

Inseticidas Registrados para a Cultura do Arroz e Análise de Parâmetros Indicadores de seu Comportamento no Ambiente

Esta circular aborda os fatores que afetam o movimento de pesticidas no solo e as práticas de manejo para minimizar o potencial para causar impacto negativo ao ambiente

Introdução

Um dos desafios para prevenção da contaminação dos recursos hídricos é conseguir que os usuários de agrotóxicos venham a se precaver para que os resíduos de agrotóxicos provenientes de atividades agrícolas não atinjam os reservatórios naturais de água.

Em princípio, todas as culturas requerem o controle de plantas daninhas, doenças e pragas. A escolha do método de controle de pragas normalmente é feita baseando-se na informação disponível sobre a estimativa da perda, eficiência do método, custo de controle e impacto ambiental. No caso do arroz, o controle de insetos praga é realizado utilizando os poucos produtos registrados para a cultura.

Em arroz, os inseticidas normalmente são aplicados, pelo menos, em uma fase do desenvolvimento das plantas. Embora o seu uso contribua para o aumento na produção, existe preocupação crescente com seus efeitos adversos no ambiente, tais como, contaminação dos recursos hídricos, impactos em organismos não alvo e na saúde humana. Por esta razão, qualquer agrotóxico para ser usado no controle de pragas deve possuir registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para cada situação, informando a cultura, a espécie praga e as restrições ao ambiente.

Os agrotóxicos podem apresentar diferentes rotas de degradação no meio ambiente e serem transferidos em partes para diferentes compartimentos ambientais. Quando aplicados em pulverização os agrotóxicos podem ser transportados pelo vento para locais distantes dos quais foram aplicados. Quando aplicados diretamente no solo, podem ser levados pela água de chuva ou irrigação e atingir os mananciais de águas superficiais ou as reservas subterrâneas através da percolação com a água.

Embora existam muitas possibilidades para que os agrotóxicos sejam transportados no ambiente e contaminem as fontes de água, nem todos os produtos apresentam a mesma persistência e mobilidade no ambiente. Para saber quais produtos apresentam maiores riscos de serem transportados e atingirem locais indesejáveis, é importante conhecer como eles se movimentam no ambiente e quais as características servem de indicadores do potencial do produto se tornar um poluente.

Características e fatores que influenciam o seu comportamento no ambiente

Os compostos orgânicos ao entrarem no ambiente sofrem uma série de alterações. A maioria dos produtos degrada-se por meio de processos químicos e biológicos no solo.

Relacionados à degradação e persistência

- Meia-vida

A longevidade de um agrotóxico no ambiente é geralmente expressa em termos de meia-vida do composto que é o tempo requerido para que a metade da concentração do

74

**Circular
Técnica**

Santo Antônio de
Goiás, GO
Dezembro, 2005

Autores

**José Alexandre Freitas
Barrigossi**

Engenheiro Agrônomo, Ph.D.
em Entomologia,
Embrapa Arroz e Feijão
Rod. GO 462, Km 12
75375-000 Santo Antônio de
Goiás, GO
alex@cnpaf.embrapa.br

Anna Cristina Lanna

Química, Doutora em
Fisiologia Vegetal,
Embrapa Arroz e Feijão
aclanna@cnpaf.embrapa.br

Evane Ferreira

Engenheiro Agrônomo,
Doutor em Entomologia,
Embrapa Arroz e Feijão
evane@cnpaf.embrapa.br



agrotóxico desapareça independente de sua concentração inicial no ambiente. Em outras palavras, se um inseticida tem uma meia-vida de dez dias, a metade do ingrediente ativo normalmente degrada até dez dias após a sua aplicação. Após esse período, o inseticida continua a ser degradado na mesma taxa. Assim, se a meia-vida do pesticida é de 30 dias, a metade será encontrada no ambiente após 30 dias, um quarto após 60 dias, um oitavo após 90 dias e assim por diante.

O conhecimento da meia-vida dos agrotóxicos é importante para prever seu impacto potencial no ambiente. Se um produto é muito tóxico, mas tem curta meia-vida ele tem baixo potencial de causar impacto no ambiente porque sua degradação será rápida. A meia-vida de um agrotóxico pode ser influenciada por muitos fatores relacionados às condições ambientais, tais como: solo, clima (temperatura, umidade, luz solar) e atividade biológica.

- **Biodegradação**

A biodegradação consiste na transformação das substâncias pelos microrganismos e pode ser influenciada por muitos fatores, dentre eles a presença de oxigênio (condições aeróbica/anaeróbica), disponibilidade de nutrientes, da população e adaptação dos microrganismos.

- **Coefficiente de adsorção (K_{oc})**

A adsorção refere-se ao processo pelo qual os compostos são retidos em uma superfície sólida, especialmente às partículas do solo. Os agrotóxicos que ionizam no solo produzindo íons positivamente carregados, comportam-se diferentemente daqueles que produzem íons negativamente carregados.

Relacionados à mobilidade

- **Solubilidade em água**

A solubilidade em água de um agrotóxico pode ser definida como a quantidade máxima do composto orgânico que se dissolve em água a uma dada temperatura e pH. A solubilidade indica a tendência de o agrotóxico ser carregado superficialmente no solo pela água de chuva ou de irrigação e atingir os reservatórios de água superficiais.

- **Densidade**

A densidade de um composto é definida como a relação entre a sua massa por unidade de volume a uma dada temperatura. A densidade de um composto orgânico determina seu potencial de lixiviação em uma dada situação. Tanto a densidade como a sua solubilidade em água afeta o destino dos compostos orgânicos no solo.

- **Pressão de vapor**

A pressão de vapor de um composto orgânico é definida como a pressão à temperatura em que a fase de vapor (gás) está em equilíbrio com a fase líquida. Quanto mais elevada a pressão de vapor de um agrotóxico, maior será a sua volatilização a uma dada temperatura e maior será o seu potencial para poluir o compartimento atmosférico.

- **Relacionado à bioacumulação**

A bioacumulação refere-se à tendência de um composto acumular nos organismos. O índice mais usado para indicar o potencial de bioacumulação de um composto é o seu coeficiente de partição octanol-água.

- **Coefficiente de Partição octanol-água**

O coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}) é definido como a relação da concentração de um agrotóxico na fase de n-octanol saturado em água e sua concentração na fase aquosa saturada em n-octanol. Ele representa o balanço entre as propriedades hidrofílicas e lipofílicas do composto e influencia o transporte de um composto orgânico no ambiente. O K_{ow} está relacionado com vários parâmetros de interesse relativos ao composto, sendo o mais comum o fator de bioacumulação nos organismos. A acumulação e o transporte de um composto nos organismos vivos estão relacionados a várias características do composto, dentre elas a polaridade, a solubilidade em água e a afinidade com tecidos gordurosos e a natureza da ligação aos receptores biológicos. O K_{ow} é constante para cada composto a uma dada temperatura e não tem unidade. Agrotóxicos com elevado valor de K_{ow} (acima de 10.000), apresentam características lipofílicas e, portanto, possuem maior potencial para acumulação nos organismos.

Movimento de agrotóxicos no ambiente

Após entrarem no ambiente, as moléculas dos agrotóxicos podem ser quebradas ou degradadas pela ação da luz solar, pela água ou por outros compostos e pela ação de microorganismos, como as bactérias. A degradação normalmente resulta na produção de compostos menos tóxicos, mas eventualmente pode ocorrer a produção de subprodutos ainda mais tóxicos.

Alguns agrotóxicos apresentam maior estabilidade no ambiente, com degradação lenta podendo permanecer no ambiente por longo período de tempo sem sofrer alteração. Os produtos que são degradados mais rapidamente têm menor tempo para serem transportados no ambiente e de atingirem organismos não-alvo ou depositados em locais não desejados. Por outro lado, os compostos que permanecem inalterados no ambiente por mais tempo têm mais chance de serem transportados a maiores distâncias e permanecerem no ambiente como poluente.

Além da persistência, existem outras propriedades dos agrotóxicos que interferem o seu comportamento no ambiente. A primeira diz respeito a volatilidade que é a facilidade com que se evapora. Quanto mais volátil o produto mais rapidamente ele atinge o compartimento atmosférico e dependendo de sua persistência o produto pode se mover a longas distâncias. Uma outra propriedade importante é a sua solubilidade em água. Se um composto for muito solúvel em água ele poderá ser carregado mais facilmente pela água de chuva, ou por percolação com a água contaminar as reservas de água subterrânea.

Estimativas de risco de contaminação de água

Com base nas características físico-químicas dos compostos é possível prever de maneira geral como o agrotóxico irá se comportar no ambiente. Contudo, existem muitos outros fatores que interagem com o tipo de solo e as condições ambientais, e alteram o comportamento do produto no ambiente. Por exemplo, existem muitos tipos de solos com características físico-químicas diferentes, como textura física, composição mineral, teor de matéria orgânica e acidez que, em conjunto, interferem no comportamento do inseticida. Da mesma forma, as águas superficiais apresentam características diferentes, tais como, acidez, profundidade, turbidez (conteúdo de matéria orgânica, argilas em suspensão e microorganismos) e composição mineral. Todos esses fatores afetar o movimento dos agrotóxicos e seus metabólitos no ambiente solo-água.

Apesar da complexidade das interações dos agrotóxicos com o ambiente é possível agrupá-los em categorias de acordo com algumas de suas características e inferir sobre o seu potencial para contaminar as reservas de água e

antecipar as medidas restritivas que devem ser tomadas para minimizar os seu impacto negativo ao ambiente.

A Tabela 1 lista os ingredientes ativos dos inseticidas mais usados em arroz e algumas características que influenciam a sua persistência no ambiente. Os valores apresentados são aproximações e são influenciados pelos fatores anteriormente mencionados, dependendo do ambiente onde o produto é utilizado. Contudo, essas informações fornecem uma indicação do risco relativo para que ocorra contaminação e são úteis para comparação entre produtos. Quando a aplicação de inseticida é imprescindível, a seleção do produto deve ser feita considerando-se as características do ambiente (campo), para determinar o potencial de movimento do composto para as áreas mais sensíveis.

Por exemplo, o inseticida fipronil possui uma baixa solubilidade em água mas uma persistência longa no ambiente. Já o paration metílico, apesar de possuir uma solubilidade muito elevada, degrada-se muito rapidamente no ambiente. Assim, o fipronil, por permanecer por muito tempo no ambiente (123 dias), tem muito mais chance de ser transferido para os depósitos naturais de água do que o paration metílico

Boas práticas de manejo com relação ao uso de agrotóxicos em arroz

As boas práticas de manejo (BPMs) no contexto deste assunto são definidas como práticas que ajudam a reduzir o risco potencial do agrotóxico ser transportado pela água e atingir o lençol freático. As seguintes BPMs, se incorporadas às operações regulares na condução da lavoura, contribuem

Tabela 1. Características físico-químicas dos principais inseticidas usados no controle de pragas na lavoura do arroz.

Nome Técnico	Grupo Químico	Classe Toxicológica	Ambiental	Registrante	Solub	Pressão de vapor	Adsorção	Persistência (dias)
Benfuracarbe	Metil carbamato	II	II	Iharabras	NA			
Carbaril	Metil carbamato	II	NE	Fersol	40 mg/L	< 5,3mPa	300	7-28
Carbofurano	Metil carbamato	I	NE	Fersol	320	2,7	22	30-120
Carbosulfano	Metil carbamato	II	NE	FMC	NA	NA	NA	NA
Furatiocarbe	Metil carbamato	III	II	Syngenta	NA	NA	NA	NA
Tiodicarbe	Metil carbamato	III	I	Bayer	NA	NA	NA	NA
Imidacloprid	Neonicotinoide	IV	III	Bayer	0,51 g/L	1,5E-9 mmHg	NA	48-190
Tiametoxam	Neonicotinoide	III	III	Syngenta	4100mg/L	2E-11mmHg	NA	NA
Fenitrotion	Organofosforado	II	II	Sumitomo	30	18	NA	1-7
Forato	Organofosforado	I	NE	Basf	NA	NA	NA	Na
Malationa	Organofosforado	II	NE	Cheminova	130 mg/L	5,3mPa	1800	1-25
Parathion-metílico	Organofosforado	I	NE	Action S. ^a	55-60	1,3	5100	1-30
Triclorfom	Organofosforado	II	III	Bayer	120000	0,21mpa	10	3-27
Fipronil	Pirazol	I	II	Basf	2,4mg/L	3.7E-4mPa		123-693
Beta-ciflutrina	Piretroide	II	I	Bayer	NA	NA	NA	NA
Cipermetrina	Piretroide	II	NE	Dow	0,01	5,1 exp-7nPa 70C	100000	4-56
Deltametrina	Piretroide	III	I	Bayer	< 0,1 mg/L	2E-8 mbar	-	7-14
Esfenvalerato	Piretroide	I	II	Sumitomo	< 0,03mg/L	0,067mPa	5300	15-90
Permetrina	Piretroide	III	II	Basf	0,2 mg/L	0,045 mPa	100.000	30-38
Bifentrina	Piretroide	III	II	FMC	0,1mg/L	-	1000000	7-240
Ciflutrina	Piretroide	III	II	Bayer	0,002 mg/L	1,62 10 ⁻⁸ mmHg	5,62	2-3

NA= Não encontrado.

para reduzir o impacto indesejável resultante da utilização de agrotóxicos ao meio ambiente e à saúde humana.

- **Manejo integrado de pragas**

O manejo integrado de pragas (MIP) consiste no uso de todos os meios de controle (químico e não químico) de forma compatível, para reduzir as perdas na produção. Os inseticidas devem ser considerados como um dos últimos recursos e devem ser usados somente se o nível populacional da praga tiver potencial para causar dano econômico. Em outras palavras, o valor da perda esperada devido à praga deve ser maior que o custo para o seu controle. Desta forma, amostragens ou o monitoramento das pragas devem ser práticas regulares no manejo para verificar o nível populacional das pragas e determinar a necessidade de intervenção no manejo, seja com a aplicação de inseticidas ou outra medida de controle.

- **Aplicação de agrotóxicos**

A distribuição do agrotóxico no ambiente é determinada pelo método de aplicação, quantidade, momento de aplicação e a frequência. As condições climáticas no momento da aplicação podem, também, afetar a uniformidade de sua distribuição inicial no ambiente. A localização e o ambiente da lavoura também influenciam o destino do agrotóxico no ambiente. No caso da lavoura de arroz irrigada por inundação, ela está sempre localizada nas proximidades de fontes de água e mananciais. A consideração desses fatores na hora de escolher e aplicar o agrotóxico ajuda a estimar o risco que essa aplicação representará para a contaminação do ambiente, distribuindo entre vegetação, animal, água, solo e ar.

- **Estabelecimento de área de proteção entre a lavoura e as áreas mais sensíveis**

A contaminação dos mananciais ocorre pelo movimento dos agrotóxicos através da água. O estabelecimento de uma área tampão formada de vegetação natural, entre o campo agrícola e os reservatórios de água naturais, serve de barreira para contaminações.

- **Manutenção e calibração dos equipamento de aplicação**

Os equipamentos devem ser mantidos em boas condições e calibrados regularmente. Calibrar o equipamento significa que será usado a quantidade precisa do agrotóxico e que ele atingirá o local desejado. A calibração deve ser feita todas as vezes que o produto e as doses forem alteradas.

- **Utilização de métodos alternativos de controle de pragas**

Normalmente, o controle das pragas exige menos esforço do que realmente é feito para reduzir o nível de perdas. Em muitos casos, a combinação de práticas culturais que dificultem o avanço das pragas e preservem os inimigos naturais são medidas preventivas tão ou mais eficientes que os benefícios trazidos pelos agrotóxicos. Além disso, a demanda do consumidor e indústria por um produto mais limpo tem aumentado nos últimos anos.

Referências Bibliográficas

CONNELLY, P. **Environmental fate of fipronil**. Disponível em: <http://www.pw.ucr.edu/textfiles/fipronil.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2006.

COOK, J. L.; BAUMANN, P.; JACKMAN, J. A.; STEVENSON, D. **Pesticides characteristics that affect water quality**. Disponível em: http://insects.tamu.edu/extension/bulletins/water/water_01.html. Acesso em: 20 jan. 2006.

EXTENSION TOXICOLOGY NETWORK. **Pesticide information profiles**. Disponível em: <http://extoxnet.orst.edu/pips/ghindex.html>. Acesso em: 21 jan. 2006.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, v. 29, p. 207-231, 1998.

SILVA, C. M. M. de S.; FAY, E. F. (Ed.). **Agrotóxicos e ambiente**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2004. 400 p.

**Circular
Técnica, 74**

Embrapa

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

BRASIL
UM PAÍS DE TODOS
GOVERNO FEDERAL

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rodovia GO 462 Km 12 Zona Rural

Caixa Postal 179

75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO

Fone: (62) 3533 2123

Fax: (62) 3533 2100

E-mail: sac@cnpaf.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2005): 1.000 exemplares

**Comitê de
publicações**

Presidente: Carlos Agustin Rava

Secretário-Executivo: Luiz Roberto R. da Silva

Expediente

Supervisor editorial: Marina A. Souza de Oliveira

Revisão de texto: Marina A. Souza de Oliveira

Normalização bibliográfica: Ana Lúcia D. de Faria

Editoração eletrônica: Fabiano Severino