

IMPACTO AMBIENTAL DE HERBICIDAS EM ARROZ IRRIGADO

HERMES, L. C. EMBRAPA-CNPMA, C.P. 69, CEP 13820-000, Jaguariúna, SP. E-mail: hermes@cnpmma.embrapa.br

Introdução

No Rio Grande do Sul são cultivados anualmente cerca de 800 mil hectares de arroz pelo sistema de inundação. Para essas grandes áreas, a melhor forma de controle químico de plantas invasoras dá-se pelo uso da técnica de aplicação aérea. Apesar de esta técnica estar bem difundida, a mecânica do processo como um todo ainda parece não estar bem ajustado pois são comuns relatos de ocorrência de deriva e casos de fitotoxicidade em plantas e intoxicações em pessoas, em regiões situadas muito distante das áreas de aplicações.

Em Santa Catarina, o arroz tem seu cultivo distribuído em cerca de 130 mil hectares sendo a maioria cultivado pelo sistema pré-germinado. Ao contrário do Rio Grande do Sul o processo de aplicação predominante se faz pelo derramamento do produto diretamente na lâmina de água.

Apesar da grande contribuição destas regiões na produção do arroz, muito pouco até o momento se fez em relação a estudos de comportamento e destino de herbicidas naquele sistema visando a manutenção da eficácia com menor risco de dano ambiental.

Dessa forma, optou-se por estudar técnicas que permitam analisar o comportamento e efeito do produto, desde a sua aplicação e deposição no alvo e a relação de causa e efeito nos organismos vivos ali presentes.

O objetivo desse seminário é apresentar de uma forma geral, os resultados obtidos por um projeto que está em andamento no Rio Grande do Sul e mais recentemente em Santa Catarina abordando a temática de impacto ambiental de herbicidas em arroz irrigado através de três pontos principais. O primeiro, visa conhecer o processo de aplicação e a relação com o impacto. O segundo, avaliar o comportamento dos herbicidas no sistema solo e água. O terceiro estudar os efeitos na fauna e na flora aquática e do solo.

Aplicação Aérea e Impacto Ambiental

Tecnologia de aplicação de pesticidas de um modo geral pode ser entendida como “o emprego de todos os conhecimentos científicos e tecnológicos que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma e econômica, com um mínimo de contaminação ambiental”.

De uma forma geral os fatores envolvidos no processo de aplicação por si só estão bem conhecidos. Em nosso país o atual processo de aplicação ainda não apresenta a eficiência desejada sendo comum relatos de efeitos nocivos para pessoas, animais ou plantas em locais distantes de onde ocorreu a aplicação devido a deriva.

Devido a este impacto que a deriva de alguns herbicidas provocam em culturas vizinhas e também pela preocupação pública com a contaminação do ar ou aquíferos superficiais, houve um grande estímulo para pesquisa nessa área principalmente nos países desenvolvidos. Na maioria dos trabalhos realizados não existe contudo, uma preocupação em quantificar o princípio ativo que efetivamente atinge o alvo.

O que está se pretendendo dentro do contexto deste subprojeto é estudar alguns aspectos envolvendo a caracterização das perdas principalmente aquelas relacionadas a deriva e evaporação. Assim, montou-se experimentos em campo, em que a metodologia baseou-se na captura, medição e contagem de gotas capturadas com cartões sensíveis a água e na

transformação das informações obtidas em quantidade de produto. Foram desenvolvidos dois protótipos de softwares, um dos quais para agilizar os cálculos matemáticos envolvidos no método e o outro relacionado ao tratamento de imagens, capturadas por câmara de vídeo CCD ou scanner, de gotas amostradas em papel sensível a água.

Estes ensaios até o momento foram conduzidos somente no Rio Grande do Sul. O primeiro ensaio foi realizado em área de produtor, tendo 600 metros de comprimento por 150 de largura. Na zona de aplicação foram colocadas três faixas paralelas (50 metros umas das outras), perpendiculares a linha de vôos, com 30 cartões sobre o solo em cada faixa, ou seja, de 5 em 5 metros. Na zona de deriva (uma faixa de 600 m de comprimento por 1000 metros de largura) seguiram-se as linhas de amostragem com cartões colocados no solo e na posição vertical, em estacas de 2 m de altura. Aplicou-se uma calda com herbicida clomazone com um avião Ipanema equipado com bicos D8-45. Após a aplicação, as manchas dos cartões foram medidas e, após a correção dos fatores de espalhamento para determinação das faixas de tamanho, foi calculado o volume que atingiu os alvos artificiais (ml/cm^2). Foi estabelecida uma média entre os 90 valores obtidos. Estimou-se que mais de 40% do volume aplicado não atingiu o solo na área aplicada. Os cartões não foram adequados para verificar a deriva, mas plantas sensíveis colocadas na área indicaram que o princípio ativo chegou a uma distância de 300 metros do local da aplicação. Na metodologia utilizou-se um graticulo de Porton NG 12 acoplado a ocular de um microscópio, com os quais se mediu o diâmetro das manchas presentes nos cartões hidrossensíveis. Esta metodologia foi aperfeiçoada, com o desenvolvimento de um software, em linguagem QUICK BASIC 4.5, para a agilização dos cálculos. Nesse sentido, pelo método anterior, cada análise levava em torno de 45 minutos, sendo suscetíveis a erros de leitura por parte do técnico que fazia a leitura no microscópio. Com o uso do software em linguagem QBASIC este tempo foi reduzido pela metade, pois ainda persistia a necessidade de se efetuarem as medições no microscópio.

Com o objetivo de realizar simulações para prever as principais perdas ocorridas em diferentes cenários e assim, antecipadamente, apresentar propostas de soluções para melhoria do processo, está sendo desenvolvido um novo software em linguagem PASCAL orientado a objeto. Este novo software, desenvolvido em estrutura modular, terá um modelo matemático que considera os principais aspectos envolvidos no processo de aplicação, tais como: condições micrometeorológicas, composição da calda e características do equipamento de aplicação. Além disso, este novo produto permitirá a automatização da contagem de gotas de tamanho diferenciados coletadas em cada placa amostrada.

O que se pretende como meta final e fundamental com o término deste software é apresentar uma ferramenta que auxilie tanto na análise da eficiência de aplicação e estimativas de perdas, como também deixar disponível ao usuário um recurso auxiliar na tomada de decisão dentro de cenários alternativos, que permitam a identificação de locais mais apropriados para a realização de coletas de amostras para a determinação quantitativa do grau de contaminação efetiva da área. Assim, este software torna-se um instrumento imprescindível ao monitoramento ambiental.

Comportamento dos herbicidas no sistema solo e água

Parâmetros para avaliar as interações que ocorrem nas interfaces água, solo e ar e, estimar a influência da introdução de uma lâmina de água no sistema como fatores determinantes da persistência, transporte e biodisponibilidade de herbicidas foram determinados.

Foram conduzidos estudos de persistência em experimentos de campo, localizados em Cachoeira do Sul - RS, Pelotas - RS e em Itajai - SC.

Estudos para avaliar o movimento dos herbicidas foram conduzidos em diferentes profundidades (15, 30 e 45 cm) com observação do deslocamento lateral, sob a superfície do solo, abaixo da lâmina de água, usando como amostradores os extratores de solução de solo. Este procedimento contudo não mostrou a eficiência desejada uma vez que para as diferentes profundidades amostradas nenhum dos herbicidas foi encontrado, apesar das técnicas analíticas para análise dos herbicidas Clomazone e Propanil já estarem estabelecidas dentro dos padrões de sensibilidade e reprodutibilidade.

Novas técnicas de amostragem foram introduzidas, desta vez utilizando-se tubos de PVC com perfurações laterais e enterrados no solo a 30 cm de profundidade. Os tubos foram retirados, seccionados a cada 10 cm e o solo nestes anéis foi analisado. Mesmo assim para um dos herbicidas avaliados (Clomazone), não houve detecção em nenhum dos níveis de profundidade estudado. O herbicida propanil foi encontrado em baixas concentrações ($\mu\text{g/l}$) na fração de solo até 10cm, mantendo esta distribuição até o final do experimento. Nesta fase foi encontrado em camadas mais profundas. Os resultados obtidos pelas isothermas de adsorção dos herbicidas avaliados atestam o observado no campo mostrando que o Clomazone apresenta para o modelo Linear, modelo de Lambert, modelo de Freundlich e Langmuir os Coeficientes de adsorção (K_d) de 2.43; 1.85; 2.41 e 4.54, respectivamente. Isto representa tendência de lixiviação para camadas mais profundas. O Propanil, com K_d de 15.07; 19.74; 13.42 e 11.49 para os referidos modelos, tende a ficar retido mais na superfície do solo. Estes resultados a nível de campo mostraram a necessidade de que estudos mais detalhados sejam realizados a nível de laboratório para estabelecimento do melhor sistema de amostragem para solos inundados.

Impacto Sobre Organismos Não Alvo e Qualidade da Água

Na abordagem para avaliar possíveis impactos decorrentes do uso de herbicidas na região orizícola do Rio Grande do Sul, optou-se para se desenvolver estudos da relação entre: a) herbicidas com a atividade microbiana do solo; b) herbicidas com a qualidade físico-química da água; c) herbicidas com os principais organismos aquáticos.

Para avaliar os impactos ambientais provocados pelos agentes químicos usados no sistema arroz irrigado sobre organismos não alvo e sobre parâmetros de qualidade da água, foram realizados testes em laboratório, em situações controladas e paralelamente, foram também realizados estudos de campo.

Considerando que os microorganismos do solo são os responsáveis direta ou indiretamente por diversos processos que garantem a sustentabilidade dos agroecossistemas, tais como a decomposição da matéria orgânica, alterações na fertilidade dos solos, foram avaliados na mesma área os possíveis efeitos dos principais herbicidas utilizados na cultura do arroz irrigado (clomazone, quinclorac, propanil) na biomassa microbiana do solo e na sua atividade. Nestes ensaios foi verificado que as populações de fungos, bactérias e actinomicetos foram menores na testemunha do que nas parcelas tratadas. A emissão de CO_2 pela biomassa microbiana também apresentou valor menor nas amostras provenientes das parcelas não tratadas. Mesmo após a entrada da água, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos.

Em associação a estes estudos, com o intuito de se avaliar algumas alterações na qualidade da água após inundação, foram monitorados parâmetros químicos da água durante todo o ciclo da cultura. Da mesma forma que para os microorganismos de solo, verificou-se que o uso dos herbicidas não influenciou as características da qualidade da água, sugerindo que o uso desses produtos nas dosagens recomendadas não apresentam influências significativas nos processos físico-químicos associados a qualidade dos recursos hídricos.

Estudos anteriores conduzidos em laboratório já assinalavam para o fato de que o efeito deletério nos organismos aquáticos se manifesta com a utilização de doses muito acima das recomendadas. Considerando a aplicação direta do herbicida clomazone na lamina de água, obtiveram-se valores de concentração efetiva média para 50% de organismos mortos (CE50) de 11.2; 31.7 e 13.8 mg/L para a microalga *Selenastrum capricornutum*(96h), a macrófita *Lemna valdiviana*(96h) e o crustáceo *Daphnia similis*(48h), respectivamente. Considerando a dose aplicada de 700g/ha o grau de aplicação máximo que não causa efeito agudo foi de 5.3 vezes superior a dose recomendada para *S. capricornutum* e 6.5 e 15 vezes para *L. valdiviana* e *D. similis* respectivamente. O grau de aplicação máximo estimado que não causa efeito crônico foi de 2 vezes para *D. similis*, 1,6 para *S. capricornutum* e 4.5 para *L. valdiviana*.

Considerações finais

O efeito e a magnitude do impacto decorrente do uso de herbicidas no ambiente depende basicamente dos processos de transferência e transformação que ocorrem em cada compartimento do sistema atmosfera-solo-água-plantas. As características de cada compartimento tem contribuição direta no comportamento e destino final de herbicidas.

No cultivo do arroz irrigado, como em qualquer outro sistema agrícola, o ponto de partida para que se desencadeie o processo que culmine em impacto ambiental é a técnica de aplicação. Parâmetros básicos de estudo de deriva como análise espectral de gotas e sua deposição a nível de campo, não geram informações suficientes para que se entenda o processo de aplicação como um todo. A associação destes parâmetros a uma coleta de dados eficiente, aplicados em modelos matemáticos que representam o sistema, permite que se obtenha uma análise de tendências eficiente da questão espaço temporal da aplicação dos herbicidas em arroz irrigado. Neste aspecto o que se procura é facilitar a tomada de decisão para selecionar de forma antecipada os parâmetros que devam ser modificados a nível de equipamento, formulação e escolha do melhor momento da aplicação o que evitará, ou pelo menos minimizará, as perdas e os efeitos negativos ao ambiente.

Atualmente são conhecidos muitos dos processos básicos de transformação e transporte da maioria dos pesticidas. Estes dados estão disponíveis em trabalhos realizados no exterior. Infelizmente no nosso contexto e principalmente para solos alagados são escassos os relatos de estudos de persistência, movimento e degradação de herbicidas.

Estudos de laboratório e de campo devem continuar de modo a determinar a magnitude e importância das interações entre as moléculas químicas dos herbicidas e o meio onde se encontram, influenciadas por fatores como potencial redox, conteúdo de O₂ e CO₂, pH e nutrientes.

Em fase preliminar de avaliação de risco, os valores de CL50 para diferentes organismos na comunidade de qualquer sistema pode servir como uma medida preliminar na análise de risco de efeitos tóxicos de produtos utilizados em doses recomendadas. Entretanto não indica se doses subletais afetam o crescimento ou manutenção da comunidade em questão. Estudos de ecotoxicologia devem ser intensificados levando em consideração concentrações subletais constantes e prolongadas e em forma de pulso para avaliar alterações de capacidade de manutenção do crescimento e reprodução.

EQUIPE DO PROJETO e INSTITUIÇÕES

Luiz Carlos Hermes - EMBRAPA-CNPMA

Aldemir Chaim - EMBRAPA-CNPMA

Aline de Holanda Nunes Maia - EMBRAPA-CNPMA

Ariovaldo Turati- UFPel

Celso João Ferreira - EMBRAPA-CNPMA
Cláudio M. Jonsson - EMBRAPA-CNPMA
Francisco E. Xavier - UFPel
João Camargo Neto - EMBRAPA- CNPTIA
José A. Noldin- EPAGRI
Luiz Gonzaga Toledo - EMBRAPA-CNPMA
Manoel Dornellas de Souza - EMBRAPA-CNPMA
Marcos Antonio Vieira Ligo - EMBRAPA-CNPMA
Maria Conceição P. Y. Pessoa - EMBRAPA-CNPMA
Maria Laura Mattos - EMBRAPA-CPACT
Mauri Onofre Machado - EMBRAPA-CPACT
Osvaldo Cabral - EMBRAPA-CNPMA
Raquel Ghini - EMBRAPA-CNPMA
Rita Carla Boeira - EMBRAPA-CNPMA
Silvio Steinmetz - EMBRAPA-CPACT
Vera Ferracini - EMBRAPA-CNPMA