



## Biofiltros para mejorar la calidad del agua de riego

Francisco Tapia F. Ing. Agrón. M.Sc. La Platina  
José María Peralta A. Ing. Agrón. Ph. D. Carillanca  
Abelardo Villavicencio P. Ing. Agrón. Mg.Sc. Rayentué  
Jorge Riquelme S. Ing. Agrón. Dr. Raihuén

### Contaminación difusa en aguas de riego

La contaminación difusa de las aguas emerge, principalmente como una consecuencia de actividades rurales, agrícolas y silvícolas. Este proceso puede definirse como una alteración de la calidad de las aguas, expresada principalmente, a través del incremento de sólidos en suspensión, de nutrientes y otras sustancias disueltas (sales y compuestos orgánicos) y presencia de compuestos biotóxicos como residuos de plaguicidas.

### Uso de biofiltros para control de contaminación difusa

Un Biofiltro es una asociación vegetal dispuesta en franjas que se ubica a los pies de un potrero de cultivo, en forma perpendicular al avance del agua y paralelo a un desagüe o cauce. Las especies vegetales utilizadas pueden ser árboles, arbustos o pastos, que tienen la propiedad de filtrar contaminantes provenientes de la escorrentía superficial que se produce en los campos de cultivo. Esta asociación se considera como una zona de transición entre la zona de cultivo y un curso de agua, conformando complejos ecosistemas que entregan un hábitat propicio para el buen desarrollo de microorganismos habitantes comunes del suelo que participan en la degradación o retención de contaminantes difusos. En la Foto 1 se muestra la disposición de un biofiltro en el campo.

### ¿Que tipo de contaminantes puede remover?

Estos biofiltros presentan altos niveles de eficiencia para remover contaminantes de tipo difuso, generados por las actividades agrícolas, tales como nutrientes (nitrógeno y fósforo), sedimentos, residuos de plaguicidas y material orgánico entre otros.



Foto 1. Disposición de un biofiltro en el campo.

Un aspecto importante a considerar, es que la eficiencia de estos biofiltros es notoriamente afectada por las prácticas de manejo que se realizan dentro del campo de cultivo, especialmente en lo relativo al movimiento de sedimentos. En efecto, prácticas inadecuadas de preparación de suelos, mal manejo del agua de riego, con aplicación de altos caudales o cultivos que dejan baja cantidad de residuos en el campo durante la época invernal, provocan una mayor susceptibilidad al arrastre de sedimentos, lo que afecta negativamente el nivel de eficiencia de remoción.

En un estudio realizado por INIA, entre los años 2003 al 2007 (financiado por el Fondo SAG), en ocho localidades ubicadas en las regiones del Libertador Bernardo O'Higgins y Del Maule, en la zona central de Chile, se establecieron dos tipos de biofiltros, uno compuesto por pradera, arbustos y/o árboles (BF1) y otro constituido sólo por pradera (BF2). Los resultados demostraron que estas asociaciones son capaces de lograr eficiencias de remoción entre 65 y 93% para sólidos sedimentables y 41 a 80% en sólidos suspendidos. Fig 1.

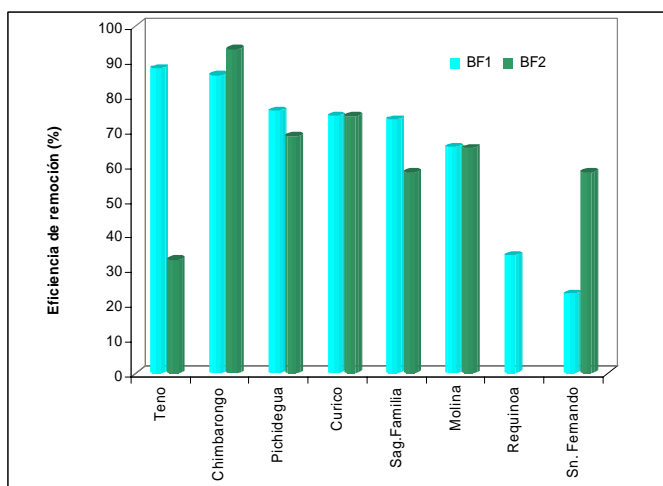


Fig.1. Eficiencia de remoción sólidos sedimentables (%)

Otros contaminantes estudiados fueron algunos plaguicidas residuales aplicados al suelo, como clorpirifos, metolachlor, acetochlor y atrazina, donde la eficiencia lograda en BF1 fluctuó entre 23,4% y 48,6% con un promedio de 35,1 %; mientras que en BF2, la eficiencia fluctuó entre 6,9% y 40,7 %, con un promedio de 30,1%. Las mayores eficiencias se lograron en productos que presentan mayor solubilidad y movilidad en el agua de riego, como Metolacoloro, (figura 2).

En invierno, los niveles de plaguicidas residuales en agua de escurrimiento fue mínima, a nivel de trazas o de "no detección", en un 70% de los muestreos. Plaguicidas no residuales, aplicados al follaje de los cultivos, como propiconazol, triadimefon, diazinon, metidathion, kresoxim metil y dimetoato, mostraron una eficiencia menor, con 26,8% en BF1 y 29,2% en BF2. Para la mayoría de los ingredientes activos, el BF1 fue más eficiente en el abatimiento de estos contaminantes, debido a que está conformado por más de una estrata, con sistemas radiculares de diferente profundidad.

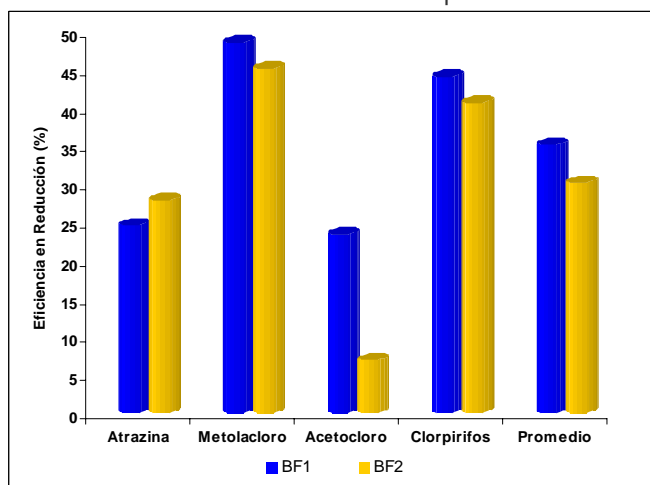


Fig.2. Eficiencia de remoción de plaguicidas, según tipo de biofiltro (%).

Respecto del comportamiento del nitrógeno, se detectó que la concentración de nitratos se incrementa a medida que el agua de riego escurre por el terreno a regar, y

que estas barreras vegetacionales capturan parte del nitrógeno mineral aplicado como fertilizante. Los mayores niveles de nitratos ( $\text{NO}_3$ ) en el agua, se presentan durante primavera – verano, en comparación al invierno. La eficiencia de los biofiltros en la reducción de  $\text{NO}_3$  en el agua superficial, en promedio, no superó el 25%, sin embargo, los niveles de  $\text{NO}_3$ , determinados en el agua subsuperficial, fueron superiores a los encontrados en agua superficial donde los biofiltros alcanzaron una eficiencia promedio de 72%, aspecto de interés dado la movilidad de los nitratos en el perfil del suelo y su potencial contaminante de aguas subterráneas, de alto impacto negativo en la salud humana y animal. Cuadro 1.

Localidad	BF1	BF2
Pichidegua	99,6	99,3
Teno	96,2	2,7
Molina	49,1	0
Sagrada Familia	37	19,1
Curico	81,7	89,7

Cuadro1. Eficiencia de reducción de nitratos desde agua subsuperficial (%). Invierno 2005.

#### Factores que afectan la eficiencia en la remoción de contaminantes por los biofiltros.

La eficiencia de remoción depende de varios factores, entre los más importantes se pueden mencionar:

- Cantidad de sedimento que llega al biofiltro: que está dependiendo del tipo y frecuencia de las labores de preparación de suelos en la zona de cultivo, oportunidad entre la labranza de suelo y la época de lluvias, (mientras más cerca de la labranza una lluvia provoca mayor arrastre de suelo), la intensidad y duración de las precipitaciones y la pendiente.

- Tiempo de retención del agua en el biofiltro: se relaciona con el ancho de la estructura y su composición vegetal, en efecto, anchos de 8 a 15 m demostraron rangos de eficiencia para remoción de sólidos de hasta 93% considerando una mezcla de festuca y ballica perenne como estrata herbácea.

- Uniformidad de flujo del agua de riego: lo ideal es mantener un flujo de tipo laminar que atraviese la zona de biofiltros y evitar la formación de flujos preferentes o canalización del agua en ciertos sectores del biofiltro. Un aspecto importante para lograr esta condición, es tener una alta cobertura de suelo de la estrata herbácea, y mantener una altura de corte del pasto no superior a 15 cm ni inferior a 5 cm, lo anterior ayuda a mantener un flujo de agua de tipo laminar, que al

disminuir su velocidad de avance, permite decantar los sólidos que se encuentran en suspensión.

La foto 2, muestra plena cobertura de la estrata de pasto, compuesta por gramíneas, de tallos erectos y rígidos, (como festuca), que es fundamental para obtener altos niveles de eficiencia de remoción de sólidos y otros contaminantes como nitrógeno.



Foto 2. Cobertura de la estrata herbácea.

Junto a la estrata herbácea se aprecia dos hileras de avellano europeo que componen este biofiltro.(Foto 2) Esta especie ha mostrado una buena respuesta al manejo dentro del sistema, ya que es bastante rústica en cuanto a requerimientos de agua y tolerancia a plagas y enfermedades. Además por su hábito de crecimiento tiende a emitir gran cantidad de brotes laterales desde la base del suelo, lo que es de alta importancia para este sistema que busca oponer resistencia al avance del agua y aumentar el tiempo de retención dentro del biofiltro, para permitir la remoción de la mayor cantidad de contaminantes que se desplazan disueltos en el agua de riego.

En las fotos 3 y 4, se muestra el establecimiento de biofiltros en un cultivo de maíz, que intercepta el flujo de agua antes que abandone el potrero por el desagüe (costado derecho de la foto). Este biofiltro contempla pasto, sauce mimbre y árboles como álamo y eucalipto en su conformación, los que también han tenido una muy buena respuesta al manejo dentro de este sistema.



Foto 3. Biofiltro en un cultivo de maíz



Foto 4. Biofiltro comuna de Pichidegua.

Son especies de rápido crecimiento, resistentes a períodos de exceso o déficit de agua, aspecto de importancia en el manejo de un biofiltro, ya que debe adaptarse a las frecuencias de riego del cultivo principal, de manera de no complicar el manejo general del predio donde se emplazan.

La alta tasa de crecimiento de las especies, se debe en parte a las características propias de éstas y también a la alta disponibilidad de nitrógeno que existe en este predio, donde se riega un cultivo de maíz con agua en mezcla con purines de cerdo, lo que permite recuperar nitrógeno y transformarlo en madera, evitando así la contaminación de aguas superficiales y subsuperficiales. Sistemas como éste son capaces de extraer más de 900 kg de N/há en un año.