitando danos à cultura. Trabalho recente de pesquisa demonstrou que há potencial para reduzir em 67% a dosagem de carbofuran aplicado via aérea, o que corresponde à aplicação de apenas 250 g há<sup>-1</sup> (Martins et al., 2000).

No solo, o carbofuran é quimicamente hidrolisado sob condições alcalinas (Getzin 1973), apesar de microrganismos também estarem envolvidos na sua degradação, em condições próximas à neutra, tanto no solo como na água (Rajagopal et al. 1984). A degradação deste inseticida sob condições aeróbias é rápida, desaparecendo após 72 horas de inoculação com bactéria do gênero *Flavobacterium*, com um aumento concomitante da evolução de <sup>14</sup>CO<sub>2</sub>. Em condições anaeróbias, não há degradação considerável, ainda que após 144 horas de incubação. É possível que as condições aeróbias que predominam na camada superficial dos solos alagados, suportem a multiplicação e atividade de microrganismos degradadores de carbofuran (Ramanand et al. 1988). Também a dissipação do inseticida, no solo e na água, tem sido bastante estudada. Nos Estados Unidos da América, no estado de Arkansas, em estudo analítico da dissipação do carbofuran em água, foram detectados níveis traço, imediatamente após a aplicação (Lavy et al. 1996).

A movimentação da água nas lavouras de arroz irrigado contribui para a remoção do carbofuran da área tratada, podendo reduzir a sua eficácia biológica e poluir os mananciais hídricos. Assim, estudos concomitantes ao de eficácia devem ser realizados para avaliar o destino do inseticida no ambiente, e seus impactos negativos.

Como o carbofuran granulado é um inseticida chave para controle curativo de *O. oryzae*, estão sendo estudadas formas mais racionais de uso do produto. Paralelamente, está sendo desenvolvido um estudo do comportamento ambiental do inseticida no ecossistema de arroz irrigado, enfocando: (1) a redução das dosagens atualmente registradas para o controle do inseto, (2) o impacto sobre outros componentes da fauna, (3) a deriva via aplicação aérea, (4) a distribuição e movimentação na água, sedimento e solo, (5) a degradação microbiana e, (6) o impacto da formulação granulada sobre a assembléia

de aves existente em áreas orizícolas. Também estão sendo avaliados os resíduos de carbofuran em amostras de grãos e casca de arroz.

As atividades de pesquisa com o inseticida carbofuran, acima referidas, estão em andamento, desde 1999, no âmbito das pesquisas do subprojeto *Comportamento Ambiental de Pesticidas em Lavouras de Arroz Irrigado no Agroecossistema Terras Baixas*, da Embrapa Clima Temperado. Na safra de 1999/2000, a área experimental foi instalada em arrozais da Fazenda Santa Amélia, do Grupo Hadler & Hasse (Capão do Leão, RS). Os tratamentos consistiram da aplicação aérea do inseticida carbofuran [Furadan 50 G<sup>®</sup> (250, 500 e 750 g i.a. ha<sup>-1</sup>); Furadan 100 G (500 e 750 g i.a. ha<sup>-1</sup>)], na água de irrigação, e de uma testemunha (sem inseticida) (Martins et al. (2000). Na safra de 2000/2001, as atividades experimentais foram realizadas na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Capão de Leão, RS. Três tratamentos foram comparados Furadan 100 G, 2,5 e 4,0 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente 250 e 400 g i.a. (carbofuran) ha<sup>-1</sup>, e testemunha. Cada parcela, de 11.250 m<sup>2</sup>, conteve sistema independente de irrigação e drenagem, com apenas uma entrada e uma saída da água de irrigação (oriunda diretamente de barragem, sem qualquer possibilidade de contaminação por produtos químicos antes de atingir a área do experimento). Para facilitar o manejo da água de irrigação, cada parcela foi dividida por taipas de base larga, em cinco talhões com 2.250 m<sup>2</sup>. Os químicos foram aplicados, em parcela única, dez dias após a irrigação permanente por inundação (10 DAI), através de aeronave Ipanema, da Mirim Aviação Agrícola Ltda, equipada com difusor venturi, com largura de faixa de vôo de 15 metros, altura de vôo de 10 metros, velocidade de vôo de 170 Km/h, equipada com sistema de balizamento orientado por sinais de satélite (GDPS).

Na avaliação da redução das dosagens do carbofuran e de seu impacto sobre outros componentes da fauna, estão sendo registradas as seguintes variáveis: número de adultos e larvas de *O. oryzae*, anfíbios, aracnídeos, crustáceos, moluscos, peixes, e de outros componentes da fauna aquática do ecossistema de arroz irrigado.

A avaliação da deriva do carbofuran foi realizada por meio de dois experimentos na Granja Pagani, em Capão do Leão, RS. Utilizaram-se bandejas plásticas de 10 x 30 x 40 cm, dispostas em fileiras equidistantes (85 m) perpendiculares à primeira faixa de aplicação aérea do inseticida na margem do arrozal, no sentido do vento. Cada bandeja recebeu 2 litros de água, formando uma lâmina de aproximadamente 1,7 cm de espessura. Nos dois experimentos foi utilizado o modelo da aeronave descrita anteriormente. No primeiro e segundo experimentos foram aplicados 10 Kg ha<sup>-1</sup> (em 10 ha) e 25 kg ha<sup>-1</sup> (em 6 ha), respectivamente. Imediatamente após a aplicação do inseticida, o conteúdo das bandejas foi recolhido em frascos de polietileno, armazenados em freezer e, posteriormente, encaminhados para análise cromatográfica (qualitativa e quantitativa) de resíduos. A visualização de grânulos e a detecção de resíduos de carbofuran na água das bandejas, foram estabelecidos como indicativos da dimensão da faixa de deriva.

As análises qualitativa e quantitativa de resíduos de carbofuran e de seu metabólito (3-hidroxi-carbofuran), dos dois anos experimentais, foram realizadas em amostras de águas e sedimentos, coletadas nas cinco doses de Furadan 50 G<sup>®</sup> (250, 500 e 750 g i.a. ha<sup>-1</sup>) e Furadan 100 G (2,5 e 4,0 kg ha<sup>-1</sup>) e tratamento testemunha, visando estabelecer uma curva de dissipação do produto no referido ecossistema. Amostras de água e sedimento foram coletadas até 40 dias após a aplicação do carbofuran. Ao mesmo tempo, foi medido o pH e a temperatura da água na lâmina em cada parcela experimental, bem como a altura da lâmina d'água. As características físicas e químicas do solo da área experimental também foram determinadas.

Os ensaios de biodegradação estão em andamento no Laboratório de Microbiologia Agrícola e do Ambiente, na Embrapa Clima Temperado. Está sendo avaliada a degradação microbiana do carbofuran por microrganismos isolados do solo das áreas que receberam aplicação do inseticida. Ensaios de enriquecimento foram realizados, visando confirmar se microrganismos do solo contribuem para a degradação do produto. Isolados de microrganismos com capacidade de metabolizar carbofuran estão sendo caracterizados e identificados, usando métodos bioquímicos.

O efeito da aplicação do carbofuran granulado sobre as aves está sendo feito utilizando o método de contagem direta (Bibby e Burgess (1992)). Todas as aves detectadas, visual ou auditivamente, dentro das unidades amostrais são contadas. As expedições de contagem foram realizadas antes e após a aplicação do inseticida carbofuran. Nove expedições foram realizadas, entre 19 de janeiro e 7 de março de 2001, cobrindo o período compreendido entre a fase vegetativa do arroz e o início da emissão da panícula.

A determinação de resíduos de carbofuran em arroz (grãos beneficiados) e casca, foram realizadas em amostras colhidas nos tratamentos com 250 e 400 g i.a. (carbofuran) ha<sup>-1</sup> e testemunha. As análises cromatográficas foram realizadas no Laboratório de Toxicologia de Inseticidas do Departamento de Entomologia da ESALQ, em Piracicaba, SP. A variação do nível de carbofuran foi monitorada por cromatografia gasosa.

Os principais resultados obtidos até o momento, pela pesquisa, são os seguintes: (a) é possível reduzir em 67% a dosagem mínima do inseticida carbofuran granulado atualmente registrada (750 g i.a. ha<sup>-1</sup>) para o controle de *O. oryzae*; (b) o grau de impacto do carbofuran sobre componentes da fauna aquática, como anfíbios, moluscos e peixes foi diferenciado, quanto à classe e espécie de organismo; (c) na condição de vento, com velocidade média de 15 Km/h, houve deriva, visualizando-se grânulos, nas bandejas, até 37,5 m da primeira faixa de aplicação do inseticida na margem do arrozal; (d) houve liberação de resíduos do carbofuran para o meio ambiente, após o período preconizado pelo fabricante do produto, para permanência das parcelas fechadas e conseqüente liberação da água, ou seja, 48 horas; (e) determinado nível de segurança pode ser alcançado, para a água, dentro de 30 dias após a aplicação do carbofuran, partindo de concentrações iniciais de 250 g i.a. ha<sup>-1</sup>; (f) onze isolados bacterianos foram recuperados das culturas enriquecidas com carbofuran, sendo todos Gram-negativos; (g) os padrões temporais de variação de riqueza específica e heterogeneidade das aves sofreram redução, posteriormente à aplicação ( 48 h) do carbofuran granulado; (h) não foram detectados resíduos de carbofuran nos grãos e casca de arroz.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIBBY, C.J., BURGESS, N.D. & HILL, D.A. **Bird census techniques**. London: Academic Press, 1992.
- CAMARGO, L.O.C. de A. Gorgulhos aquáticos do arroz, caracterização e controle. **Lavoura Arrozeira**, v.44, n.395, p.7-14, 1991.
- GETZIN, L.W. Persistence and degradation of carbofuran in soil. **Environmental Entomology**, v. 2, p. 461-467, 1973.
- LAVY, T.L., DEWELL, R.A., BEARD, C.R., MATTICE, J.D. & SKULMAN, B. W. Environmental implications of pesticides in rice production. **Research Series**, Arkansas Agricultural Experiment Station, n. 453, p. 61-69, 1996.
- MARTINS, J.F. da S., MATTOS, M.L.T.; CUNHA, U.S. da. Reduction of carbofuran insecticide dosage for *Oryzophagus oryzae* larval controlling and environmental impact evaluation in the flooded rice ecosystem. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENTOMOLOGY, 21, 2000, Foz do Iguassu, **Abstracts...** Foz do Iguassu, 2000. 1287p.
- RAJAGOPAL, B.S., BRAHMAPRAKASH, G.P., REDDY, B. R., SINGH, U. D. & SETHUNATHAN, N. Effect and persistence of selected carbamate pesticides in soil. **Residue Review**, v. 93, p. 1-197, 1984.
- RAMANAND, K., SHARMILA, M. & SETHUNATHAN, N. Mineralization of carbofuran by a soil bacterium. **Applied and Environ. Microbiology**, v. 54, p. 2129-2133, 1988.

Apoio Financeiro: FAPERGS, FMC do Brasil

## LEVANTAMENTO EXPLORATÓRIO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS ÁGUAS UTILIZADAS PARA IRRIGAÇÃO DO ARROZ NO RIO GRANDE DO SUL

Vera Regina Mussoi Macedo <sup>(1)</sup>; Elio Marcolin <sup>(1)</sup>; Humberto Bohnen <sup>(2)</sup> 1. EEA/IRGA Caixa Postal 29 CEP 94030-030 Cachoeirinha - RS, e-mail: vera\_irga@redemeta.com.br; 1. IRGA/EEA; 2. consultor técnico EEA/IRGA.

O arroz é um dos alimentos mais consumidos pela população, contribuindo para compor a dieta na forma de energia, proteínas e minerais. No Rio Grande do Sul esta cultura envolve um grande número de pessoas, tanto na área de produção, beneficiamento e comércio como na área industrial. A última safra atingiu 5,29 milhões de toneladas de grãos, em uma área de 942.596 hectares, atingindo uma produtividade média de 5.625 kg ha<sup>-1</sup> (IRGA, 2001).

Sendo um sistema de cultura que envolve irrigação por inundação e utilização de pesticidas e fertilizantes para obtenção de rendimentos economicamente compensadores é também uma cultura que tem um impacto ambiental que deve ser quantificado, tanto no que diz respeito à composição da água que entra na lavoura como aquela que é drenada da mesma.

Foi feita uma amostragem das águas utilizadas na lavoura de arroz nas fontes mais expressivas do Estado, com o objetivo de quantificar a sua composição e a partir destes resultados definir as ações a serem tomadas no que diz respeito à pesquisa e recomendações de seu uso e manejo pelos agricultores. Amostras da água sendo utilizadas para a lavoura de arroz foram coletadas (entrada e saída das lavouras) dos seguintes mananciais: Rio Gravataí (Cachoeirinha); Rio Jacuí (Cachoeira do Sul); Rio Uruguai (Uruguaiana); Lagoa dos Barros (Santo Antônio da Patrulha), Lagoa do Casamento (Viamão), Barragem do Capané (Cachoeira do Sul) e Barragem do Arroio Duro (Camaquã), todos no Rio Grande do Sul. A água foi acondicionada em frascos de vidro, refrigerada e encaminhada para o Laboratório de Análise de Solo e Outros Materiais da Faculdade de Agronomia da UFRGS, onde foram analisados os nutrientes e outros elementos na sua forma total. Para verificar até que ponto a carga de nutrientes e metais pesados presentes na água do Rio Gravataí (uma fonte reconhecidamente com alta concentração de nutrientes) pode influir na nutrição do arroz, a água deste rio foi feita passar, na forma de fluxo contínuo, em um tanque de cimento amianto de 250 litros. Na parte superior, em uma placa