

Valoración agronómica del lodo de depuradora

PARTE I. Aspectos generales del lodo como fertilizante: tipos de lodo, legislación, calidad del producto, gestión.

*Jesús Irañeta Goicoa (INTIA),
Alfonso Amorena Udabe, Sandra Blázquez
Moreno (MCP),
Javier Jiménez Galindo (Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local. Gobierno de Navarra)*

Los lodos de depuradora contienen importantes cantidades de materia orgánica y nutrientes que pueden servir para mejorar la fertilidad de los suelos. Por otra parte pueden contar con una serie de componentes no deseados que es preciso controlar para evitar que supongan algún riesgo para el medio ambiente o la salud humana o animal. En definitiva se trata de un producto que con los debidos controles de composición y manejo puede resultar beneficioso para mejorar la fertilidad del suelo, sin ocasionar problemas medioambientales.

Los servicios técnicos de INTIA han estudiado las posibilidades agronómicas de este tipo de fertilizantes. Para ello han experimentado durante varios años con los productos utilizados en Navarra, que proceden de los lodos de la Comarca de Pamplona y de otros digestatos procedentes de plantas de biogás con purines.

Navarra Agraria presenta este artículo sobre lodos, dividido en 2 partes que se publican en dos números consecutivos dada la amplitud y el interés del tema. En este número se aborda la primera parte referida a los aspectos generales del lodo y la legislación vigente. En el próximo número se publicará la segunda parte, con los resultados experimentales y con recomendaciones de uso agronómico.

¿Qué es el lodo? Es una mezcla de agua y sólidos separados procedente de la depuración de aguas residuales urbanas, así como de fosas sépticas y de otras instalaciones de depuración utilizadas para el tratamiento de aguas residuales.

El lodo puede ser considerado como un recurso o como un residuo; ya que supone una importante fuente de materia orgánica y nutrientes aplicado al suelo, comparable en varios aspectos a los estiércoles de ganado. Sin embargo puede contener también algunos elementos contaminantes que es preciso controlar para que no sea considerado como residuo.



ANTECEDENTES LEGALES Y SITUACIÓN ACTUAL

Producto relativamente nuevo, procedente de la depuración de las aguas residuales urbanas. Aunque en algunos países de la Comunidad Europea (CE) llevan aplicándose más de 40 años, la primera legislación europea respecto a la utilización de lodos en agricultura se publicó en 1986 (86/278/CEE); se traspuso a la legislación española por medio del Real Decreto 1310/1990. Es el que regula actualmente la utilización de los lodos en agricultura.



Aplicación de lodos en un ensayo de INTIA

A finales de la década de 1990, los distintos países iban adaptando su propia legislación, lo que originó distintos problemas para usuarios y gestores por la disparidad de criterios. Se vio la necesidad de contar con una única norma en cuanto a composición, seguridad de uso, valor agronómico, etc. para los diferentes Estados miembros y Comunidades Autónomas. En torno a 2004 se contaba con un avanzado documento denominado el "Tercer borrador sobre lodos", que parecía iba a publicarse. Sin embargo, por distintas razones se abandonó la idea de contar con una directiva específica para cada residuo y se decidió preparar una Directiva Marco de Residuos que englobara a todos. Dicha Directiva se publicó en 2008 (Directiva 2008/98/EC). Se traspuso al ordenamiento jurídico español por la Ley 22/2011 del 28 de julio.

Como principales objetivos y características de la Directiva Marco de Residuos cabe destacar:

- ♦ Asegura la protección del medio ambiente y salud humana.
- ♦ Deroga determinadas directivas integrándolas en una única norma.
- ♦ Establece el marco jurídico de la Unión Europea para la Gestión de Residuos.

♦ Hace hincapié en la prevención:

- Reducción de cantidad producida.
- Reutilización.
- Reciclaje.

♦ Para cada residuo se establecen una serie de condiciones que debe cumplir respecto a composición, manejo, etc. Estas condiciones se denominan Fin de Condición de Residuo (FcR), puesto que una vez cumplidas el producto deja de ser un residuo y pasa a ser considerado como un producto que puede salir al mercado. Estas condiciones serán específicas para cada producto.

En estos momentos un equipo de científicos de la Comisión Europea trabaja en Sevilla para establecer estas condiciones. Ha concluido el trabajo respecto a Compost y ahora trabaja sobre Digestatos, considerando como tales los productos que proceden de una digestión anaerobia, es decir los que provienen de plantas de biogás. De los productos utilizados en Navarra, corresponden a este grupo los lodos de Pamplona, y otros digestatos procedentes de plantas de biogás con purines: Cabanillas, Caparros, Mendigorri y Ultzama.

TIPOS DE LODO

En función del proceso que han sufrido, podemos definir distintos tipos de lodo:

Lodo tratado: son los lodos residuales procedentes de estaciones depuradoras de aguas residuales domésticas o urbanas y de aguas residuales de composición asimilable a urbana, así como los procedentes de fosas sépticas y de otras instalaciones de depuración similares utilizadas para el tratamiento de aguas residuales, tratados por vía biológica, química o térmica, mediante almacenamiento a largo plazo o cualquier otro procedimiento apropiado, de manera que se reduzca, de manera significativa, su poder de fermentación y los inconvenientes sanitarios de su utilización.

Lodo deshidratado: son los lodos tratados sometidos a un proceso de pérdida de agua por procedimientos físico-mecánicos o térmicos previos a su utilización en la agricultura. Los contenidos en humedad suelen ser superiores al 80%.

Lodos pastosos: son los lodos deshidratados con un contenido en materia seca entre 30-50%.

Lodos secados: son lodos tratados con un contenido en humedad inferior al 70%.

Lodos secados térmicamente: son lodos tratados con un contenido en humedad inferior al 10%.

Lodos compostados: son los lodos tratados sometidos a un proceso de transformación biológica aerobia, con la finalidad de obtener un producto estable y no fitotóxico. El compostaje se realiza con adición de otros residuos o productos.



Lodo de depuradora a la salida de la centrífuga

LEGISLACIÓN NACIONAL. REQUISITOS LEGALES QUE DEBE CUMPLIR EL LODO

El marco general viene dado por la Directiva Europea 86/278/CEE relativa a la protección de los suelos en la utilización de lodos en la agricultura.

El RD 1.310/1990 de regulación del uso de lodos en el sector agrario es la incorporación de la Directiva al ordenamiento jurídico español. Este Real Decreto crea el marco normativo con el objetivo de compaginar la producción de lodos de depuración y su utilización agraria en España, con la protección eficaz de los factores físicos y bióticos afectados por el proceso de producción agraria. En esta normativa se establece la competencia de los controles por parte de las Comunidades Autónomas para el seguimiento de la utilización de los lodos. Los aspectos más relevantes de la misma son los siguientes:

Art. 2: sólo se podrán utilizar lodos tratados (... son los lodos de depuración tratados por vía biológica, química o térmica, mediante almacenamiento a largo plazo o cualquier otro procedimiento apropiado, de manera que se reduzca de forma significativa su poder de fermentación y los inconvenientes sanitarios de su utilización...)

Art. 3.1: se tendrán que cumplir los siguientes límites de metales pesados en suelos. (Tabla 1).

Art. 3.2: deben cumplirse los siguientes límites de metales pesados en los lodos. (Tabla 2).

Art. 3.3: se establecen unas dosis máximas de aplicación.

Art. 3.5: limitación en su uso (praderas y cultivos hortícolas).

Arts. 4-7: competencias de las Entidades Locales y Comunidades Autónomas.

Art. 8: se crea el Registro Nacional de Lodos (RNL) adscrito al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Por último, a nivel nacional, la Orden de 26 de octubre de 1993, del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, normaliza la información a presentar y establece los cauces para su recopilación final.

Dado que las competencias en la materia residen en las Comunidades Autónomas, algunas de éstas desarrollan legislación propia para determinar diferentes competencias sectoriales: creación de Registros Autonómicos que faciliten la recogida de la información requerida, regulación de diferentes aspectos de su gestión agrícola (almacenamiento, distancias, cantidades).



Ensayos en secano en finca de Liédena

En el caso de Navarra, dicha legislación se recoge en la **ORDEN FORAL 359/2010, de 26 de julio**, de la Consejera de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, por la que se regula la utilización de lodos de depuración en la agricultura de la Comunidad Foral de Navarra.

La norma foral establece los tipos de lodos de depuradora que pueden utilizarse en la agricultura y los posibles tratamientos que debe recibir el lodo antes de su utilización. Además de los lodos procedentes de tratamiento de aguas residuales urbanas, pueden utilizarse lodos tratados procedentes de fosas sépticas que tratan aguas residuales domésticas y lodos procedentes del tratamiento de aguas residuales de la industria agroalimentaria.

En relación al tratamiento que debe recibir el lodo, según la Orden Foral, desde el 1 de enero de 2011 únicamente pueden utilizarse lodos que hayan recibido alguno de los siguientes tratamientos:

- ◊ Compostaje.
- ◊ Digestión termófila aerobia (ATAD).
- ◊ Digestión anaerobia (mesófila o termófila).
- ◊ Acondicionamiento con cal (pH > 12,6) seguido de tratamiento térmico (55. °C más de 2 horas)
- ◊ Secado térmico.

Con el fin de prevenir la contaminación de las aguas por nitratos, la Orden Foral 359/2010 limita la cantidad máxima de nitrógeno a aplicar por hectárea y año a 250 kilogramos de nitrógeno, sumando conjuntamente lodos, estiércol, purín, compost y otros abonos orgánicos. En el caso de zonas vulnerables a la contaminación por nitratos la dosis de nitrógeno no debe superar los 170 kg/ha.

Por otra parte, se establecen unas distancias de seguridad con respecto a cauces de agua, lagos y embalses de 50 metros. En el caso de pozos o embalses para abastecimiento de agua potable, esta distancia se debe ver incrementada hasta los 250 metros. También debe respetarse una distancia con respecto a zonas tradicionales de baño de 200 metros.

Otro de los aspectos destacados de la norma, es la obligación por parte de los agricultores de disponer de un registro de las aplicaciones de lodos que se hayan realizado en sus parcelas.

1. Valor límite de concentración de metales pesados en los suelos (mg/Kg ms – ppm)

	Valores límite	
	pH < 7	pH > 7
Cadmio	1	3
Cobre	50	210
Níquel	30	112
Plomo	50	300
Zinc	150	450
Mercurio	1	1,5
Cromo	100	150

2. Valor límite de concentración de metales pesados en los lodos (mg/Kg ms – ppm)

	Valores límite	
	pH < 7	pH > 7
Cadmio	20	40
Cobre	1.000	1.750
Níquel	300	400
Plomo	750	1.200
Zinc	2.500	4.000
Mercurio	16	25
Cromo	1.000	1.500

CONTROL DE CALIDAD DEL PRODUCTO

A las depuradoras, a través de la red de saneamiento, llegan las aguas residuales urbanas para su tratamiento. Una vez depuradas, las aguas son vertidas y la carga eliminada queda concentrada en los lodos de depuración. La contaminación que transportaban las aguas queda así transferida a una fase sólida, que tendrá que ser gestionada como un residuo.



Ensayo de valoración de la eficiencia del N del lodo

Este residuo de origen fecal tiene unos altos contenidos en materia orgánica y nutrientes, nitrógeno y fósforo principalmente, que puede ser aprovechado en la agricultura. Sólo podrá ser utilizado si está estabilizado y libre de contaminantes, es decir si es posible considerarlo como un recurso para el suelo. Además, su gestión se realizará bajo criterios agronómicos determinados por códigos de buenas prácticas agrícolas y sujeto a un estricto marco normativo sectorial.

El uso del lodo en la agricultura, si se realiza con una visión agrícola, contribuye a aliviar la salud de los suelos tan necesitados en materia orgánica. Estas aplicaciones mejoran las características de los suelos dotándolos de una mayor capacidad para protegerse de la erosión, y en último término de la desertificación, que afecta a una superficie muy significativa de España.

Este reciclaje de lodos en los suelos supone cerrar un ciclo natural que conecta ciudad y campo (Gráfico 1).

El lodo en el proceso de depuración. (Estación Depuradora de Aguas Residuales-EDAR = Fábrica de lodos).

El objetivo de una depuradora es extraer la contaminación que llevan las aguas residuales para concentrarla en una fase sólida, lodos de depuradora. Por tanto, se tratan aguas para generar un residuo sólido tras un proceso de sucesivas concentraciones que tienen lugar en la línea de fangos.

A continuación la mayor parte de las EDARs estabilizan los fangos, disminuyen la capacidad fermentativa de la

1. Reciclaje de lodos de depuradora en agricultura. Un ciclo natural.



materia orgánica concentrada, para facilitar su posterior destino. Si éste es la aplicación en la agricultura el proceso de estabilización será imprescindible para su posterior valorización en los suelos.

La importancia de la gestión de la EDAR en la producción final de lodos

La cantidad de lodo generada en una EDAR estará condicionada por la carga de las aguas influentes y por la gestión del proceso de depuración que se realice en la instalación.

Dos aspectos técnicos del proceso de depuración condicionan significativamente la gestión de los lodos destinados a la agricultura por su incidencia sobre la calidad y la cantidad:

- ◇ Digestión anaerobia, que condiciona la calidad: menos olores, residuo estable..., e indirectamente también la cantidad.

- ◇ Deshidratación, que afecta directamente a la cantidad y tiene serias implicaciones sobre su aplicación agrícola (reparto, dosificación...)

La calidad de las aguas residuales está condicionada por la composición de los vertidos que llegan a la red de alcantarillado. Lógicamente, éstos vendrán determinados por la normativa de vertidos existente y por la eficacia de la inspección establecida sobre los mismos.

El resultado de estos controles condicionará la calidad del agua tratada y, en último término, la composición del lodo resultante del proceso de depuración.

Operación de la EDAR

En la línea de agua de una depuradora, fundamentalmente la fase biológica (fangos activos-edad del fango, aireación prolongada, tratamientos avanzados-desfosforación...) determina el rendimiento del proceso de depuración. Su eficacia originará unos fangos con unas

características particulares (p.e. con mayor cantidad de fósforo o nitrógeno) y en cantidades dispares (p.e. purga fangos exceso en lodos activos)

Posteriormente, el tratamiento en la línea de fangos es vital en la calidad y cantidad en cuanto a la estabilidad y la sequedad de los lodos obtenidos.

Por último, se debe destacar la aplicación de reactivos para el proceso (p.e. cloruro férrico, cal...) que en algún caso pueden ser determinantes en el uso posterior del lodo.



Detalle de afino de compost en la Planta de Arazuri.

Operaciones posteriores a la obtención de los lodos

Existen procesos complementarios a la EDAR, secados térmicos y compostajes, que afectan a la calidad de los fangos.

El caso del secado térmico supone una drástica disminución de la cantidad del agua de la fase líquida por evaporación, que en principio sólo afectaría al parámetro de sequedad, y por supuesto, a las poblaciones microbianas por el choque térmico que entraña el proceso de secado.

GESTIÓN TÉCNICA DEL RECICLAJE DE Lodos DE DEPURADORA

Aplicación directa en agricultura.

Actualmente, una parte muy significativa de los lodos que se aplican en la agricultura se hace de forma directa, es decir, como lodo deshidratado. Las aplicaciones en líquido son mínimas y quedan restringidas a entornos muy locales próximos a pequeños sistemas de depuración.

La gestión agrícola de los lodos de depuradora combina criterios económicos con medioambientales. Una

eficaz gestión entraña una serie de conocimientos de carácter empírico, basados en resultados de una dilatada experimentación agronómica. En estos ensayos de campo se obtiene la información precisa del comportamiento de un lodo específico en un suelo agrícola de unas características muy determinadas.

Este conocimiento permitirá establecer las dosis más adecuadas para cada cultivo, de modo que se minimicen las pérdidas de nutrientes que podrían afectar al entorno.

Esta necesidad de una guía de buenas prácticas agrícolas ha sido contemplada por el II PNLD (2008-2015), que en sus conclusiones sobre la aplicación de lodos en la agricultura establece la necesidad de:

- ♦ La redacción de Planes Integrales de Fertilización para mejorar el control de las aplicaciones agrícolas.
- ♦ La elaboración de un Manual Técnico sobre Almacenamiento.
- ♦ La redacción de guías de buenas prácticas para la aplicación en el suelo.

Aspectos logísticos previos al reparto en el campo

Uno de los aspectos más problemáticos de la gestión de lodos es compatibilizar una producción continua de lodos durante todo el año con una actividad agrícola sujeta a ciclos. Durante algunas épocas del año, por razones agronómicas o meteorológicas (lluvias...), es necesario almacenar los lodos para su aplicación en el momento más adecuado.

No obstante, la Orden Foral 359/2010 solo permite el almacenamiento temporal en parcelas agrícolas durante un periodo de tiempo máximo de dos meses y únicamente por la cantidad a aplicar en la misma y en las colindantes, con un límite máximo de 25 toneladas por hectárea y 250 toneladas por montón acopiado. Ante situaciones excepcionales que impidan la aplicación del lodo en el plazo de dos meses, el Departamento de Desarrollo Rural Medio Ambiente y Administración Local, puede autorizar la ampliación del periodo de almacenamiento.

El transporte de lodos a campo debe ser realizado por empresas autorizadas de acuerdo a la Ley de Residuos. Se utilizan camiones dotados de toldos hidráulicos, totalmente estancos, para minimizar las afecciones por olores y lixiviados.

En los trayectos a los destinos se procurará utilizar rutas que eviten núcleos habitados. En muchos casos estos servicios serán prestados por camiones traccionados

para su tránsito por fincas agrícolas. Se realizará un mantenimiento de los caminos rurales utilizados, especialmente si el tránsito se ha realizado en época de lluvias.



Selección de restos de jardinería antes de su compostaje con los lodos de depuradora en Arazuri.

De forma previa al aporte, cuando éste no se realiza de forma inmediata, los lodos se deben almacenar temporalmente en el campo para su aplicación. Una vez se dispone de la cantidad necesaria, o ha llegado el momento apropiado (cuando ya ha sido cosechado el cultivo y el terreno está suficientemente seco), se procederá a su reparto.

En la elección de la ubicación de este almacenamiento puntual se deberán contemplar varios condicionantes para evitar afecciones a terceros o sobre el medio ambiente:

- ♦ Distancias a pozos, manantiales y embalses de agua para abastecimiento humano (posible existencia de un perímetro de protección).
- ♦ Distancias a cauces de agua, lagos y embalses (de acuerdo a las competencias de las Confederaciones Hidrográficas).
- ♦ Distancias a zonas de baño.
- ♦ Distancias a carreteras y núcleos de población (se tendrán en cuenta planeamientos municipales).

Siempre se deberán considerar las condiciones hidrogeológicas locales de forma previa a cualquier almacenamiento para garantizar que no se produzcan afecciones por lixiviados a las aguas subterráneas o a los cauces de aguas superficiales.

GESTIÓN DEL LODO EN NAVARRA

Colaboración MCP-INTIA

En el año 1991 la Mancomunidad de la Comarca de Pamplona (MCP) puso en funcionamiento la Estación

Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) en la localidad de Arazuri. Desde el inicio de la actividad se planteó un proyecto de investigación para 4 años financiado por INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria) en que participaron MCP, UPNA (Universidad Pública de Navarra) e INTIA, entonces ITG Agrícola. Se plantearon dos objetivos principales, el primero el seguimiento de la evolución de metales pesados en el suelo tras un aporte sistemático de lodo y el segundo la valoración de la eficiencia del N aportado por el lodo respecto al del abono mineral para ajustar la dosis de fertilización del cultivo.



Máquina volteadora en planta de compostaje de Arazuri

Posteriormente, conscientes de la importancia de una buena gestión del residuo a largo plazo, se estableció un convenio de colaboración entre MCP e INTIA para continuar estos estudios e ir resolviendo las dudas y problemas que fueran surgiendo en el manejo de los lodos como fertilizante. En principio, MCP asume principalmente el control de la calidad del lodo y la organización de toda la infraestructura necesaria para lograr una dosificación y reparto homogéneo del mismo. Por su parte INTIA se responsabiliza especialmente de establecer las pautas de manejo con un criterio agronómico.

Valoración agronómica

Con el objetivo de evaluar el lodo como fertilizante, en primer lugar debe garantizarse la seguridad de su uso y posteriormente su valor agronómico. Para profundizar en el conocimiento del lodo en primer lugar se ha continuado con los ensayos descritos en el párrafo anterior del proyecto INIA; además se han planteado otros para estimar la eficiencia del N aportado por el lodo respecto al del abono mineral en distintas zonas geográficas. Estos ensayos sirven para elaborar las recomendaciones de uso tanto para el gestor del lodo como para el agricultor que puede ajustar la fertilización de su cultivo. Además, los ensayos han servido para divulgar el uso del lodo a través de Jornadas de Puertas Abiertas. El planteamiento y resultados de estos ensayos se detallarán en otro artículo que se publicará en el próximo número de Navarra Agraria.

Organización, dosificación y homogeneidad del reparto

Por su parte MCP es la empresa productora y gestora del lodo, por tanto principal interesada en que las cosas se hagan bien, que el producto funcione y continúe la demanda del mismo a largo plazo. Por tanto, MCP se esmera en cumplir la normativa vigente y dar un buen servicio a los agricultores. En este momento se trabaja para ello en la: creación de un sistema de información geográfico-gis y su integración con nuevas tecnologías de campo para la valoración agrícola de lodos de depuradora.



Extensión de lodos en cultivos extensivos de secano en la Finca Experimental de la Depuradora de Arazuri

A lo largo de estos dos últimos años la empresa pública Servicios de la Comarca de Pamplona SA ha desarrollado un proyecto de innovación para integrar un sistema de información territorial (GIS), específico para la planificación de la aplicación de los lodos generados en la EDAR-Arazuri, con una aplicación que integre datos de campo. Estos datos procederían de los lodos suministrados (calidad físico-química) de la planta depuradora (báscula) y de la parcela destinataria de los lodos (análisis de suelos, recomendaciones agronómicas...), constituyendo todos un registro de la gestión realizada, así como unos contenidos a divulgar por el canal más adecuado para diferentes clientes (Administración, agricultores...)

Para el primer paso, la planificación de las parcelas, se utilizan herramientas GIS para ayudar a gestionar las diferentes capas de información territorial como catastro, concentración parcelaria, capas de exclusión (distancias a poblaciones, a cursos de agua, etc, determinadas en la Orden Foral), zonas vulnerables de nitratos...

Para el trabajo en campo se probaron diferentes dispositivos y software de movilidad basados en la localización por GPS. Con esta herramienta conseguimos que el transportista llegue al punto de acopio por el camino más corto, en el menor tiempo posible y sin provocar incidentes de ningún tipo. Además, nos permite trazar en campo el trayecto más adecuado para el transportista así como determinar exactamente los puntos de acopio en los cuales se depositará el lodo.



Venta de sacos de Compost-Arazuri

Por último, la automatización de la báscula ha posibilitado el tratamiento informático de los mismos (tiempo, fechas, destinos, etc) y su aportación al resto de sistemas de gestión, consiguiendo obtener un control online de la situación real de las parcelas y acopios.

RESUMEN

En esta primera parte del artículo se han revisado los aspectos generales para el uso del lodo de depuradora como fertilizante. Como se ha visto tres son los puntos principales a considerar:

Legislación: se ha revisado la situación actual y las perspectivas de futuro.

Control de calidad del lodo: se basa principalmente en la vigilancia de los vertidos, del proceso de depuración.

Gestión: para que la aplicación agrícola funcione y tenga continuidad en el futuro, debe garantizarse la seguridad y el valor agronómico del lodo, además de contar con un plan de fertilización de los cultivos que garantice el éxito agronómico que elimine o reduzca su impacto medioambiental.

En el próximo número de Navarra Agraria se publicará la segunda parte de este artículo que tratará sobre los resultados de la experimentación llevada a cabo durante los últimos 20 años con lodos y las recomendaciones de uso agrícola.