



III Workshop Latino Americano sobre Biobed III Latin American Biobed Workshop

ANAIS

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Uva e Vinho
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 104

III Workshop Latino Americano sobre Biobed ANAIS

Luciano Gebler
Editor Técnico

Embrapa Uva e Vinho
Rua Livramento, 515
95701-008 Bento Gonçalves, RS, Brasil
Caixa Postal 130
Fone: (0xx) 54 3455-8000
Fax: (0xx) 54 3451-2792
<http://www.embrapa.br/uva-e-vinho>

Comitê de Publicações

Presidente: *César Luis Girardi*

Secretária-executiva: *Sandra de Souza Sebben*

Membros: *Adeliano Cargnin, Alexandre Hoffmann, Ana Beatriz da Costa Czermainski, Henrique Pessoa dos Santos, João Caetano Fioravanço, João Henrique Ribeiro Figueredo, Jorge Tonietto, Rochelle Martins Alvorcem e Viviane Maria Zanella Bello Fialho*

Normalização bibliográfica: *Rochelle Martins Alvorcem*

Editoração gráfica: *Cristiane Turchet*

1ª edição

Edição digitalizada (2017)

Todos os direitos reservados.

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Uva e Vinho

Série Documentos, 104

W926a Workshop Latino Americano sobre Biobed (3.: 2017 : Bento Gonçalves, RS)
Anais do III Workshop Latino Americano sobre Biobed, Bento Gonçalves, RS, 12 a 14 de setembro de 2017 / Luciano Gebler (editor). - Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2017.
34 p. – (Documentos, 104).
Anais.
ISSN 1808-4648
1. Pesticida. 2. Agricultura. 3. Agroquímicos. 4. Sistemas de biopurificação. 5. Herbicidas. 6. Pesticidas. 7. Multiresíduos. I. Gebler, Luciano, ed. II. Título. III. Série.

CDD 338.16

Editor

Luciano Gebler

Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador
Embrapa Uva e Vinho
luciano.gebler@embrapa.br

Apresentação

A atenção à sustentabilidade ambiental precisa estar cada vez mais presente em qualquer segmento da atividade agropecuária. É uma indústria a céu aberto, e como tal, ocupa áreas extensas da superfície terrestre e, portanto, resulta na intervenção humana em biomas, reservas de água, espaços de biodiversidade e ecossistemas sensíveis. Não se pode sequer imaginar que um empreendimento, seja uma pequena área de um agricultor familiar ou uma enorme superfície de lavoura ou pastagem, não contemple, em seu planejamento e execução, a preocupação em conciliar a geração de emprego, renda e a produção de alimentos, fibras e agroenergia com o menor impacto ambiental negativo que for possível. Isso porque os danos derivados da atividade agropecuária são reais e geram passivos que comprometem não somente a preservação dos agroecossistemas, mas sobretudo acarretam conceitos negativos junto aos mercados nos países e no comércio internacional. E isso ocorre quando os processos produtivos não estão devidamente associados a princípios de gestão ambiental. Não por acaso, órgãos ambientais, universidades, Organizações Não-Governamentais e empresas estão cada vez mais atentas e buscando soluções para que o produzir se torne compatível com o preservar. Esta compatibilidade é viável, como demonstram inúmeras tecnologias e iniciativas nas mais diferentes regiões do mundo, como parte de uma evolução científica e tecnológica que alia conceitos de maximização do uso dos fatores naturais com a minimização do seu impacto sobre o ambiente, favorecendo as gerações atual e futura.

Em sintonia com o que ocorre nas instituições de pesquisa agropecuária em todo o mundo, a Embrapa tem respondido a esse desafio com o esforço de suas equipes praticamente desde o início de sua trajetória, em 1973. Este esforço tem sido incrementado devido ao aumento da demanda por respostas. Essas respostas precisam ser entregues à sociedade, com agilidade, objetividade e precisão, muitas vezes, lançando-se mão de desenvolver ou validar iniciativas simples e de fácil alcance pelos produtores, tornando-as práticas e efetivas na redução dos danos ambientais. Um nítido exemplo de iniciativas dessa natureza são os leitos biológicos, ou BioBeds. Resultado da prospecção em outros países, da validação para as condições de cada país e de uma articulação muito bem feita com uma rede de pesquisadores e suas respectivas instituições, os BioBeds vêm sendo apresentados como tecnologias viáveis e de grande contribuição para a redução da contaminação ambiental pontual oriunda da atividade agropecuária. Cumpre, aqui, parabenizar o esforço dos pesquisadores que têm sido incansáveis na promoção dessa tecnologia e que, para avançar nos seus ajustes e compartilhamento de resultados, necessitam fortalecer os vínculos através de eventos, como é o caso do III Workshop Latino Americano sobre Biobed, realizado no

mês de setembro de 2017, em Bento Gonçalves, RS. É a primeira vez que o Brasil recebe um evento neste tema e certamente os benefícios para o país se farão notar com o tempo.

Esta publicação sintetiza não apenas uma parte da atenção à sustentabilidade ambiental, senão a dedicação e os avanços alcançados até o momento por parte de pesquisadores e técnicos da América Latina, sistematizados em três palestras e 13 trabalhos apresentados pelos seus participantes. É um importante registro, não apenas do que se avançou até o momento, mas principalmente, do potencial de retorno da ciência para uma sociedade que necessita deixar um ambiente ainda melhor para as gerações que nos sucedem.

Mauro Celso Zanús

Chefe-Geral da Embrapa Uva e Vinho

Comissão Organizadora

COORDENAÇÃO: Luciano Gebler

EQUIPE TÉCNICA:

Alexandre Hoffmann

Luciana Elena Mendonça Prado

Fabio Ribeiro

Programação

12/09/2017 - Seção técnica com tradução simultânea (Português/Espanhol/Inglês)

9h00 - Recepção e abertura (Luciano Gebler - Embrapa/Brasil)

Painel I: Histórico da tecnologia (Host: Alexandre Hoffmann – Embrapa/Brasil)

9h10 – 10h10 – Criação e estado corrente de uso dos biobeds no mundo (Maria Cristina Diez, Universidad de La Frontera/ Chile)

10h10 – 10h25 – Coffee break

10h25 – 10h45 – Biobeds no Brasil (Luciano Gebler – Embrapa/Brasil)

10h45 – 11h30 – Casos de sucesso no gerenciamento de resíduos de agrotóxicos: Sólidos e Líquidos (Mario Fujii, Inpev/Brasil)

11h30 – 12h15 – Sessão de discussão pública

12h15 – 13h30 – Almoço

Painel II: Documentos e estratégias para a definição de políticas locais para o uso de Biobeds (Host: Ricardo Dourado Furtado - Ministério da Agricultura do Brasil)

13h30 – 14h00 - Disposição final de agroquímicos na agricultura: A visão da indústria Latino Americana e brasileira (Gabriela Briceño - Crop Life Latin América/Andef)

14h00 – 14h50 – Disposição final de agroquímicos na agricultura: A visão do governo brasileiro (Kênia Godoy - IBAMA/ Ministério do Meio Ambiente, Brasil)

14h50 – 15h20 - Coffee break

15h20 – 16h10 – Disposição final de agroquímicos na agricultura: Visão das agências governamentais internacionais (Alejandra Diaz, IICA, Costa Rica)

16h10 – 17h00 – Sessão de discussão pública

Painel III: Lançamento de Publicações técnicas sobre Biobeds e Boas Práticas Agrícolas e Ambientais: Embrapa Uva e Vinho, Brasil, e IICA, Costa Rica

17h00 - 18h30 - Lançamento de Publicações

13/09/2017 – Seção científica – Inglês /Espanhol/Português com tradução simultânea

Painel IV: Apresentação dos resumos científicos – 20 minutos apresentação + 10 minutos discussão (Luciano Gebler – Embrapa/Brasil)

8h30 – 09h00 - Progress in Biopurification System for Pesticide Ddegradation – Chile; M. Cristina Diez - Universidad de La Frontera/Chile

09h00 – 09h30 – Avaliação da eficiência de camas biológicas construídas no Sul do Brasil, quanto à degradação de ditiocarbamatos; Ionara Regina Pizzutti - CEPARC-UFSM/Brasil

09h30 – 10h00 – Adaptación del sistema de lechos biológicos a las condiciones produc-

tivas del Valle Inferior del Rio Colorado (Buenos Aires, Argentina); Guillermo Tucat - CER-ZOS-CONICET/Argentina

10h00 – 10h30 – Valorización de sustratos agotados para incrementar la eficiencia de degradación de los sistemas biobeds; Esperanza Romero - EEZ-CSIC/Espanha

10h30 – 10h45 – Coffee Break

10h45 – 11h15 – Comparison between two low cost geometries of biobeds systems aiming environmentally friendly backpack sprayers operations; Anisleidy Rivero - DEPBIO, Facultad de Química, UdelaR/Uruguai

11h15 – 11h45 – Aislacion y caracterizacion de bacterias degradadoras de plaguicidas presentes en un sistema de biopurificacion; Bárbara Leiva - CIBAMA-BIOREN/Chile

11h45 – 12h15 – Estudio del efecto de las lombrices de tierra en la degradación de glifosato empleando lechos biológicos; Maia Lescano - INTEC (UNL-CONICET) ; FHUC (UNL)/Argentina

12h15 – 13h30 – Almoço

13h30 – 14h00 – Alteration of herbicides removal in a biopurification system biomatrix, during co-application oxytetracycline-rich wastewater, pretreated with Trametes versicolor; Juan C Cambroner Heinrichs - CICA - Universidad de Costa Rica/Costa Rica

14h00 – 14h30 – Disposal of antibiotics of agricultural use in biopurification systems: potential elimination and effects on pesticide removal; Carlos E. Rodríguez-Rodríguez - CICA - Universidad de Costa Rica/Costa Rica

14h30 – 15h00 – Testing biobeds as a possible solution for the biodepuration of pesticide-contaminated wastewaters produced by various agro-industries; Guillermo Tucat - CER-ZOS-CONICET/Argentina

15h00 – 15h15 – Coffee Break

15h15 – 15h45 – Avaliação da eficiência do sistema biobed brasil na degradação de clorpirifós; Carmem D. Cardoso - CEPARC-UFSM/Brasil

15h45 – 16h15 – Development of a multiresidue methodology to assess the bioconversion in Biobeds of the most commonly used pesticides for fruits and vegetables Anisleidy Rivero DEPBIO, Facultad de Química, UdelaR/Uruguai.

16h15 – Encerramento da sessão

16h30 – 18h00 – Encontro técnico da Rede Ibero Americana de Leitos Biológicos (Host: Maria Cristina Diez Jerez – Universidade de La frontera/Chile)

20h00 - Jantar oficial de confraternização do Workshop

14/09/2017 - Visita técnica ao campo de experimentação em Biobeds na Embrapa (Vacaria, RS)

08h30 – 12h00 - Viagem para Vacaria

12h00 – 13h15 - Almoço

13h15 – 15h45 - Visita técnica à Embrapa e ao Biobeds instalados e à área experimental

15h45 – 19h00 - Viagem de retorno à Bento Gonçalves Bento Gonçalves

19h00 - Encerramento das atividades do workshop, Embrapa

SUMÁRIO

PALESTRAS

Biobeds no Brasil: histórico e posição atual	12
<i>Luciano Gebler</i>	
Sistema Campo Limpo. Logística reversa das embalagens vazias de defensivos agrícolas	15
<i>Mario Fujii</i>	
Disposición final de agroquímicos en la agricultura: una visión desde la gestión de riesgos y desafíos de los países	18
<i>Alejandra Díaz</i>	

RESUMOS

Avances en Sistema de Biopurificación para Degradación de Plaguicidas - Chile	22
<i>M. Cristina Diez</i>	
Adaptación del sistema de lechos biológicos a las condiciones productivas del Valle Inferior del Rio Colorado (Buenos Aires, Argentina) avances en Sistema de Biopurificación para Degradación de Plaguicidas - Chile	23
<i>Tucat G.1, Faggioli V., Orden L., Costantino A., Lazzarini N., D'Amico J.P., Mairosser A. y Bentivegna D.J., M. Cristina Diez</i>	
Valorización de sustratos agotados para incrementar la eficiencia de degradación de los sistemas biobeds	24
<i>Esperanza Romero, Rogelio Nogales, Orden L., Laura Delgado-Moreno, Inés Aguilar Romero</i>	
Comparison between two low cost geometries of biobeds systems aiming environmentally friendly backpack sprayers operations	25
<i>Anisleidy Rivero, Susan López, Silvina Niell, Natalia Gérez, Cindy Cabrera, Horacio Heinzen María Pía Cerdeiras María Verónica Cesio</i>	
Aislación y caracterización de bacterias degradadoras de plaguicidas presentes en un sistema de Biopurificación	26
<i>Bárbara Leiva, Felipe Gallardo, Gabriela Briceño, Gonzalo Tortella, M. Cristina Diez</i>	
Alteration of herbicides removal in a biopurification system biomatrix, during co-application oxytetracycline-rich wastewater, pretreated with <i>Trametes versicolor</i>	27
<i>Juan C. Cambroner-Henrichs, Iray Mata-Araya, Jose P. Quirós, Mario Masis-Mora, Verónica Lizano-Fallas, Carlos E. Rodríguez-Rodríguez</i>	

Disposal of antibiotics of agricultural use in biopurification systems: potential elimination and effects on pesticide removal	28
<i>Carlos E. Rodríguez-Rodríguez, Humberto Castillo-González, Alejandra Huete-Soto, Erika Fernández-Fernández, Susana Briceño-Guevara, Víctor Castro-Gutiérrez, Juan Salvador Chin-Pampillo, Marta Pérez-Villanueva, Juan Carlos Cambronero-Heinrichs, Mario Masís-Mora</i>	
Testing biobeds as a possible solution for the biodepuration of pesticide- contaminated wastewaters produced by various agro-industries	29
<i>Karas P.A., Papazlatani C., Tucacat G.2, Karpouzas D.G</i>	
Estudio del efecto de las lombrices de tierra en la degradación de flifosato empleando lechos biológicos	30
<i>Maia Lescano, Carolina Masin, Melisa Suligoy, José Luis Godoy, Alba Rodríguez, Cristina Zalazar</i>	
Avaliação da eficiência do sistema Biobed Brasil na Degradação de Clorpirifos 30	31
<i>Quatrin, G. D.; Dias, J.V.; Pizzutti, I.R.; Gebler, L.; Cardoso, C. D.</i>	
Developement of a multiresidue methodology to assess the bioconversion in Biobeds of the most commonly used pesticides for fruits and vegetables	32
<i>Anisleidy Rivero, Silvina Niell, Natalia Gérez, Renzo Bergara, Horacio Heinzen, María Pía Cerdeiras, María Verónica Cesio</i>	
Removal and mineralization of imidacloprid in biomixtures	33
<i>Gabriel Rodríguez-Castillo, Marvin Molina-Rodríguez, Mario Masís-Mora, Marta Pérez-Villanueva, Carlos E. Rodríguez-Rodríguez</i>	
Estudo em Biobeds: Isolamento de Fungos Capazes de Degraar Mancozebe	34
<i>Letica de Andrade Dias; Luciano Gebler; Vanderlei Candido da Silva</i>	

PALESTRAS

Biobeds no Brasil: histórico e posição atual

Luciano Gebler¹

¹Pesquisador, Dr. Embrapa Uva e Vinho. E-mail: luciano.gebler@embrapa.br

O Brasil tomou conhecimento da tecnologia de Biobeds em um treinamento internacional sobre aplicação e manejo seguro de agrotóxicos, ocorrido na Suécia, em 2006, quando sua idealizadora, Dra. Maria del Pilar Castillo demonstrou seu uso naquele país como sistema de descarte de resíduos pontuais de agrotóxicos, através de sua instalação em pátios de manejo de pulverizadores agrícolas. Naquele país evitava-se a contaminação de tais locais com cargas concentradas excessivas, resumindo-se a um coletor e reator para derrames acidentais eventuais de pequenas quantidades. Nesse treinamento, participaram pesquisadores das regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste do Brasil, mas somente a equipe situada no Sul deu seguimento às pesquisas de adaptação e implantação do sistema.

Inicialmente, é importante ter uma leitura do contexto e da dimensão da presença de equipamentos que fazem aplicação de agrotóxicos no Brasil e, conseqüentemente, no possível número de pontos de abastecimento de pulverizadores que pode existir no país. Dados do Censo Agropecuário do IBGE de 2015, apontam que existem ao redor de 77 milhões de hectares sob agricultura no Brasil e foram fabricadas, só em 2015, de 1.295.053 unidades de máquinas e aparelhos para projetar ou pulverizar para uso agrícola. Mesmo que, desse total, somente 1.000.000 sejam vendidos por ano, dada a vida útil no campo girar em torno de 5 anos (10 anos para fins de cálculo econômico). Isso pode representar um número quase 5 vezes maior de equipamentos no meio rural brasileiro. Em uma estatística grosseira, isso significaria a existência de aproximadamente um equipamento a cada

15 hectares de área agrícola. Porém há situações onde não é utilizado agrotóxicos, como no caso da agricultura orgânica e pequena agricultura de subsistência extrativista, e, em outros casos, há maior densidade de maquinário por área, como no caso da fruticultura e olericultura. Espera-se, portanto, uma densidade média de um equipamento (pequeno, médio ou grande) a cada 10 hectares.

Outro cálculo a ser feito é o volume de sobra de calda por pulverizador, com uma média de 2,5 litros em pulverizadores costais manuais e os tratorizados. Essa calda tem a mesma concentração daquela que foi aplicada na área agrícola, porém, dependendo da forma de descarte, como por exemplo, despejar em um único ponto, pode representar uma concentração até 10.000 vezes maior ao ambiente.

Portanto, espera-se que durante um ciclo agrícola, nesses prováveis cinco milhões de pontos de abastecimento, haja o descarte de 12,5 milhões de litros de calda de agrotóxicos.

Outro fator a ser considerado é o volume de efluente gerado durante a limpeza dos equipamentos, ao final dos trabalhos de pulverização. Testes feitos na Embrapa Uva e Vinho resultaram em volumes de efluente entre 20 e 250 litros de resíduos a serem descartados, sendo que a variação era dada pelo grau de treinamento da equipe envolvida no manejo do pulverizador. Quanto maior o treinamento, menor o volume a ser descartado. Somando-se esse volume ao de sobras de calda, pode-se chegar a valores entre 100 milhões a um bilhão de litros de efluente para descarte em todo território brasileiro caso seja feita apenas uma sessão de

pulverização por ano no Brasil.

Mesmo assim, caso o manejo seja feito de forma correta, mesmo tais quantidades não representam necessariamente risco ao ambiente, mas a grande questão é justamente qual é a forma ou formas corretas desse descarte?

Com base nisso, e observando as alterações que o sistema biobed vinha recebendo nos diversos países que o adotaram ou testaram, em 2011 foram iniciados os primeiros testes com biobeds no Brasil, focando a área da fruticultura, onde há maior densidade de pulverizadores agrícolas por hectare, buscando-se as primeiras respostas de adaptabilidade construtiva e sobre segurança ecotoxicológica.

Os resultados obtidos tanto sobre efluente já disperso em água de lavagem, bem como produto comercial concentrado, apontaram a necessidade de alteração no desenho do sistema, afastando-se do modelo sueco quanto à movimentação do agrotóxico no perfil do reator e na cobertura do sistema, aproximando-se da proposta desenvolvida na Inglaterra, ou seja, toda a coleta se dá sobre um piso impermeável, o material é coletado em um tanque reservatório e o reator receberá o efluente estocado gradativamente, ao longo do ano, permitindo controlar o descarte do resíduo e, ao mesmo tempo, o controle da umidade do reator.

Assim, o sistema Biobed Brasil, lançado em 2015 pela Embrapa/Ministério da Agricultura, estabeleceu a recomendação de ser um reator de leito seco, fechado e de recirculação interna livre, utilizando a percolação, adsorção e a evapotranspiração para distribuir o resíduo e a umidade no sistema. Ao mesmo tempo apresentava a exigência de cobertura translúcida, evitando os altos índices pluviométricos do Sul do Brasil, mas mantendo a capacidade de fotólise e fitorremediação do sistema.

Em seguida, houve a necessidade de reforçar os testes de degradação química

e ecotoxicológicos dos reatores já na forma comercial, demonstrando sua efetividade em relação ao solo agrícola testado. Esses testes foram conduzidos sobre o pior cenário existente na propriedade rural, que seria o derrame total de um frasco contendo produto comercial concentrado, dificultando a efetividade do reator. A grande vantagem desses testes é verificar com certeza situações limites, necessárias para buscar a aprovação ou reconhecimento de efetividade do sistema junto aos órgãos fiscalizadores ambientais.

Foi possível observar que em torno de 420 dias a partir da contaminação inicial, os níveis de contaminação se aproximavam dos níveis de atividade biológica sem a presença do contaminante. Assim, acrescentou-se a obrigatoriedade de uma etapa de 6 meses de compostagem do resíduo final após sua retirada dos reatores quando for necessária sua substituição, ultrapassando o tempo da safra. Novos testes químicos serão feitos a fim de corroborar a exigência de tempos menores para situações reais de manejo, onde o efluente estará diluído em água.

Atualmente existem reatores em atividade na Embrapa e na Universidade de Caxias do Sul, com proposta de expansão do sistema para as agências de extensão rural de Santa Catarina e produtores do Rio Grande do Sul, estados que compõem a região Sul do Brasil.

Nas figuras a seguir são apresentadas algumas imagens do sistema Biobed Brasil para pequena e grande escala de manejo de efluentes já existentes no País.



Fig. 1. Sistema Biobed Brasil para grandes volúmenes de efluentes.



Fig. 2. Sistema Biobed Brasil para pequeños volúmenes de efluentes

Sistema Campo Limpo

Logística reversa das embalagens vazias de defensivos agrícolas

Mario Fujii¹

¹Gerente de Logística do inpEV

Realizar a destinação ambientalmente correta das embalagens pós-consumo de defensivos agrícolas é a grande missão do Sistema Campo Limpo, que funciona há mais de dez anos e tornou-se um dos maiores programas de logística reversa de resíduos sólidos do Brasil. Iniciativa pioneira, o sistema nasceu em 2002, com a entrada em vigor do Decreto 4.074/02, regulamentador das Leis Federais 9.974/00 e 7.802/89. Essa legislação determinou a divisão de responsabilidades entre todos os elos dessa cadeia quanto ao destino pós-consumo dessas embalagens.

O sistema envolve distribuidores e cooperativas, órgãos do governo e cerca de 5 milhões de agricultores (segundo dados do IBGE), além da indústria fabricante de defensivos agrícolas, representada pelo inpEV - Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias, em sua responsabilidade de destinar as embalagens pós-consumo de seus produtos. Como núcleo de inteligência do Sistema Campo Limpo, o inpEV – formado por mais de 100 empresas fabricantes e nove entidades representativas do setor agrícola – realiza a gestão operacional de toda a logística reversa das embalagens e promove ações de conscientização e educação, em conjunto com os demais agentes integrantes do sistema.

A eficiência do sistema pode ser constatada em números: 94% do total das embalagens plásticas primárias para defensivos agrícolas comercializadas no país são destinadas depois de devolvidas pelos agricultores nas mais de 400 unidades de recebimento, distribuídas

em 25 estados e no Distrito Federal. De 2002 a 2016, já foram retiradas do meio ambiente mais de 420 mil toneladas de embalagens vazias de agrotóxicos. Desde 2005, o Brasil é líder mundial na destinação desse tipo de material, posição que ocupa até os dias atuais, seguido de países como Alemanha, Canadá, Japão, França, Espanha e Estados Unidos.

Benefícios do programa

O Sistema Campo Limpo dispõe de uma rede estruturada e preparada para a orientação, multiplicação do conhecimento sobre as responsabilidades e procedimentos operacionais, recebimento e destinação das embalagens vazias. Traz ainda ganhos às futuras gerações, por atuar diretamente na educação formal dos pequenos cidadãos com o Programa de Educação Ambiental Campo Limpo que, por meio de parcerias com as secretarias municipais e estaduais de educação, núcleos de ensino e escolas, oferece complementação ao currículo dos estudantes do 4º e 5º anos do Ensino Fundamental. Com conteúdos relacionados ao meio ambiente e seguindo as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), cerca de 260 mil, matriculados nas mais de duas mil escolas inscritas, em 274 municípios brasileiros participaram do programa em 2016.

Em 2016, um estudo de ecoeficiência, encomendado pelo inpEV e conduzido por consultoria especializada, comparou dois cenários: o meio ambiente com e sem a atuação do Sistema Campo Limpo, durante o período compreendido entre 2002 e 2016. Levando em conta todo o

ciclo de vida das embalagens (da extração das matérias-primas à reciclagem ou incineração), o sistema permitiu uma redução no consumo de energia que abasteceria aproximadamente 2,2 milhões de casas em um ano; evitou a emissão de 572 mil toneladas de CO₂ equivalente; evitou a extração de um milhão de barris de petróleo e evitou a geração de um volume de resíduos sólidos equivalente ao que seria gerado em dez anos por uma cidade de 500 mil habitantes (um milhão de toneladas).

No âmbito social, o programa gera 1.500 empregos diretos. Em função dos ganhos ambientais e sociais, a existência do Sistema Campo Limpo resulta em benefícios importantes para toda a sociedade.

Funcionamento

Para cumprir com todos os deveres quanto ao destino pós-consumo das embalagens vazias de defensivos agrícolas, as empresas associadas ao inpEV investem, anualmente, recursos de acordo com o perfil e volume de embalagens colocadas no mercado, cobrindo 85% dos custos do sistema. Desde 2002, o aporte da indústria foi de R\$ 1 bilhão.

Responsável por operacionalizar o funcionamento desse programa, o inpEV, com sede em São Paulo, atua em todo o país por meio de coordenadores regionais de Operação, responsáveis por integrar os agentes envolvidos em suas respectivas regiões de atuação e a articulação dos elos da cadeia em todos os estados brasileiros.

Participam do programa mais de 100 empresas fabricantes e/ou registrantes que comercializam seus produtos por meio de mais de 5 mil distribuidores e cooperativas ou diretamente para os produtores rurais de todo o país. Depois de utilizarem os defensivos agrícolas, os agricultores devem realizar a tríplice lavagem, ou lavagem sob pressão das embalagens vazias laváveis, perfurando

o fundo, para inutilizá-las e evitar seu reaproveitamento. O produtor rural precisa ainda armazená-las corretamente e, até um ano após a compra, entregá-las na unidade de recebimento indicada na nota fiscal de venda – são mais de 400 unidades no país, geridas por 267 associações de distribuidores e cooperativas.

A essas atribuições do agricultor somam-se as responsabilidades compartilhadas entre os demais elos da cadeia, de acordo com a legislação federal. Aos canais de distribuição (revendas e cooperativas) cabe a indicação, na nota fiscal, sobre o local onde as embalagens vazias devem ser devolvidas. Compete também a eles manter e gerenciar as unidades de recebimento, emitir comprovantes de entrega das embalagens além de orientar e conscientizar os agricultores sobre esses procedimentos.

Representados pelo inpEV, os fabricantes e/ou registrantes retiram as embalagens vazias devolvidas nas unidades de recebimento, enviando-as para a correta destinação: reciclagem (embalagens laváveis que foram corretamente lavadas pelos agricultores) ou incineração (embalagens que não podem ser lavadas ou não foram corretamente lavadas). O instituto também co-gerencia algumas unidades de recebimento com o sistema de comercialização, além de orientar e conscientizar o agricultor sobre suas responsabilidades.

Ao poder público cabe a concessão de licença de operação das unidades de recebimento, assim como a fiscalização do funcionamento do Sistema Campo Limpo. Além disso, tem o papel de apoiar as ações de educação e conscientização para disseminar a legislação.

Para dar o destino correto às embalagens, o sistema possui parceria com 14 recicladores e incineradores, localizados nos estados da Bahia, Mato Grosso, Minas Gerais, Paraná, Rio de Janeiro e São Paulo. As empresas recicladoras

transformam as embalagens pós-consumo em 33 produtos como barricas de papelão, tubos para esgoto, embalagens para óleo lubrificante, entre outros. Dentre os parceiros para a reciclagem está a Campo Limpo Reciclagem e Transformação de Plásticos S.A., fábrica que começou a operar em 2008 e tem como acionistas 30 fabricantes de defensivos agrícolas. Com o objetivo de contribuir para a autossuficiência econômica do sistema, a fábrica, localizada no município de Taubaté (SP), lançou, em pouco mais de um ano de atividade, a Ecoplástica Triex[®], a primeira embalagem para defensivos agrícolas produzida a partir de resina plástica reciclada, fechando o ciclo de vida da embalagem dentro do próprio setor.

Um dos marcos na atuação educativa do sistema é o Dia Nacional do Campo Limpo, celebrado em 18 de agosto e instituído no calendário nacional desde 2008. A iniciativa, que existe desde 2005, mobiliza todos os envolvidos em benefício da consciência ambiental de crianças, jovens e adultos nas comunidades do entorno das unidades de recebimento. A comemoração da data, que amplia sua abrangência a cada ano, concentra atividades educativas sobre a preservação do meio ambiente para as futuras gerações e pelo desenvolvimento sustentável da agricultura. Desde a primeira edição, a comemoração já teve a participação de mais de um milhão de pessoas.

Disposición final de agroquímicos en la agricultura: una visión desde la gestión de riesgos y desafíos de los países

Alejandra Díaz¹

¹Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). E-mail: alejandra.diaz@iica.int

La agricultura enfrenta múltiples riesgos que tienen importantes impactos a nivel de la producción, el suministro de alimentos, el comercio, el medio ambiente, entre otros. Sin contar las pérdidas indirectas en los subsectores que dependen de la agricultura.

En la medida en que se aborden estos riesgos se podrá alcanzar una agricultura más productiva y competitiva, importante en el desarrollo y el bienestar de los pueblos y en el logro de la sustentabilidad ambiental y la seguridad alimentaria. Por ello la importancia de una gestión integral de los riesgos para minimizar los impactos de los distintos tipos de riesgo.



Fig. 1. Sistema Biobed Brasil para pequeños volúmenes de efluentes

En este marco general, la disposición final de agroquímicos en la agricultura está relacionada particularmente con los riesgos de producción, que tiene efectos tanto a nivel de la salud como en el medio ambiente. De esta forma, la gestión de los excedentes de los agroquímicos (p. ej. caldo sobrante de tratamientos y residuos de lavado de tanques y equipos de aplicación) deberá ser realizada de manera tal que no se comprometa la inocuidad alimentaria, la salud del trabajador y el medio ambiente.

Considerando que a nivel global se

necesita incrementar la producción de alimentos cerca de un 60% para poder responder a las demandas en el año 2050, resulta fundamental el desarrollo de alternativas y soluciones innovadoras en los modelos de producción vigentes para responder plenamente y de manera sustentable a este reto, que involucra aspectos de tecnología, uso sostenible del agua y el suelo, prácticas que minimicen la contaminación química y microbiana, entre otros.

Las buenas prácticas agrícolas (BPA) constituyen una de estas soluciones

innovadoras para el manejo de riesgos a nivel de la producción. Su aplicación, sin embargo, requiere de un abordaje integral y una aplicación extendida para contribuir eficazmente al desarrollo de una agricultura sustentable.

Las BPA comprenden un conjunto de principios, normas y recomendaciones técnicas que se aplican a las diversas etapas de la producción agrícola para garantizar la producción de alimentos sanos e inocuos. También incluye la protección de la salud, la seguridad y el bienestar del trabajador en el campo y la protección del medio ambiente.

Se debe mencionar que, por lo general, los países adoptan una perspectiva sectorial en la gestión de los riesgos y se trabaja de forma poco articulada. Así, a nivel oficial, las BPA se orientan principalmente a los riesgos sanitarios y fitosanitarios, debido a que su promoción se realiza principalmente por los servicios de sanidad agropecuaria y de inocuidad de alimentos.

Se desprende así, el desafío de promover una visión integradora de las BPA a fin de evitar un tratamiento fragmentado de los riesgos en las fincas, fomentando la articulación y complementación de las instituciones involucradas (ministerios de agricultura, ambiente, entre otros) para una gestión eficaz de los riesgos.



Fig. 2. Visión holística de las BPA.

Funete: Buenas prácticas agrícolas para una agricultura más resiliente. Lineamientos para orientar la tarea de productores y gobiernos.

Considerando el rol que desempeñan los principales actores en el proceso de implementación de las BPA, el productor cumple un rol protagónico como ejecutor de las BPA. Las instancias de gobierno, por su lado, deberán brindar condiciones para su aplicación, como el establecimiento de marcos institucionales, regulatorios y de certificación, la facilitación de servicios de apoyo, entre otros.

Entonces, ¿Cómo deberán los productores gestionar los excedentes de agroquímicos?

Concretamente, los productores necesitan conocer las tecnologías disponibles. Tener acceso a la información necesaria para la adopción de biobeds, por ejemplo.

Es importante que los manuales o guías de BPA incorporen recomendaciones específicas de alternativas tecnológicas debidamente probadas y validadas. Por ejemplo, en una guía de BPA de fresa en Costa Rica, el equipo de trabajo, con apoyo del IICA, convino en incluir una disposición específica sobre el uso de camas biológicas, incluyendo un anexo respectivo.

Se considera un avance interesante, tratándose de un documento oficial, sujeto a certificación voluntaria de carácter gubernamental, en el que específicamente se fomenta el uso de camas biológicas como alternativa para minimizar la contaminación por agroquímicos.

En la visión de la gestión integral de riesgos en una finca, hay que tomar en cuenta también los riesgos vinculados con la producción animal, donde hay requerimiento de tecnologías para una adecuada disposición de medicamentos veterinarios vencidos o sus excedentes, ¿Biobeds?

Otro aspecto de no menor importancia es la necesidad de aumentar los niveles de inversión pública y privada, para implementar las adecuaciones en campo y a nivel de políticas y marcos normativos para el sector.

En conclusión, las BPA constituyen una herramienta clave para el manejo de los riesgos sanitarios, fitosanitarios y ambientales. Como tal, es el espacio natural en el que se deben canalizar recomendaciones y alternativas tecnológicas, como los biobeds, en un contexto de gestión integral de riesgos.

RESUMOS

Avances en Sistema de Biopurificación para Degradación de Plaguicidas - Chile

M. Cristina Díez^{1,2}*

¹Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, PO Box 54D, Temuco, Chile

²Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada al Medio Ambiente (CIBAMA-BIOREN)

*Autor de contacto: Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera. PO Box 54D, Temuco, Chile.

Tel: (56) 452325476., e-mail: cristina.diez@ufrontera.cl

Los avances en investigación científica realizada en Chile, sobre el sistema de biopurificación (SBP) denominada lechos biológicos están asociados principalmente a investigadores del Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada al Medio Ambiente (CIBAMA-BIOREN) de la Universidad de La Frontera] (www.cibama.ufrontera.cl). Los temas que se han abordado dicen relación con a) búsqueda de materiales alternativos a la paja de trigo como cascaras de avena, de cebada, aserrín y a la turba como el biocarbón; b) suplementación de nutrientes NPK y compuestos activadores y el efecto de diferentes tipos de suelos en la biomezcla; c) desarrollo de soportes para la inmovilización de hongos ligninolíticos y su inoculación en la biomezcla; d) aislamiento y selección de bacteria degradadoras de plaguicidas organoclorados, organofosforados y otros; e) desarrollo de consorcios bacterianos específicos libres e inmovilizados para degradación de organofosforados; f) estudio del efecto de la rizosfera de la cubierta vegetal; g) evaluación

del efecto de la carga hidráulica en el SBP, entre otros. La mayoría de los estudios realizados a nivel de laboratorio y de campo, contemplan la disipación (adsorción y degradación) de mezclas complejas de plaguicidas, las actividades biológicas y el estudio de las comunidades microbianas por técnicas moleculares (DGGE, qPCR). La investigación además contempla la implementación de la tecnología de SBP para la remoción de contaminantes provenientes de aguas residuales que contiene plaguicidas y de otros efluentes industriales. Se han instalado lechos biológicos en predios frutícolas y estaciones experimentales (INIA, UFRO) para equipos traccionados y otros equipos de menor escala en algunas comunidades. Se ha desarrollado un plan de difusión para socializar este SBP con el sector público y privado. Se ha generado material como fichas técnicas, Manual de Construcción y Operación de Lechos Biológicos. Toda la información técnica y científica se encuentra disponible en la página web: <https://lechosbiologicos.wordpress.com>.

Agradecimientos: Financiado por el proyecto FONDECYT 1161481 y parcialmente por CONICYT/FONDAP/15130015.

Adaptación del sistema de lechos biológicos a las condiciones productivas del Valle Inferior del Rio Colorado (Buenos Aires, Argentina) vances en Sistema de Biopurificación para Degradación de Plaguicidas - Chile

Tucat G.1, Faggioli V.2, Orden L.3, Costantino A.4, Lazzarini N.4, D'Amico J.P.3, Mairosser A.3 y Bentivegna D.J.1 Cristina Diez1,2**

¹Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS), Universidad Nacional del Sur-CONICET. Camino de la Carrindanga km 7, (8000) Bahía Blanca, Argentina. epartamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, PO Box 54D, Temuco, Chile

²INTA EEA Marcos Juárez. Ruta 12 km 3, (2580) Córdoba, Argentina

³INTA EEA Hilario Ascasubi. Ruta 3 km 794, (8142) Hilario Ascasubi, Argentina

⁴INQUISUR, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur (UNS)-CONICET. Av. Alem 1253, (8000) Bahía Blanca, Argentina. *gtucat@criba.edu.ar

El Valle inferior del Rio Colorado (Buenos Aires, Argentina) cuenta con 140.000 ha de riego donde se realizan diversos cultivos hortícolas, principalmente cebolla (*Allium cepa*). Dado el alto volumen de fitosanitarios utilizado habitualmente, es prioritario abordar un manejo sustentable de sus residuos. Con el objetivo de adaptar la tecnología de lechos biológicos a las condiciones locales, se planeó evaluar diferentes biomezclas de acuerdo a su capacidad degradatoria. Fueron preparadas seis biomezclas combinando un residuo lignocelulósico disponible (paja de trigo, catáfilas de cebolla o viruta de álamo) con un sustrato humificado (turba o compost) y suelo en una proporción 2:1:1. Primeramente, se procedió a la caracterización físico-química de los materiales (humedad, densidad, capacidad de retención hídrica, conductividad eléctrica, pH, contenido de Carbono, Nitrógeno y materia orgánica, y estimaciones de celulosa, hemicelulosa y lignina). Cada una de las seis biomezclas fue dividida en dos unidades experimentales tras cuatro

meses de preincubación. Una de ellas permaneció como testigo, mientras que la otra se pulverizó con 100 mg.kg⁻¹ MS de Haloxypop, Pendimetalin y Oxifluorfen. A los 0, 5, 10, 20, 35 y 60 días se tomaron muestras y se congelaron hasta la posterior determinación, tanto de la concentración de fitosanitarios como de la actividad hidrolítica total (FDA). Paralelamente, se midió la respiración basal de las biomezclas (testigos y tratadas), donde se observó que todas aquellas tratadas que contenían compost registraron mayor respiración que los testigos ($p < 0,01$). En todas las biomezclas con mismo residuo lignocelulósico, la respiración fue 9% más elevada en promedio en las integradas por compost. Las dos biomezclas con mayor respiración acumulada fueron las que contenían viruta de álamo con 23,18 y 20,72 mg CO₂.g MS⁻¹. El presente estudio permitirá seleccionar la biomezcla más eficiente, a fin de lograr una adaptación exitosa del sistema de lechos biológicos a las condiciones locales.

paja de trigo; catáfilas; viruta de álamo; Haloxypop; Pendimetalin; Oxifluorfen.

Valorización de sustratos agotados para incrementar la eficiencia de degradación de los sistemas biobeds

Esperanza Romero, Rogelio Nogales, Orden L., Laura Delgado-Moreno, Inés Aguilar Romero

Departamento de protección Ambiental, Estación Experimental del Zaidín, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (EEZ-CSIC), C/ Profesor Albareda 1, 18008-Granada

Los sistemas biobeds permiten recoger y eliminar residuos de plaguicidas y evitar su vertido en el medio. Cuando los biobeds se agotan, los sustratos empleados en estos sistemas deben retirarse evitando efectos adversos. El historial de contaminación de estos biobeds contribuye a que los microorganismos adquieran mecanismos de degradación para los contaminantes vertidos. Nuestro grupo de investigación estudia el uso potencial de los sustratos agotados o de sus extractos líquidos aireados o "biotés", sin concentrar o concentrados, para incrementar la eficacia de los sistemas biobeds. Los biotés se han ensayado en soluciones acuosas o sistemas biobeds utilizando mezclas de suelo con turba y paja (STP) o mezclas con materiales alternativos como vermicompost de alperujo y restos de poda (SVP, a escala de microcosmos y contaminados con diuron (que es uno de los plaguicidas que se vierten en el sistema biobed de partida). Paralelamente,

se estudió el comportamiento de una mezcla de plaguicidas (imidacloprid, diuron, dimetoato, tebuconazole y oxyfluorfen) en los sistemas biobeds tras la adición de biomezclas agotadas al 50% y tras ser bioaumentados con los biotes concentrados ($\times 10^7$ UFC mL⁻¹). La adición de los biotes del sustrato agotado de SVP aceleran la degradación del diuron en solución (18 veces) y en el sistema biobed (SVP). Los biobeds tratados con los plaguicidas muestran una relativa aceleración para diuron con la adición del sustrato agotado y mayor con la adición de los biotés. Estos resultados pueden ser poco evidentes por el corto historial de contaminación de las biomezclas de partida (una dosis de cada plaguicida a 100 mg kg⁻¹ durante 6-10 meses). Los biotés de biobeds sometidos a repetidas dosis de plaguicidas y con un mayor historial de contaminación, serán más activos para la bioaumentación; hipótesis que se está estudiando en nuestro grupo.

Comparison between two low cost geometries of biobeds systems aiming environmentally friendly backpack sprayers operations

*Anisleidy Rivero¹, Susan López¹, Silvina Niell², Natalia Gérez³, Cindy Cabrera³, Horacio Heinzen³
María Pía Cerdeiras⁴ María Verónica Cesio³*

¹Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)

²GACT/DQL Facultad de Química /Centro Universitario de Paysandú, Universidad de la República

³Farmacognosia y Productos Naturales-GACT/DQO, Facultad de Química Udelar

⁴Cátedra de Microbiología DEPBIO, Facultad de Química, Udelar, Montevideo. Uruguay

Biobed systems are versatile tools for the deposition and mitigation of pesticide spills and wastes generated during the farm routine work. They are simple, fit for purpose, scalable, built up with low cost components, with little maintenance needs bioreactors where the discarded pesticides are degraded. In the present study, two biobeds systems have been designed. One of them was constructed with discarded plastic tanks (biotar) and the other with used tires from agricultural machinery (biogoms). Both systems were installed in parallel by triplicate following the Swedish design. The optimized biomixture composition was: soil, cereal bran and peat (25:50:25) where a Basidiomycete was inoculated to accelerate the bioremediation process. The systems were evaluated by monitoring the concentration of

chlorpyrifos and its principal metabolite 3, 5, 6 trichloro-2-pyridinol. Temperature and humidity were also controlled, maintaining 40 % constant humidity during the whole process. Samples were analyzed following validated methodologies using appropriate instrumental techniques such as GC-ECD, GC-MS and LC-MS/MS which ensures the quality of the obtained results. Bioconversion of 84% was observed for biogom geometry and 57% for biotar after 45 days. The enzymatic activity of ligninolytic enzymes manganese peroxidase (MnP) and laccase (Lac) was monitored as well to understand the biochemistry of the degradation process. Biotar and biogom systems are suitable, easy to get and cheap options for the implementation of biobeds and adequate for an environmentally friendly backpack sprayers' handling.

Acknowledgments: LATU, ANII-FMV-2_2011_1_6740, Escuela Agraria de Fray Bentos, FAO-IAEA, RALACA for supplying analytical standards.

Aislacion y caracterizacion de bacterias degradadoras de plaguicidas presentes en un sistema de Biopuruficacion

Bárbara Leiva¹, Felipe Gallardo^{1,2}, Gabriela Briceño^{1,2}, Gonzalo Tortella^{1,3}, M. Cristina Diez^{1,3}*

¹Centro de Excelencia en Investigación Biotecnológica Aplicada al Medio Ambiente (CIBAMA-BIOREN)

²Departamento de Ciencias Química y Recursos Naturales, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

³Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera, PO Box 54D, Temuco, Chile

⁴Autor de contacto: Departamento de Ingeniería Química, Universidad de La Frontera. PO Box 54D, Temuco, Chile.

Tel: (56) 452325476., e-mail: cristina.diez@ufrontera.cl

Los sistemas de biopurificación (SBP) son utilizados para prevenir, retener y degradar derrames de plaguicidas durante la manipulación de los productos para ser aplicados en faenas agrícolas y forestales. Además, se pueden utilizar para el tratamiento de aguas contaminadas con plaguicidas. El SBP está conformado por una matriz orgánica o biomezcla, compuesta generalmente de suelo, turba comercial y paja de trigo en proporciones volumétricas (1:1:2). Siendo por consiguiente un sistema con abundante flora microbiana. El objetivo de este trabajo fue obtener microorganismos (bacterias y hongos) degradadores de plaguicidas para la inoculación de una matriz orgánica en un Sistema de Biopurificación y así potenciar su funcionamiento. Para esto se utilizó como fuente de aislación, una matriz orgánica de un SBP expuesta durante un año a contaminaciones periódicas por

una mezcla de plaguicidas compuesta de Atrazina (ATZ), Clorpirifos (CHL) e Iprodiona (IPR) en dosis de 35 mg/kg con una caudal de riego de 1,2 l/día. Para la aislación se prepararon diluciones a partir de una solución madre de biomezcla húmeda, empleando medio mínimo mineral (MSM). Los plaguicidas ATZ, CHL e IPR se adicionaron al medio en la concentración de 5, 15, 35 y 50 mg/L como única fuente de carbono, individualmente y en mezcla. Las cepas fueron identificadas mediante pruebas bioquímicas, así como también el uso de kits especializados para tal fin como Apy Coyne y Api 20E. Se destaca el aislamiento de 9 cepas bacterianas a las cuales se les determinó la concentración mínima inhibitoria (MIC) entre los rangos 0,1 - 100 mg/L para realizar luego pruebas de crecimiento. Con las cepas aisladas se iniciaron ensayos de degradación de los contaminantes los cuales se encuentran en evaluación.

Agradecimientos: Financiado por el proyecto FONDECYT 1161481 y parcialmente por CONICYT/FONDAP/15130015.

Alteration of herbicides removal in a biopurification system biomatrix, during co-application oxytetracycline-rich wastewater, pretreated with *Trametes versicolor*

*Juan C. Cambronero-Heinrichs¹, Iray Mata-Araya², Jose P. Quirós², Mario Masis-Mora¹,
Verónica Lizano-Fallas¹, Carlos E. Rodríguez-Rodríguez¹*

¹Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA), Universidad de Costa Rica

²Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBiot), Costa Rica

³Dpto. de Medioambiente, FICH (UNL)

Formulated antibiotics are used in agriculture as prophylactic agents or for treatment of bacterial diseases in a wide variety of crops. Inadequate disposal of antibiotic-containing wastewaters of agricultural origin produce groundwater and soil contamination. Furthermore, antibiotics are commonly strongly adsorbed to soil and sediments and are not readily degraded. Effects of persistent antibiotic residues on environment range from selection and spread of bacterial resistant genes, to alteration of microbial processes such as biogeochemical cycles. Biopurification systems (BPS) used for the detoxification of pesticides could be used for the disposal of antibiotic-containing wastewaters; however, due to their mode of action, antibiotics could hinder BPS performance. The removal of pesticides during co-application of antibiotics has been reported on BPS. However, delayed

elimination of herbicides such as atrazine and terbutryn has been observed in a biomatrix containing oxytetracycline (OTC). In order to decrease the inhibitory effect of OTC in the biomixture, this work aimed to apply an aqueous pre-treatment to OTC synthetic wastewater, using *Trametes versicolor* pellets in a stirred-tank bioreactor. Then, the treated wastewater was discarded into a biomixture used for the degradation of atrazine and terbutryn, and pesticide removal was compared to a system simultaneously exposed to the untreated OTC containing wastewater. Degradation of pesticides and OTC was estimated by analytical procedures using LC-MS/MS. Simultaneously, the phytotoxicity of the matrix was monitored by seed germination tests with *Lactuca sativa* to estimate detoxification during the treatment.

Keywords: ecotoxicology, herbicides, oxytetracycline, pre-treatment, *Trametes versicolor*.

Disposal of antibiotics of agricultural use in biopurification systems: potential elimination and effects on pesticide removal

Carlos E. Rodríguez-Rodríguez, Humberto Castillo-González, Alejandra Huete-Soto, Erika Fernández-Fernández, Susana Briceño-Guevara, Víctor Castro-Gutiérrez, Juan Salvador Chin-Pampillo, Marta Pérez-Villanueva, Juan Carlos Cambrónero-Heinrichs, Mario Masís-Mora

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA), Universidad de Costa Rica;
email: carlos.rodriguezrodriguez@ucr.ac.cr

Bacterial disease treatment in agriculture results in the production of antibiotic-containing wastewaters. Similar pesticide-containing wastewaters can be treated in biopurification systems (BPS); however, disposal of antibiotics in BPS could lead to the inhibition of the biodegrading capacity of the biomixtures. Nevertheless, the potential effects of antibiotics on biomixtures have been scarcely investigated. This study explores the effect of several commercial formulations of antibiotics used in agriculture (oxytetracycline, OTC; kasugamycin, KSG; and oxytetracycline + gentamicin, OTC + GTM) on the elimination of several groups of pesticides. The approach includes the co-application of antibiotics in mineralization studies with radiolabeled pesticides and simultaneous removal of pesticide combinations.

Antibiotic doses ranging from 0.1 mg/kg to 1000 mg/kg were employed in mineralization assays. Co-application of KSG or OTC produced a hormetic-like effect on the mineralization of ¹⁴C-radiolabeled chlorpyrifos: stimulation at lower doses and inhibition at higher doses. A similar pattern was observed in the mineralization of ¹⁴C-carbofuran during co-application of OTC. On the contrary, the use of OTC + GTM resulted in the depression of ¹⁴C-chlorpyrifos mineralization rates.

The effect of OTC co-application at BPS-relevant concentration (10-50 mg/kg) was assayed with different combinations of pesticides (herbicides, fungicides, insecticides) from different chemical groups. Delay in pesticide removal was observed for compounds such as ametryn, carbendazim and metalaxyl, depending on the combination of pesticides co-treated in the biomixture. On the other hand, no delay was observed for atrazine, terbutylazine, linuron, carbofuran, chlorpyrifos or monocrotophos. Strategies to reduce the adverse impact of the antibiotics were also explored.

Furthermore, co-application of OTC on the biomixture did not produce significant changes on microbial community profiles, according to DGGE analysis. However OTC increased the residual ecotoxicity of the matrix.

The ability of the biomixture to remove OTC (half-life 34 d), plus the apparently low effects on pesticide elimination, suggest that this matrix could be employed for the simultaneous disposal of pesticides and antibiotic containing wastewaters. Nonetheless, the performance of the biomixture should be assayed for every specific combination of pesticides/antibiotics disposed in the system.

Keywords: pesticides, antibiotics, biodegradation, biopurification systems, mineralization.

Testing biobeds as a possible solution for the biodepuration of pesticide-contaminated wastewaters produced by various agro-industries

Karas P.A.¹, Papazlatani C.¹, Tucat G.2, Karpouzas D.G.¹*

¹University of Thessaly, Department of Biochemistry and Biotechnology, Laboratory of Plant and Environmental Biotechnology, Viopolis, 41221 Larissa, Greece.

²Centro de Recursos Naturales Renovables de la Zona Semiárida (CERZOS), Universidad Nacional del Sur-CONICET. Camino de la Carrindanga km 7, (8000) Bahía Blanca, Argentina.

*gtucat@criba.edu.ar

Several agro-industries produce pesticide-contaminated wastewaters which constitute a serious point source for the contamination of natural water resources. Hence they should be treated prior to their disposal. Biobeds could be a viable solution for the depuration of such effluents. In the frame of evaluation of biobeds to treat effluents produced by different agro-industrial processes (ornamental bulb dipping, seed-coating, and fruit packaging) we aimed to investigate the dissipation of pesticides contained in those effluents. The biomixture utilized was known to be effective in the treatment of wastewaters from the fruit packaging industry, and it is composed of soil, straw and spent mushroom substrate (SMS) in a 1:1:2 volumetric ratio. Sub-samples of the biomixture were treated with aqueous solutions of fludioxonil (FDL-obc, 20 mg/kg), chlorothalonil (CHT, 50 mg/kg) or thiabendazole (TBZ 20 mg/kg) at dose rates relevant for bulb dipping; fludioxonil (FDL-sc, 10 mg/kg), carboxin (CBX,

52 mg/kg), metalaxyl-M (MET, 28 mg/kg) and fluxapyroxad (FLX, 34 mg/kg) at dose rates relevant in seed coating; fludioxonil (FDL-fpi, 150 mg/kg) at a dose rate relevant in fruit-packaging. Pesticides were applied individually while certain combinations, relevant for practical reasons were also assessed. Preliminary results (up to 14 days) suggested a rapid loss of CBX and CHT with 96.4 and 91.3% of their initial applied amount being dissipated, respectively. In contrast, FDL exhibited a low dissipation in the same period, with only 30.3% in the FDL-sc treatment, while no appreciable dissipation was observed in the FDL-obc and FDL-fpi treatments at the same period. Our findings provide preliminary evidence that a biomix composed of SMS, soil and straw could be effective in the dissipation of pesticides contained in effluents produced by seed coating or bulb dipping activities. The complete dataset will be presented and discussed in the conference.

Keywords: pesticides, antibiotics, biodegradation, biopurification systems, mineralization.

Estudio del efecto de las lombrices de tierra en la degradación de glifosato empleando lechos biológicos

Maia Lescano¹, Carolina Masin¹, Melisa Suligoy¹, José Luis Godoy¹, Alba Rodríguez^{1,2}, Cristina Zalazar^{1,3}

¹INTEC (UNL-CONICET) Santa Fe, Argentina. mlescano@intec.unl.edu.ar

²Dpto. de Cs Naturales, FHUC (UNL)

³Dpto. de Medioambiente, FICH (UNL)

Dentro de los procesos de biorremediación se encuentra la vermirremediación que refiere al uso de lombrices de tierra para la remoción de contaminantes del suelo o cuando éstas colaboran en la degradación de compuestos no reciclables. Se han reportado efectos positivos del uso de lombrices en suelo para la remoción de contaminantes ayudando a su degradación mediante distintos mecanismos. En el presente trabajo se evaluó la remoción de glifosato en biomezclas preparadas a partir de materiales locales en presencia y ausencia de la lombriz *Eisenia fétida*. Se prepararon tres diferentes biomezclas a escala laboratorio por duplicado (mezclando suelo con paja de alfalfa / rastrojo de trigo y resaca de río en diferentes relaciones de volúmenes) y un control únicamente con suelo por duplicado resultando en total ocho biolechos. En la mitad de las biomezclas preparadas (duplicados) se colocaron lombrices de tierra para evaluar su efecto en la remoción del contaminante. A cada

una de ellas se las trató con una alta concentración de glifosato (1000 mg kg⁻¹ biomezcla) y se siguió su degradación a lo largo del tiempo durante 140 días registrando los siguientes parámetros: concentración de glifosato y AMPA (ácido aminometilfosfónico), actividad biológica y recuentos microbiológicos. Además se evaluó la sobrevivencia porcentual de lombrices y mediante un índice de semejanza de distribuciones se determinaron cambios en la biomasa. Los resultados indicaron la degradación de glifosato y AMPA en todas las biomezclas y actividades biológicas iniciales y residuales elevadas en aquellas con mayor porcentaje de degradación, siendo la mezcla suelo + rastrojo con lombrices la que presentó mayor remoción de glifosato (> 99 % en 90 días). La sobrevivencia de lombrices fue alta (> 60%) por lo que estos biolechos resultan viables para esta especie. Puede concluirse que el efecto de las lombrices fue positivo, favoreciendo el rendimiento de las biomezclas.

Avaliação da eficiência do sistema Biobed Brasil na Degradação de Clorpirifós

Quatrin, G. D.¹; Dias, J. V.¹; Pizzutti, I. R.¹; Gebler, L.²; Cardoso, C. D.^{1}*

¹Centro de Pesquisa e Análise de Resíduos e Contaminantes (CEPARC) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brasil

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasil.

*e-mail: carmem.dickow@ceparc.com.br

Neste estudo, um método para análises de rotina na determinação de resíduos do agrotóxico clorpirifós em camas biológicas foi validado e aplicado na avaliação da eficiência do sistema Biobed Brasil. O método de extração foi elaborado com base nos métodos propostos por Racke, K. D. et al (1) e Coppola et al (2). A homogeneização das amostras diminuiu consideravelmente o tempo de análise cromatográfica. A análise foi realizada em sistema de cromatografia líquida acoplado a espectrômetro de massas tandem (UPLC-MS/MS), obtendo-se limite de quantificação (LOQ) de 2 mg kg⁻¹. Para avaliação da eficiência do sistema Biobed Brasil, na estação de fruticultura de clima temperado da Embrapa Uva e Vinho (Vacaria, RS, Brasil) foram construídos reatores, adaptados do modelo sueco, compostos por palha, solo e turfa na proporção de 50:25:25. Nove reatores foram utilizados nos estudos: cinco reatores com a biomistura; dois reatores com latossolo e dois reatores com nitossolo. Os estudos consideraram tanto aplicação única do produto formulado (480g/L de clorpirifós), simulando derrame

acidental, quanto a aplicação de solução diluída proveniente da lavagem de máquinas agrícolas.

As amostras foram coletadas em cinco momentos, com dois meses de intervalo. Para os biorreatores que receberam contaminação única observou-se redução significativa do agrotóxico, após 14 meses da contaminação. Para os reatores contendo biomistura, que receberam caldas diluídas, após 14 meses de contaminação foram encontrados resultados abaixo do LOQ. O sistema Biobed Brasil foi eficiente na degradação do agrotóxico clorpirifós em ambas condições experimentais. No Brasil não há Limite Máximo de Resíduos (LMR) estabelecido para resíduos de clorpirifós em camas biológicas, bem como não há dados de monitoramento disponíveis. Essa realidade mostra a importância do desenvolvimento de métodos analíticos qualificados para determinação de resíduos de agrotóxicos e como contribuição para a implementação da tecnologia de camas biológicas no nosso país.

[1] Racke, K. D.; Steele, K. P.; Yoder, R. N.; Dick, W. A.; Avidov, E. J. *Agric. Food Chem.* 1996, 44, 1582-1592.

[2] Coppola, L., Castillo, M.D.P., Monaci, E. & Vischetti, C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2007. v. 55, p. 396-401.

Development of a multiresidue methodology to assess the bioconversion in Biobeds of the most commonly used pesticides for fruits and vegetables

*Anisleidy Rivero¹, Silvina Niell², Natalia Gérez³, Renzo Bergara³, Horacio Heinzen³,
María Pía Cerdeiras⁴, María Verónica Cesio³*

¹Laboratorio Tecnológico del Uruguay (LATU)

²GACT/DQL Facultad de Química /Centro Universitario de Paysandú, Universidad de la República

³Farmacognosia y Productos Naturales-GACT/DQO, Facultad de Química UdelAR

⁴Cátedra de Microbiología, DEPBIO, Facultad de Química, UdelAR, Montevideo. Uruguay

In Uruguay fruits and vegetables are seasonally cultivated by farmers in relatively medium extensions destined for each class. Simultaneously, during a few months, wide and variable technological packages of agrochemicals are employed. The conditions of these types of orchards and the way that pesticides are used make them appropriate targets to manage point source pollution due to pesticide handling operations with biobeds.

Aiming to develop an environmentally friendly tool to mitigate the impact of the agricultural practices a multiresidue methodology for the analysis of pesticides in a biomixture composed by peat, soil and bran was developed and validated following SANTE guidelines. This method allows the evaluation of the bioconversion process of more than 20 pesticides using

chromatography coupled to tandem mass spectrometry. The sample preparation methodology was a dispersive and miniaturized extraction with ethyl acetate assisted by ultrasound agitation and a clean-up step and the determination was done using GC-MS/MS y LC-MS/MS. A pilot system using the biomixture previously developed under Uruguayan conditions was installed and controlled during more than 60 days in order to evaluate the decay of each studied pesticide. The possibility of the installation of these Biobed systems appears as an answer for the new guidelines recently approved by the government aiming to promote the Responsible Pest Management program included in the specific GAPs already implemented in the country.

Removal and mineralization of imidacloprid in biomixtures

*Gabriel Rodríguez-Castillo, Marvin Molina-Rodríguez, Mario Masís-Mora,
Marta Pérez-Villanueva, Carlos E. Rodríguez-Rodríguez*

Centro de Investigación en Contaminación Ambiental (CICA), Universidad de Costa Rica

Environmental contamination with pesticides is an undesired consequence of agricultural activities. Despite the development of new insecticide molecules, imidacloprid, a chloronicotinyl insecticide, is one of the most widely used pesticides in sugarcane, watermelon, tomato and rice. Imidacloprid has agricultural and ecological importance; it is relatively soluble in water, persistent, has high leaching and runoff potential and is highly toxic to a wide range of aquatic invertebrate species. However, these properties also increase the probability of environmental contamination and exposure to non-target organisms. In particular, bees population are highly sensitive to this pesticide, reason why imidacloprid was recently banned from use in the European Union. Biopurification systems are useful tools to minimize point-source contamination with pesticides. To evaluate the capacity of imidacloprid removal, two different soils pre-exposed to imidacloprid in a watermelon farm in Alajuela, Costa Rica, were used to

prepare two different biomixtures. The matrixes contained soil, coconut fiber (lignocellulosic substrate) and compost at a typical volumetric proportion of 25:50:25. One of the approaches to evaluate imidacloprid degradation in the biomixtures included mineralization of the radiolabeled insecticide. This assay demonstrated the transformation of the pesticide to CO₂ at an extent of 2,56% (biomixture 1), and 1,81% (biomixture 2), after 203 days, corresponding to a mineralization half-life of 9,5 and 21,1 years respectively. Both biomixtures presented higher mineralization than the soil itself (half-life of 23,8 years from soil 1, and 27,1 years from soil 2); this is the first report on imidacloprid mineralization. In a second approach, the elimination of the parent compound was monitored by HPLC-MS/MS in both biomixtures during a period of 228 days. These results permit to continue the optimization of biopurification systems to degrade imidacloprid from contaminated wastewaters.

Keywords: biomixture; toxicity; Insecticides; biopurification system; mineralization; degradation.

Estudo em Biobeds: Isolamento de Fungos Capazes de Degraar Mancozebe

Leticia de Andrade Dias^{1,}; Luciano Gebler²; Vanderlei Candido da Silva²*

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Brasil

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Brasil

³e-mail: leticia_diaas@yahoo.com.br

Biobeds são biorreatores desenvolvidos para promover o tratamento biológico e a adsorção de resíduos de agrotóxicos gerados pela atividade agrícola. Dentre os organismos que compõem sua microbiota, pode-se citar os fungos como responsáveis pela degradação de uma considerável parcela do resíduo. Levando em consideração que essa população é diferente, de acordo com o local em que o biobed for instalado, é importante que sejam realizados estudos in vitro para isolar os organismos que se desenvolvem no reator, para que a partir disso seja possível testá-los quanto a sua capacidade de degradar os agrotóxicos aos quais eles serão expostos no biobed. Este foi o objetivo do estudo, que compõe parte de um projeto com biobeds desenvolvido na unidade da Embrapa presente no município de Vacaria-RS. Nesse projeto pretende-se testar três materiais fontes de lignocelulose diferentes, quanto à sua eficiência no desenvolvimento da microbiota e conseqüentemente no tratamento dos resíduos de agrotóxicos, sendo eles palha de milho, forragem de trigo/aveia e palha de trigo. Para o estudo, realizou-se um monitoramento quinzenal in vitro do desenvolvimento inicial da população de fungos dos

biobeds, logo após sua montagem, em meio de cultura de extrato de malte-ágar. Isso mostrou diferenças ao longo do período de um mês e meio, com um aumento da quantidade de organismos, sendo que ele foi mais acentuado na população da palha de milho. A partir disso foi possível isolar algumas colônias de fungos, das quais selecionaram-se 12 para serem utilizadas em testes in vitro com meio mínimo sólido contaminado pelo fungicida Mancozebe, com o objetivo de verificar o comportamento dos organismos quando em contato com o agrotóxico. Isso permitiu selecionar cinco colônias de fungos que tiveram um melhor desenvolvimento, a partir de medições diárias do diâmetro radial das colônias e do uso destes dados para calcular taxas de crescimento diário e de interferência do Mancozebe nesse crescimento. Entre as colônias foi possível identificar uma espécie de *Trichoderma* spp., e futuramente será realizada a identificação genética das mesmas. O estudo realizado pela estagiária trouxe resultados importantes para o conhecimento das colônias que se desenvolveram nos biobeds e que efetivamente terão a capacidade de degradar agrotóxicos.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

