

# Aprovechamiento agronómico de los lodos de depuradora

La aplicación como fertilizante de fangos en terrenos agrícolas supone una alternativa rentable para el agricultor y soluciona el problema de su eliminación

Texto: *José Ignacio Fernández Alcázar*. Sección de Estadística y Estudios  
Fotografías: *Ch. Díez*

Actualmente sólo el 6% de los lodos se somete a proceso de compostaje.

## ¿Qué son?

Los lodos de depuradora son productos generados en el tratamiento de depuración de las aguas residuales urbanas, domésticas y de industrias agroalimentarias, incluyendo también los fangos producidos en fosas sépticas.

La Rioja cuenta con 175 instalaciones de tratamiento de depuración de aguas, de las cuales 79 son EDAR (Estación de depuración de aguas residuales) y 96 corresponden a fosas sépticas. Según los datos proporcionados por el Consorcio de Aguas y Residuos, en el año 2016, se generaron en La Rioja 38.000 toneladas de lodos en materia húmeda que han sido el equivalente a 5.600 toneladas en materia seca. Estas cantidades originadas son un problema para la sociedad riojana a la hora de gestionarlas y eliminarlas. Según la normativa, el destino de estos materiales residuales puede ser:

- Aplicación directa en agricultura
- Compostaje
- Transporte a vertedero controlado

En nuestra región, el principal destino de los fangos de las estaciones de depuración es su utilización directa para uso agrario y el porcentaje que se composte sobre el total es de momento solo un 6%, con la idea de que cada año se vaya aumentando este porcentaje (gráfico 1).

Las cantidades generadas de lodo procedentes de procesos de depuración de aguas se han mantenido uniformes durante estos últimos años en La Rioja, como puede observarse en los datos aportados en el cuadro 1.

La EDAR de Logroño recoge las aguas residuales de los municipios del medio y bajo Valle del Iregua. Los fangos producidos por esta depuradora suponen la tercera parte en húmedo de los lodos de depuradora de La Rioja y un 40% si los convertimos a toneladas de materia seca (cuadro 2). Las depuradoras que retiran los lodos con menor proporción de humedad son las de Logroño, Calahorra y Haro y, entre ellas, producen casi las dos terceras partes de los lodos transformados en materia seca de La Rioja.

Una de las particularidades de la EDAR de Logroño es que ha complementado su proceso de depuración de aguas con una planta de higienización de fangos, en la

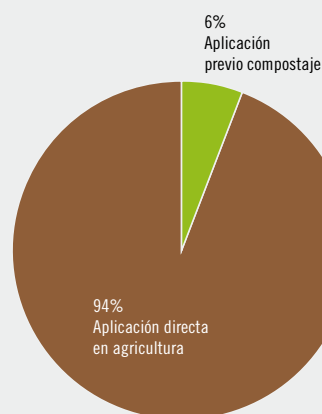
que también se llegan a alcanzar temperaturas en torno a los 70 °C, por lo que se eliminan los patógenos que pudieran suponer cualquier riesgo de contaminación.

## Destino de los lodos

Cuando se depuran las aguas residuales urbanas se generan unos fangos que, tras su tratamiento en planta, producen lodos con un 80-85% de humedad, que pueden reciclarse para su uso en el sector agrario como enmienda orgánica y materia fertilizante, siempre que cumplan unas condiciones dentro de su composición, especialmente su contenido en metales pesados.

Si cumplen las condiciones para poder aplicarse en tierras con fines agrarios, entonces, los lodos salen de la depuradora

Gráfico 1. Destino de los lodos de depuradora en La Rioja



Cuadro 1. Evolución de la generación de residuos en forma de lodo de las EDAR

Año	Producción de lodos (t materia seca)	Producción de lodos (t en húmedo)
2010	5.335	33.140
2011	5.413	35.073
2012	5.585	37.198
2013	5.135	35.092
2014	5.227	33.346
2015	5.431	35.161
2016	5.566	38.039

Fuente: Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja.

Cuadro 2. Producción de lodos de las EDAR de mayor volumen de La Rioja

Municipio	Producción de lodos (t materia húmeda) Año 2016	% de los lodos producidos en La Rioja en mat. húmeda	Producción de lodos (t materia seca) Año 2016	% de los lodos producidos en La Rioja en mat. seca	% sequedad
Logroño	12.628	33,2%	2.272	40,8%	18,0%
Calahorra	3.733	9,8%	726	13,0%	19,4%
Haro	2.644	7,0%	518	9,3%	19,6%
Alfaro	2.171	5,7%	376	6,8%	17,3%
Nájera	1.733	4,6%	266	4,8%	15,3%
Fuenmayor	1.610	4,2%	272	4,9%	16,9%
Arrúbal	1.411	3,7%	172	3,1%	12,2%
Aldeanueva	783	2,1%	128	2,3%	16,3%
Otros	11.326	29,8%	836	15,0%	7,4%
<b>Total</b>	<b>38.039</b>	<b>100,0%</b>	<b>5.566</b>	<b>100,0%</b>	<b>14,6%</b>

Fuente: Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja.



Esparcidor de lodos en una finca de cebada en Rioja Media.



Aplicación de lodos en una viña. / Consorcio de Aguas y Residuos de La Rioja

y pueden ir directamente a unos contenedores y de allí se llevan a campo o son almacenados en unos silos con mayor capacidad de volumen para, posteriormente, descargarlos en el camión y transportarlos a la parcela donde se van a aplicar. Una vez en la parcela, se reparten con un esparcidor antes de que transcurran 20-30 días, tiempo máximo que pueden estar acumulados en la finca. Aquí es donde acaba la labor del Consorcio, no sin antes solicitar al agricultor que los incorpore en el suelo mediante un pase de cultivador.

Por lo tanto, los lodos de depuradora solo pueden ser utilizados en la fertilización de tierras agrarias si se ha realizado un tratamiento previo mediante un pro-

cedimiento adecuado para que no exista ningún riesgo sanitario por su uso, y si además cumplen un requisito en cuanto a su composición.

Hace 15 años no era fácil aplicar los lodos de depuración en el campo riojano. El agricultor era muy reticente, ya que tenía muchas dudas sobre los lodos: ¿realmente serán buenos?, ¿si proceden de aguas residuales, no tendrán algún contaminante?, ¿presentarán problemas en mi cultivo, deteriorando el suelo?, ¿no es raro que los lleven a la finca y me los esparzan sin pagar nada? Estas eran algunas de las preguntas que se hacían los agricultores. Hoy en día, después de los resultados conseguidos y el ahorro que

supone aplicar este material fertilizante, existe lista de espera para poder utilizar estos lodos como enmiendas y abonos en parcelas, con uso principal de cereal como cultivo más beneficiado.

En general, los suelos agrarios de La Rioja son pobres en materia orgánica, por ello es de gran interés el uso de productos con altos porcentajes en materia orgánica, como son el estiércol y los lodos de depuradora, para mejorar las propiedades físicas y biológicas del suelo y favorecer su capacidad de intercambio catiónico. Los lodos procedentes de depuradoras de aguas residuales de origen urbano gozan de un contenido alto en materia orgánica (M.O.), que varía entre el 40% y el 80%, dependiendo de su procedencia y del tratamiento realizado.

La principal limitación que pueden presentar los fangos de depuradora para su uso agrícola es su contenido en metales pesados (cadmio, cobre, níquel, plomo, cinc, mercurio y cromo). Sin embargo, en La Rioja, se vigila este aspecto de forma minuciosa y se puede afirmar que hasta la fecha no se ha dado ningún problema por concentración de elementos de metales pesados en los lodos. Esto se debe principalmente a que nuestra región no cuenta con industrias con actividades que puedan generarlos en cantidades suficientes para sobrepasar los contenidos en metales pesados permitidos por ley.

Los cultivos que reciben estas aplicaciones son principalmente cebada y trigo, algo de viña y girasol. La mayor parte de los lodos son aprovechados por los cultivos cerealistas, cuya coyuntura económica lleva a que los márgenes de beneficios por hectárea sean mínimos, pero que, gracias a estas aportaciones de los fangos, amortiguan parte de los costes que debieran desviarse a la compra de abonos.

En viña, de media, se están aportando en torno a las 20-25 t de lodo y, en cereal, sobre las 40-50 t por hectárea. No se repite al año siguiente sobre la misma parcela, aunque se podría porque los contenidos de metales pesados en el fango son mínimos.

La mayor parte de las demandas de los lodos de depuradora tienen lugar durante los meses de septiembre a diciembre, an-

**Cuadro 3.** Datos de los análisis químicos de los lodos de depuradora

	EDAR LOGROÑO	EDAR CALAHORRA	Valores límite. Suelos pH>7
Humedad %	81,90%	81,80%	
pH - 1/5 (en agua)	7,8	7,5	
Materia orgánica (% s.m.s.)	68,30%	68,60%	
Relación C/N	6,2	5,9	
Nitrógeno (% N s.m.s.)	6,41%	6,71%	
Fósforo (% s.m.s.)	3,65%	2,95%	
Potasio (% s.m.s.)	0,35%	0,36%	
Cadmio (p.p.m. s.m.s.)	1,04	0,87	40
Cobre (p.p.m. s.m.s.)	260	352	1.750
Niquel (p.p.m. s.m.s.)	45	40	400
Plomo (p.p.m. s.m.s.)	79,1	41,6	1.200
Cinc (p.p.m. s.m.s.)	2.391	934	4.000
Mercurio (p.p.m. s.m.s.)	0,997	0,597	25
Cromo (p.p.m. s.m.s.)	174	51	1.500

tes de la siembra del cereal. En ocasiones, debido a las precipitaciones de otoño e invierno, la maquinaria no puede entrar en las parcelas para esparcir los lodos. Por ello, para las dos EDAR que más lodos generan (Logroño y Calahorra), se construyó una planta de almacenamiento temporal en Ausejo para cubrir estos periodos en los que los lodos no se pueden echar en las fincas y acumular allí los residuos a la espera de que la humedad del suelo permita la entrada de maquinaria en las parcelas. Esta planta tiene una capacidad para almacenar unas 4.000 t de fangos, que, cuando la climatología lo permite, se aplican a parcelas cercanas con el fin de ahorrar en transporte. La planta, con una superficie de 4.500 m<sup>2</sup>, presenta tres departamentos que se gestionan de forma independiente, con sus caídas de lixiviados en tres balsas de recogida separadas.

La aplicación de los lodos de depuradora en nuestros campos ayuda a aumentar el contenido en materia orgánica de los suelos, además de aportar nutrientes necesarios para los cultivos, principalmente nitrógeno. Con ello se consigue disminuir el empleo de abonos químicos, con la reducción de costes que ello conlleva, ya que, actualmente, tanto los lodos como el transporte y su posterior reparto no tienen ningún coste para el agricultor. Además, estos lodos procedentes de materia orgánica también presentan la ventaja de

amortiguar la contaminación por nitratos de las aguas subsuperficiales, ya que la liberación del nitrato se realiza de forma más progresiva que en los abonos químicos.

El fango que sale de las EDAR se analiza como mínimo cada tres meses y se ha observado que las analíticas de lodos son muy estables a lo largo del tiempo.

Los análisis de los lodos generados en La Rioja (ver cuadro 3) presentan riquezas medias de nitrógeno del 6% sobre materia seca, en fósforo del 3% y en potasio del 1%. Es importante conocer la relación C/N de los lodos generados, ya que si es menor de 20, es mayor la velocidad de

descomposición; y si la relación C/N es superior a 20, el proceso de descomposición es lento, lo que provoca cierta inmovilización de N. En los lodos generados en las EDAR de Logroño y Calahorra, la relación se encuentra en torno a 6.

Si se tiene en cuenta la concentración de metales pesados en los lodos (principalmente el cinc), la cantidad de lodo a aplicar no debiera sobrepasar las 200 t de materia húmeda por hectárea; sin embargo, esta cantidad está lejos de las 40-50 t/ha que se aplican por término medio en los cultivos de cereal, calculadas en base a sus necesidades de nitrógeno.

## Trámites que debe seguir un agricultor para la aplicación de lodos

1. El agricultor muestra a la EDAR su interés por utilizar lodos de depuradora para aplicar como fertilizantes en fincas de su explotación
2. Se le mantiene en lista de espera
3. Se recoge una muestra del suelo de la parcela a aplicar y se analiza
4. El técnico realiza un cálculo de la dosis a aplicar
5. Se transportan los lodos a la finca y se depositan en un montón (no más de tres semanas)
6. Se esparcen los lodos homogéneamente en la finca
7. El agricultor labra la parcela para envolver los lodos con el suelo
8. El agricultor debe conservar toda la documentación aportada por la EDAR (cantidad aplicada, analíticas, etc.) para el cumplimiento de la condicionalidad y que, en caso de control, no se vean reducidas las ayudas que percibe de la PAC

## Compostaje

En La Rioja coexisten dos plantas de compostaje de lodos de depuradora ubicadas en las EDAR de Calahorra y de Nájera, y su destino final es el empleo en cultivos de invernadero, huertos, parques y jardines. Con el compostaje se pretende acelerar el proceso de fermentación de la materia orgánica de forma controlada, así se obtiene un producto orgánico estabilizado que se usa como enmienda orgánica y fertilizante. La duración del proceso de compostaje es de alrededor de 6 meses.

En el compostaje, a los lodos deshidratados se les añade un estructurante a base de paja de cereal y restos de podas de los jardines, para que la mezcla esté oxigenada y favorecer así una estabilización del lodo mediante la descomposición aerobia, alcanzando el producto temperaturas cercanas a los 75°C. De esta forma,

se consigue la eliminación de cualquier riesgo sanitario por patógenos, logrando un compost de calidad.

El fango revuelto con el estructurante se coloca en pilas de unos tres metros de altura y se va mezclando una vez a la semana con una volteadora. De forma continua se miden los parámetros de humedad y temperatura.

El proceso de maduración dura entre 2-3 meses, y la mezcla aporta ácidos fúlvicos que son los que dan la calidad al compost elaborado.

Por último, se criba el compost con una tamizadora que retira la parte estructurante, que posteriormente vuelve a ser reutilizada en el proceso.

Los compost que salen de estas plantas son de clase B (Nájera) y clase C (Calahorra). Esta clasificación se realiza en función de su contenido en metales pe-

sados. Según el anexo V del Real Decreto 824/2005 sobre productos fertilizantes, el compost de clase C no puede aplicarse sobre suelos agrícolas en dosis superiores a 5 toneladas por hectárea y año, por eso la mayoría de este producto es utilizado para parques y jardines. Uno de los objetivos planteados a corto plazo por la EDAR de Calahorra es conseguir elaborar compost de clase B.

Con la aplicación del compost a los suelos se mejoran las propiedades físicas y ayuda a aumentar la actividad microbiana beneficiosa para el suelo y las plantas, además de aportar nutrientes que se liberan lentamente, reduciendo posibles problemas de lixiviación de nitrógeno que puedan presentarse, sobre todo en zonas designadas como vulnerables por la concentración de nitratos en aguas subterráneas.



## Proyecto Phorwater

El proyecto PHORWater, enmarcado dentro del programa de financiación LIFE+ de la Unión Europea, busca concienciar a la sociedad del problema medioambiental del fósforo y promover su recuperación en los tratamientos de aguas residuales.

El proyecto se ha llevado a cabo en la EDAR de Calahorra. En PHORWater, el fósforo presente en el agua afluyente a las EDAR es eliminado biológicamente del agua, concentrado en los lodos generados y, luego, extraído de los fangos para su recuperación como estruvita mediante cristalización. Posteriormente, se va a evaluar la posible salida comercial que tiene el producto obtenido como fertilizante agrícola. La estruvita es un fosfato de magnesio y amonio que se puede utilizar como abono de liberación lenta, con una concentración de unidades de fertilizante de 5-28-0 (10 Mg).

Con este proyecto de investigación se espera:

- Optimizar el proceso de eliminación biológica de fósforo en la línea de aguas de la EDAR.
- Recuperar el fósforo eliminado en la línea de aguas como estruvita mediante el desarrollo de un reactor de cristalización.
- Aumentar la disponibilidad de fósforo para uso agrícola.
- Dar una solución al problema medioambiental del fósforo disminuyendo la cantidad de fósforo vertido y los problemas de eutrofización asociados, obteniendo una fuente alternativa de fósforo que permita reducir su extracción mineral.

## Ahorro en fertilización

Uno de los principales beneficios que reporta al agricultor el empleo de lodos de depuradora en sus cultivos es el económico, ya que puede ahorrarse prácticamente la totalidad del gasto que realiza en fertilización mineral.

Si tomamos como ejemplo una hectárea de cultivo de cebada, se observa que la partida económica dedicada a los fertilizantes supone casi el 30% de los gastos totales (gráfico 2). Para producciones entre 4.000 y 5.000 kg/ha, el gasto total se encuentra en torno a los 210 €/ha, a lo que hay que añadir el coste de las labores con la abonadora.

Para ver si el empleo de lodos de depuradora como abonado de fondo cubre las exigencias nutritivas totales de un ciclo de cultivo de cebada, lo primero que debemos conocer son las extracciones en nitrógeno, fósforo y potasio. En cebada los requisitos medios son los siguientes:

Rendimiento	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Kg por 1.000 kg de grano	30	15	20
Kg por 4.500 kg de grano	135	67,5	90

Por otro lado, la riqueza media de los lodos secos de depuradora es de 6% de N, 3% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y de cerca del 1% de K<sub>2</sub>O. Partimos del supuesto que se aplican 45.000 kg de lodos al 80% de humedad, el equivalente a 9.000 kg de lodo seco por hectárea. Las aportaciones de estos lodos en unidades fertilizantes son:

Rendimiento	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Kg por 100 kg de lodo	6	3	1
Kg por 9.000 kg de lodo	540	270	90

El nitrógeno orgánico presente en los fangos de depuradora se va liberando paulatinamente durante el ciclo de cultivo de los cereales. Se estima que el primer año se mineraliza el 25% del N (540 kg de N/ha x 25% = 135 UF de N/ha). Si enfrentamos las extracciones con las aportaciones obtenemos los siguientes resultados:

Rendimiento	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Kg por 4.500 kg de grano	135	67,5	90
Kg por 9.000 kg de lodo	135	270	90

Por lo tanto, como se puede ver reflejado en el cuadro, en los cultivos cerealistas es factible la sustitución total de abonos de procedencia química por los lodos de depuradora, ya que las necesidades de nitrógeno, fósforo y potasio requeridas por el cultivo de cebada quedarían más que cubiertas. Además, el agricultor también se ahorra las operaciones que debe realizar con la abonadora en las fertilizaciones minerales (un abonado de fondo y un abonado de cobertera) debido a que la distribución de los lodos de depuradora en la parcela corre a cargo del Consorcio de Aguas y, por otro lado, con el uso de abonos químicos se debe añadir una labor adicional por el abonado de cobertera.

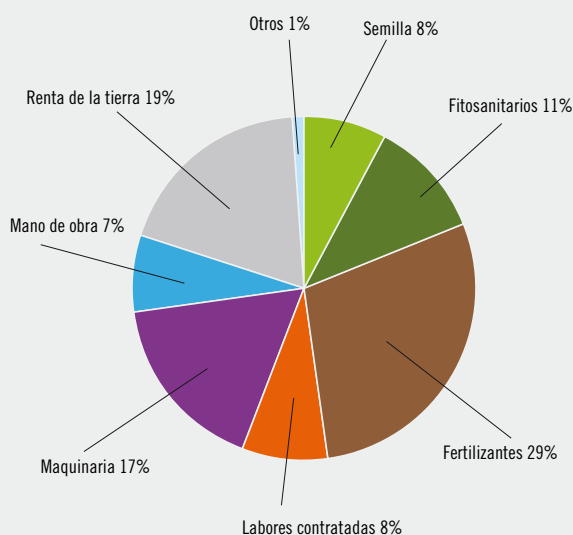


Los fangos son trasladados a la parcela y distribuidos sin coste para el agricultor.



Además de fertilizar, los fangos aportan materia orgánica que favorece la estructura del suelo.

Gráfico 2. Costes de cultivo de cebada



La superficie de cultivo de La Rioja que ha percibido fertilización con lodos de depuradora en el año 2016 es de alrededor de 900 hectáreas (supone el 1,7% del total de la superficie ocupada en La Rioja por los cereales). Teniendo en cuenta esta superficie, si se contabiliza el total del ahorro que supone a los agricultores la sustitución de abonos químicos por lodos de depuradora, el valor económico de los lodos en La Rioja se encuentra cercano a los 200.000 € anuales.