

## Minimización de los impactos de la ganadería. Tratamientos del purín y reutilización

Caballero A.,<sup>(1)</sup> Faz A.<sup>1</sup>, Bautista Lobera J.<sup>(2)</sup>, Palop, A.<sup>(3)</sup>

(1). Grupo de Investigación en "Gestión, Aprovechamiento y Recuperación de Suelos y Aguas. Departamento de Ciencia y Tecnología Agraria. Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52-30203 Cartagena-España. Teléfono: 968 325764.968 325634 E-mails: angel.fazcano@upct.es - ana.caballero@upct.es

(2) Departamento de Ganadería y Acuicultura. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario. C/.Mayor, s/n-30150 La Alberca (Murcia) Phone: 968 366799 E-mail: juanb.lobera@carm.es .Teléfono: 968 325764.

(3) Departamento de Ingeniería de los Alimentos y Equipamiento Agrícola Universidad Politécnica de Cartagena. Paseo Alfonso XIII, 52-30203 Cartagena-España. Teléfono: 968 325762. E-mails: alfredo.palop@upct.es

### ABSTRACT

In this study, wastewater from farms was treated using constructed wetlands, in a experimental farm, CIFEA, located in Lorca (Murcia), which is an important pig production area (southeast Spain). We have used horizontal sub-surface flow constructed wetlands with *Phragmites australis*, adapted to the semiarid climate of the area. We have obtained important removals of electrical conductivity by 28%, total suspended solids by 93%, sedimentable solids by 100%, chemical oxygen demand by 87%, total phosphorus by 85%, copper by 92%, zinc by 94% and total nitrogen by 81%.

**KEY WORDS:** Horizontal sub-surface flow constructed wetland, *Phragmites australis*, pig slurry, wastewater.

### INTRODUCCIÓN

La problemática del purín, consecuencia del volumen generado dentro de cada explotación, se incrementa debido a la ausencia de tierras agrícolas disponibles próximas a las zonas productivas. Por esta razón, las explotaciones deberían ajustar sus sistemas productivos, tratando de minimizar la cantidad de residuos y subproductos generados, abaratando de este modo sus gestiones en los tratamientos posteriores y contribuyendo a conservar el medio ambiente. La forma más natural de eliminación de los purines que se generan en las granjas, es la incorporación directa al suelo agrícola, en una proporción adecuada para evitar problemas de contaminación. Para realizar esta práctica, con las debidas garantías de protección ambiental, hay que seguir la normativa establecida según la directiva del Consejo de la Comunidad Europea UE 91/676/CEE de 12 de diciembre de 1991, desarrollada en España a través del Real Decreto 26/1996 de 16 de febrero (BOE nº 61 de 11 de marzo), sobre la base del "Código de Buenas Prácticas Agrarias", para evitar la contaminación de las aguas por efecto de los nitratos procedentes de las actividades agropecuarias. Para el porcino, la cantidad máxima de purín que podría ser incorporado anualmente al suelo, suponiendo un contenido medio de 4,5 kg N/m<sup>3</sup> en el mismo, varía entre 38 y 47 m<sup>3</sup> /ha. En la actualidad existen infinidad de sistemas de gestión o tratamientos de purines que permiten reducir su volumen así como su carga contaminante. Son de destacar, aquellos métodos de gestión más utilizados que permiten un aprovechamiento y valorización mediante sistemas lo menos agresivos posibles y, en cierto modo, beneficiosos para el entorno. Entre ellos se encuentra: la utilización directa de los purines en el abonado de suelos (valorización agronómica), separación mecánica de fases para reducir volumen y posterior aplicación en suelos como enmiendas (fase sólida) o en el sistema de riego (fase líquida), tratamientos biológicos (digestión aeróbica y/o anaeróbica), compostaje, plantas de cogeneración, etc. (González, 2003). La idea más recomendable es que, dentro de las

posibilidades de cada explotación, exista una alternativa viable para cada caso. De este modo, una de las elecciones más económicas, es la valorización agronómica, siempre y cuando se disponga de suficiente superficie agraria útil y se aplique de forma controlada (Daudén y Quilez., 2003).

Los humedales construidos actúan como un sistema de tratamiento de aguas residuales y consisten en un mono o policultivo de plantas macrófitas dispuestas en lagunas, tanques o bien canales poco profundos. Algunas plantas emergentes o macrófitas son, espadañas, carrizos o juncos, entre otras. El influente empleado en los humedales construidos está previamente tratado a través de varios procesos; es decir, este tipo de tratamiento es considerado como un tratamiento secundario o mejor terciario. La vegetación del humedal proporciona superficies para la formación de películas bacterianas, facilitando la filtración y la adsorción de los constituyentes del agua residual, permitiendo la transferencia de oxígeno a la columna de agua (el oxígeno necesario para estos procesos es suministrado por la propias plantas del humedal, que lo forman por fotosíntesis o lo toman del aire y los inyectan hasta la zona radicular). Esta transferencia de oxígeno hacia la zona radicular, por parte de las plantas es un requisito imprescindible para que la eliminación microbiana de algunos contaminantes se realice con eficacia, estimulando además la degradación de la materia orgánica y el crecimiento de bacterias nitrificantes y controlando el crecimiento de algas y por consiguiente su eutrofización, ya que limitan la penetración de la luz solar. Las plantas juegan un papel fundamental en estos sistemas, ya que, además de airear el sistema y eliminar contaminantes, asimilándolos directamente en sus tejidos, sus raíces y rizomas, proporcionan una extensa superficie para posibilitar el crecimiento bacteriano y permitir la filtración de sólidos en suspensión. La selección de las especies vegetales se debe realizar de acuerdo a la adaptabilidad de las mismas al clima local, a su capacidad de transportar oxígeno desde las hojas hasta la raíz, su tolerancia a concentraciones elevadas de contaminantes, a su capacidad asimiladora de los mismos, su tolerancia a condiciones climáticas diversas, a su resistencia a las plagas y enfermedades y a su facilidad de manejo.

El objetivo principal de esta experiencia es conseguir la depuración de la fase líquida, del purín de cerdo, mediante humedales artificiales de flujo horizontal subsuperficial, con *Phragmites*. De esta forma se pretende, que el efluente ya depurado pueda ser utilizado como agua de riego sin que provoque problemas medioambientales.

## MÉTODOS

### Experimental

El sistema de depuración de efluentes porcinos ha sido construido en el CIFEA, perteneciente al término municipal de Lorca (Murcia- España). Esta explotación cuenta con un sistema de gestión de estiércoles basado en la separación de fases mediante un dispositivo mecánico, dotado con un sistema de aireación y de un espesador de fangos. Se construyeron 6 humedales artificiales de flujo sub-superficial horizontal, rellenos de dos tipos de grava de tamaño y espesores diferentes y una capa superficial de arena, 3 de los 6 humedales artificiales (identificados como el 4, 5 y 6) y los otros tres, (identificados como el 1, 2 y 3) con un tipo de grava (la más gruesa) y todos ellos con una capa superficial de arena, tal como se observa en el esquema siguiente. Por otro lado, se ha utilizado diferente densidad de plantación, en los humedales 1 y 4 ausencia de *Phragmites australis*, en los humedales 2 y 5, 5 plantas por metro cuadrado y en los humedales 3 y 6. De esta forma, se ha podido trabajar a diferentes condiciones de operación con el objetivo de ver cuales son las más óptimas en cuanto a rendimiento de eliminación.

En la figura 1, se distinguen cada tipo de muestra por diferentes letras. A: Purín bruto de la fosa subterránea. B: Purín líquido después de ser tratado mediante un separador sólido. C: Purín líquido después de ser tratado mediante un espesador de fangos. D: Purín líquido después del proceso de decantación. Este tipo de muestra es la que se ha usado para el riego de los diferentes humedales artificiales. El efluente ya depurado a la salida de cada humedal se identifica con las letras E, F, G, H, I o J, dependiendo de que humedal estemos

tratando, correspondiendo según el orden anterior, a los humedales artificiales identificados como 1, 4, 2, 5, 3 o 6 respectivamente. Y finalmente, los efluentes depurados de todos los humedales artificiales se mezclan en la balsa central, la muestra de este punto se identifica con la letra S.

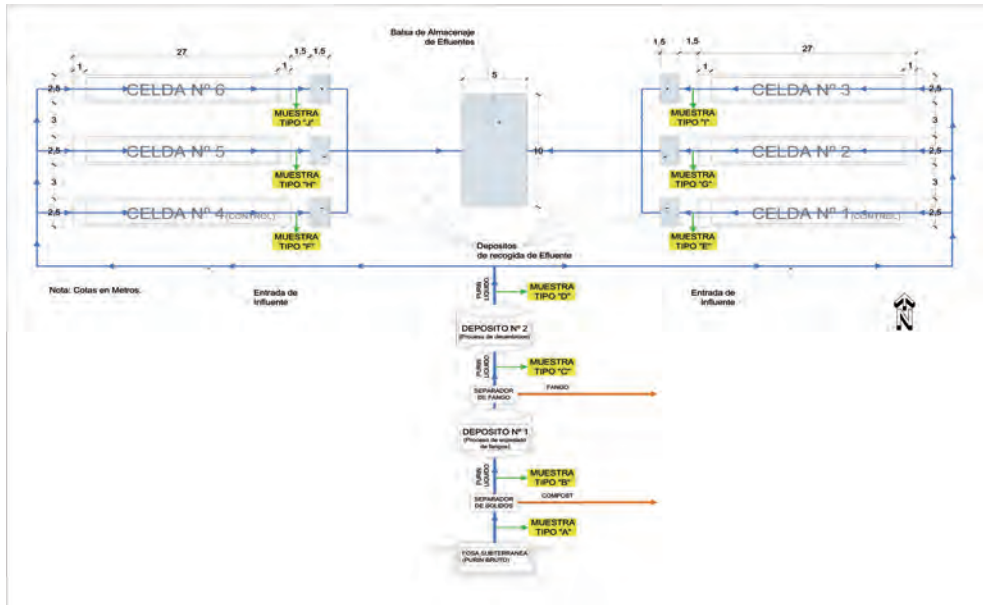


Figura 1. Sistema de depuración de purines de cerdo.

### Análisis

Las variables analizadas han sido las siguientes según APHA-AWWA-WPCF (1992), DIN, 1980: Temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos en suspensión (mediante un filtro estándar de fibra de vidrio Whatman 934-AH, tamaño de retención de partículas de 1,5 µm, y secado a 103-105 °C), sólidos sedimentables (mediante cono de Imhoff), DBO<sub>5</sub>, demanda bioquímica de oxígeno (mediante uso del equipo de oxitop), DQO, demanda química de oxígeno (medida con fotómetro modelo PF-11 mediante tests Nanocolor), Nitrógeno total Kjeldahl, amoniacal y orgánico (siguiendo el método Kjeldahl), Fósforo (medido con fotómetro modelo PF-11 mediante tests Nanocolor), cationes: sodio, potasio, magnesio, calcio. Aniones: cloruros, bromuros, sulfatos (cromatografía de intercambio iónico equipo Dionex DX con detector electroquímico ED40), cobre y cinc (espectrofotómetro de absorción atómica de llama), recuento total de microorganismos aerobios mesófilos (en agar TSA, con incubación a 31 ± 1 °C/ 72 horas), Coliformes totales (en caldo lactosado bilingüe con verde brillante al 2% (BGBL), por la técnica del NMP, con incubación a 30°C / 24-48 horas), Coliformes fecales (por siembra de los tubos positivos de los coliformes totales en BGBL, por la técnica del NMP, con incubación a 44,5 °C / 24-48 horas), *Streptococcus* fecales (del grupo D de Lancefield): (mediante siembra en caldo de kanamicina-aesculina-azida (KAA) y confirmación con siembra en placa), *Salmonella* y *Shigella*, (presencia/ausencia en 25 g o mL de muestra mediante enriquecimiento selectivo en Caldo Selenito Cistina, aislamiento en medio sólido selectivo y confirmación con pruebas bioquímicas (Galería API 20E)), *Escherichia coli* (por confirmación de los coliformes fecales positivos mediante pruebas bioquímicas).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema de depuración de humedales artificiales no ofrece cambios bruscos de pH en el efluente; se mantiene ligeramente básico, en torno a 7,15, rozando la basicidad. La

conductividad eléctrica del purín a la salida de los humedales ha disminuido hasta un valor de 7,31 dS/m. Los resultados obtenidos son por el momento satisfactorios pues se consigue un descenso de salinidad en el purín. No obstante, aún nos encontramos ante un agua de riesgo pues supera los 3,5 dS/m. En el purín de entrada se ha obtenido una media de sólidos sedimentables de 286,4 mL/L, y mediante el tratamiento primario-secundario se consigue eliminar al 100 % todos los sólidos sedimentables. De otro modo, se ha conseguido una eliminación de sólidos en suspensión del 93 % y el 28 % de sólidos totales disueltos. La mayor variación de potencial se ha producido debido a la actividad metabólico-fotosintética de *Phragmites australis*. Se produce una disminución de la demanda bioquímica y química en cada uno de los humedales, siendo el total del 87 %. En todos los humedales se está produciendo una gran disminución del contenido en fósforo, con rendimientos de 85 %. El rendimiento total de eliminación de nitrógeno total de todo el tratamientos ha sido del 81 %; de nitrógeno amoniacal ha sido del 80 % y nitrógeno orgánico ha sido del 87 %. De otro lado, las concentraciones de nitrógeno -nitrato obtenidas en el efluente depurado mediante este sistema de depuración, no superan los límites establecidos por la legislación 50 mg/L, no suponiendo un riesgo de contaminación su uso como agua de riego. Se ha obtenido un porcentaje de eliminación del 92 % en cobre y para el caso del cinc del 95 %. En cuanto a los iones, de forma general, los rendimientos obtenidos no son especialmente buenos. Para el tratamiento terciario, se observa que los únicos iones que disminuyen son el bromuro y el calcio en un 71 y 30 % respectivamente. En cuanto a los resultados microbiológicos se han encontrado valores muy por debajo de los esperados. Se trata de un efluente con poco riesgo sanitario, pues no se han presentado la mayoría de las bacterias patógenas que por la naturaleza del purín podría contener, consiguiéndose rendimientos en bacterias aerobias mesófilas, coliformes totales, coliformes fecales, estreptococos fecales del 15 %, 77 %, 60 % y 57 % respectivamente, y ausencia de *Salmonella* y *Shigella*, *E.Coli*.

## CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, teniendo en cuenta la variable más importante por legislación, vemos que en el purín de salida se ha reducido el contenido medio de nitrógeno, obteniendo después de todos los tratamientos una concentración media de 280,5 mg/L, o lo que es lo mismo 0,2802 kg N/ m<sup>3</sup>, por lo que comparado con la media de 4,5 kg N/ m<sup>3</sup>, es unas 16 veces menor al límite establecido. Por tanto, el uso de humedales artificiales, permite aumentar la cantidad de purín que podría ser incorporado anualmente al suelo y en función al tipo de cultivo, siendo para este caso concreto entre 608 y 752 m<sup>3</sup> /ha.,

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a La Dirección General de Modernización de Explotaciones y Capacitación Agraria, de la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia.

## REFERENCIAS

- ❖ APHA, AWWA y WPCF. 1992. "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 20th edition. Washington, DC. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation.
- ❖ Daudén, A. y Quílez, D., 2003. Purines como fertilizantes agrícolas. Albéitar nº 62 (Enero-Febrero). Suplemento Especial.
- ❖ DIN, 1980, German Standard Methods for the Examination of Water, Wastewater.
- ❖ González, B., 2003. Porcino y purín: Situación actual. Albéitar nº 62 (Enero-Febrero). Suplemento Especial.
- ❖ RD 26/1996 de 16 de febrero (BOE nº 61 de 11 de marzo), sobre la base del "Código de Buenas Prácticas Agrarias", para evitar la contaminación de las aguas por efecto de los nitratos procedentes de las actividades agropecuarias.