

## La depuración de aguas mediante filtros verdes en el medio rural

# El problema de las aguas residuales

Texto: Eduardo de Miguel Beascochea. *Director Fundación Global Nature*

Jesús Fernández González. *Catedrático de Producción Vegetal de la E.T.S de Ingenieros Agrónomos de Madrid*

Las regiones mediterráneas se caracterizan por un clima seco, donde la deficiencia hídrica se acompaña de una gran actividad turística, agrícola e industrial que lucha, constantemente, con las restricciones de agua que esta climatología condiciona. La falta de agua ha obligado, desde muy antiguo, a la reutilización del agua, recuperándola de drenajes de riego y de vertidos domésticos o industriales. En las comarcas más desarrolladas se unen, a la escasez del agua como recurso, los problemas de vertidos tóxicos provenientes de la industria, especialmente conservera y agroalimentaria, los drenajes de cultivos intensivos, tratados con elevadas cantidades de abonos y plaguicidas, y las aguas residuales

domésticas que proceden de multitud de viviendas aisladas o de pequeñas poblaciones que no cuentan con los sistemas adecuados de tratamiento de aguas. La reutilización del agua se hace imposible en estas condiciones, lo que la encarece aún más y obliga a la construcción de más embalses, trasvases o desalinizadoras de agua de mar.

La Directiva Marco del Agua de la Unión Europea establece el 31 de diciembre de 2005 como plazo último para el adecuado tratamiento de las aguas residuales urbanas en poblaciones de más de 2.000 habitantes equivalentes. Se puede hacer frente al problema a través de costosas depuradoras convencionales que requieren de una gran infraestructura, un alto coste de mantenimiento

y un elevado consumo energético junto con una alta especialización del personal que las gestiona. En zonas con escasos recursos, en poblaciones aisladas o en el caso de industrias medianas o pequeñas, estas elevadas inversiones no son siempre posibles.

Para el caso de viviendas aisladas o pequeñas comunidades, se han utilizado habitualmente sistemas de eliminación de vertidos como los pozos negros y fosas sépticas que, además de causar peligrosos accidentes durante los procesos de limpieza, contaminan suelos y acuíferos.

Los tallos y hojas de las macrofitas de los humedales, tales como la enea o espadaña (*Typha* sp.), tienen unos tejidos especializados (aerenquima) por los que conducen el oxígeno del aire y el producido por la fotosíntesis hasta las raíces. Asociada a la rizosfera de estas macrofitas, vive una abundante flora microbiana que utilizando el oxígeno suministrado por las plantas, degrada la materia orgánica de forma natural.



## Los sistemas blandos de depuración de aguas residuales

Sin embargo, es precisamente en los núcleos rurales donde se pueden desarrollar los llamados “sistemas blandos” para el tratamiento de aguas residuales, cuya característica principal es el imitar el proceso de autodepuración de las aguas que las plantas producen de forma natural en lagunas y ríos. Consumen poca energía convencional y son de bajo coste.

Algunos de los sistemas blandos que se utilizan tradicionalmente son el lagunaje, donde el agua residual se vierte sobre una serie de lagunas en las que se produce la depuración, o los filtros verdes, como es el riego sobre superficies herbáceas, o los filtros verdes de especies leñosas, como es el caso de choperas o mimbreras donde se vierte el agua residual. Entre los inconvenientes de estos sistemas destacan los riesgos sanitarios, la contaminación de acuíferos, la presencia de insectos y la generación de malos olores.

Los humedales utilizados para la depuración son otro sistema de blando de depuración. Se pueden clasificar en:

☞ **Sistemas de plantas emergentes de flujo superficial:** utilizan plantas tolerantes al encharcamiento como los carrizos (*Phragmites* sp.), las enneas (*Typha* sp) y algunos juncos, enraizadas en los canales o lagunas de depuración. Dado que en este caso por las raíces circula una escasa cantidad de agua residual, su potencial de depuración es muy restringido.

☞ **Sistema de plantas emergentes de flujo subsuperficial:** similar al anterior, pero utiliza una capa de grava o de suelo por donde circula el agua por gravedad. Se obliga a pasar toda el agua residual por las raíces, lo que incrementa enormemente el rendimiento depurativo. Su mayor inconveniente es la rápida colmatación del terreno con el paso de los años, ya sea por las propias raíces y rizomas o por los sólidos sedimentados. Eliminar los contaminantes significa entonces destruir el sistema.

☞ **Sistema de plantas flotantes:** utilizan especies que son flotantes de forma natural, como las lentejas de agua (*Lemna*, *Wolffia*, *Spirodela*) el helecho (*Azolla* sp.) o el jacinto de gua (*Eichornia crassipes*). Tienen la ventaja de que el contacto entre las raíces y el agua residual es total y presenta una gran superficie. Sin embargo, estas especies no alcanzan un gran tamaño y su producción de biomasa es limitada, lo cual reduce su valor depurativo absoluto.

## Los Filtros mediante Macrofitas en Flotación

El sistema de depuración mediante Macrofitas en Flotación es una nueva técnica capaz de lograr el tratamiento de las aguas residuales utilizando plantas de tipo emergente transformadas artificialmente en flotantes. La novedad del sistema consiste en conseguir que plantas que naturalmente se encuentran enraizadas en el fondo de los cursos de agua o en sus orillas, se desarrollen y lleguen a completar su ciclo vital flotando en canales impermeabilizados. Este sistema elimina parte de los inconvenientes de los sistemas flotantes y de las macrofitas emergentes enraizadas.

Este tipo de filtro es capaz de realizar un tratamiento secundario y terciario del agua residual, eliminando no sólo la materia orgánica, sino también fósforo y nitrógeno. Al crecer flotando, estas especies forman una densa esponja de raíces y rizomas que ocupan todo el volumen del vaso (laguna o canal), y obligan a que el agua circule por esta maraña de vegetación, que actúa a su vez de soporte de los microorganismos que degradan la materia orgánica. Las plantas deben ser en lo posible autóctonas de la región. Se disponen de tal forma que sus raíces, rizomas, y parte del tallo, se encuentran sumergidos. Hasta la fecha se ha trabajado especialmente con carrizos (*Phragmites* sp.), esparganios (*Sparganium* sp.), juncos (*Scirpus*, *Schoenus*), lirio de agua (*Iris pseudocorus*) y espadañas o enneas (*Typha* sp.).

Las ventajas del sistema FMF son:

☞ Economía en el mantenimiento y facilidad de implantación.

☞ La vegetación del filtro “digiere” los fangos, lo que evita el problema de generación de este tipo de residuos.

☞ Mayor rendimiento de depuración que otros sistemas de filtración “verdes” o “blandos”, ya que todo el sistema radicular está bañado por el efluente y todo el efluente circula por la malla depuradora.

☞ Facilidad de cosecha de la biomasa, tanto aérea como sumergida. La renovación del sistema no implica su destrucción como en el caso de filtros con plantas enraizadas.

Por otra parte, una vez estabilizado el sistema, se produce una gran cantidad de biomasa, que debe ser retirada mediante cortes periódicos para que el sistema siga bombeando nutrientes. Esta biomasa alcanza los 2,23 kg/m<sup>2</sup> de materia seca anual de la parte aérea para el caso de la ennea (*Typha latifolia* L.), que puede ser utilizada en alimentación ganadera o con fines energéticos (un metro cuadrado de canal produce igual poder calorífico que un litro de petróleo). También se almacenan anualmente 1 kg/m<sup>2</sup> de azúcares y almidón en los rizomas, que podrían ser utilizados en la producción de etanol)

El sistema ha sido desarrollado por el Departamento de Producción Vegetal: Botánica de la E.T.S. de Ingenieros Agrónomos de Madrid y está patentado por la Universidad Politécnica de Madrid. La empresa AENA (Aeropuertos Nacionales y Navegación Aérea) ha instalado ya varios filtros con este sistema en los aeropuertos de Madrid-Barajas, Alicante, Reus, Zaragoza y Fuerteventura.

La Fundación Global Nature, con el apoyo del programa LIFE, de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, y del Ayuntamiento de Villacañas, ha finalizado la construcción de un FMF en Villacañas (Toledo) para el tratamiento terciario de las aguas que salen de la depuradora de esta población. Estas aguas alimentan la llamada “Laguna Larga” de este municipio. Aunque

el sistema actual de depuración funciona adecuadamente, y los niveles de nitrógeno y fósforo aportados a la laguna son relativamente bajos, era necesaria una disminución de los mismos para la mejora total de las aguas de la laguna, fuertemente eutrofizadas. La mejora de la calidad de las aguas de la laguna ha permitido que numerosas especies hayan recolonizado la laguna o que hayan incrementado sus efectivos en ella.

Próximamente se tiene prevista la construcción de otro filtro de este tipo en el municipio de Villarrubia de los Ojos (Ciudad Real) para el tratamiento terciario de las aguas que su estación depuradora vierte al Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel, y disminuir así la eutrofización de sus aguas.

La Comisión Europea, a través del Programa Europeo LIFE-Medio Ambiente, ha concedido al Ayuntamiento de Lorca (Murcia), el 50% de cofinanciación de un proyecto

para la creación de 7 prototipos de filtros verdes mediante esta nueva técnica. Son socios del mismo la Universidad Politécnica de Madrid, inventora del sistema, y la Fundación 2001 Global Nature. El proyecto LIFE ha financiado la construcción de:

☞ Tres filtros en tres pequeños núcleos de población aislados del casco urbano central del municipio de Lorca: Doña Inés (149 habitantes), Avilés (394 habitantes) y Coy (501 habitantes)

☞ Dos filtros en dos viviendas unifamiliares, y otro más en el Centro de Interpretación que posee la Fundación Global Nature en la Sierra de Almenara (Diputaciones de Purias y La Escucha)

☞ Un filtro en una instalación porcina del término de Lorca, como prototipo para la depuración de purines con este nuevo sistema.

El proyecto ha financiado la celebración de un curso sobre filtros de macrofitas en flotación para téc-

nicos de empresas, ayuntamientos y de la Administración general. Entre los días 20 y 22 julio de 2005, está prevista la celebración de un Congreso Internacional sobre Fitodepuración, que también tendrá lugar en Lorca. Finalmente, el proyecto prevé también la elaboración de un manual de construcción y gestión de este tipo de filtros.

Los filtros verdes de macrofitas en flotación, gracias a su mínimo gasto energético, alta efectividad y economía de mantenimiento, junto con la producción de biomasa vegetal, ayudan a la consecución de los objetivos incluidos en el Protocolo de Kyoto y la Directiva Marco del Agua. Además, bien planificados y gestionados por ayuntamientos y entidades especializadas, que aprovechen esos espacios húmedos con fines recreativos y didácticos, pueden ser también instrumentos e iniciativas de desarrollo rural y creación de empleo. ☞

Vista de un canal de depuración con macrofitas en flotación (sistema FMF) en las instalaciones de la depuradora del Aeropuerto de Alicante.

