

PLANEJAMENTO, ORDENAMENTO E GESTÃO INTEGRADA

LEGISLAÇÃO RELATIVA AL EMPLEO LODOS URBANOS EN SUELOS AGRÍCOLAS – UNA COMPARACIÓN ENTRE BRASIL, ESPAÑA Y ESTADOS UNIDOS.

Letícia F. Borges (AUTOR PRINCIPAL) – leticiafontesborges@hotmail.com
UNB.

Jéssica Cristina Conte da Silva (COAUTOR) – jessicacris07@hotmail.com
UFPA

Resumo: Los lodos urbanos constituyen un problema de primer orden en las ciudades. Por eso, hay una necesidad de reducirlos, reciclarlos y reutilizarlos de una forma respetuosa con el medio ambiente. La aplicación en la producción agropecuaria de los lodos urbanos provee numerosos beneficios como acondicionador físico del suelo: mejora la porosidad y la infiltración, y aumenta la resistencia a la erosión. La comparación entre las legislaciones de Brasil, España e EUA es importante para ver donde esta práctica está más desarrollada.

Palavras-chave: legislação; suelos agrícolas; lodos urbanos.

1. INTRODUCCIÓN.

Lodos son una mezcla de agua y sólidos generados en estaciones de depuración originadas de la separación de aguas residuales urbanas. Con gran cantidad de materia orgánica, su estructura mejora propiedades físicas y químicas del suelo, como densidad aparente, porosidad, el agua y la capacidad de intercambio catiónico, aireación y drenaje, las comunidades microbianas y la fauna del suelo, contribuyendo así a la supresión de la enfermedad, y la reducción de la erosión del suelo. Actúa también como una fuente de alimento para los microorganismos.

Los lodos son gestionados respetando los principios de la política de residuos relativo a protección del medio ambiente y de la salud humana. La problemática de los lodos de depuración dependen de su composición y de la concentración de metales pesados, cuando dejan de ser producto y se convierten en residuo y causa prejuicios en su utilización. Por eso hay legislaciones que imponen límites de concentraciones de elementos en estos lodos para preservar y recuperar el suelo cuando usado para fines agrícolas. Cuando las sustancias están por encima de los límites máximos, hay la necesidad en adoptar precauciones especiales en medidas posteriores.

Entre los destinos de los lodos, las soluciones más extendidas a nivel mundial son los vertederos controlados, incineración y el uso agrícola. Cuando el objetivo de la eliminación de los lodos es a través de uso agrícola, existe una regulación, en que normalmente se contempla las limitaciones de la aplicación agrícola de estos residuos en función de sus niveles de elementos contaminantes, especialmente metales pesados.

2. METODOLOGIA

2.1. Lodos urbanos en suelos agrícolas de España.

En España, los lodos de depuradoras de aguas residuales urbanas se producen en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), como consecuencia del tratamiento de estas aguas. La regulación relativa a la utilización de lodos de depuración en el sector agrario creada en el Registro Nacional de Lodos incluye la información que se debe suministrar las instalaciones depuradoras, las instalaciones de tratamiento de lodos y los gestores que realizan la aplicación agrícola.

Entre los decretos y leyes que se aplican a esta temática, se destaca la ley 10/1998 de Residuos; el real decreto 1310/1990: utilización de los lodos de depuración en el sector agrario; la Directiva 86/278: protección del medio ambiente con la utilización de lodos de depuradora en agricultura; el Real Decreto 815/2013: por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales; ley 16/2002, de prevención y control integrados de la contaminación, y depositados en vertederos. Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

La valorización agrícola de los lodos de depuración permite que un residuo se transforme en un recurso y la responsabilidad de la gestión de los lodos de depuradora, según la normativa básica de residuos, recae en el productor, después en las estaciones de depuradoras de aguas residuales y sobre aquellos que han prestado algún tipo de servicio de funcionamiento y mantenimiento a estas. Para una gestión integrada de los lodos de depuración, hay que tener una buena gestión de vertidos a los sistemas de alcantarillado, hay que mejorar la elección del método par estabilización del lodo; Optimizar la deshidratación de los lodos generados y gestionar por jerarquía de valorización, aprovechamiento energético y eliminación. Con el uso directo de lodos en agricultura, se puede suponer una solución más ventajosa para mejorar el suelo para cultivos, ahorro energético y medioambiental.

Según los datos del Registro Nacional de Lodos, en España se producen anualmente alrededor de 1.135.000 toneladas de lodos de depuradora (en materia seca.) y aquellos lodos utilizados en suelos agrícolas están alrededor de 928.596 toneladas (en materia seca) (Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio ambiente)

2.2. Lodos urbanos en suelos agrícolas em los Estados Unidos.

Biosólido es un término creado en 1991 por el Grupo de Trabajo - Water Environment Federation (WEF), que es la principal organización comercial de la industria de aguas residuales en los EE.UU. Este término fue creado para distinguir los lodos de depuradora tratados de lodos de depuradora en bruto y facilitar la aplicación al suelo de procesado. Los biosólidos son lodos de aguas residuales que tiene tratamientos en acuerdo con estatales y regulaciones locales federales para prevalecer su aplicación a la tierra y es definida por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA) como "los materiales orgánicos ricos en nutrientes resultantes del tratamiento de los lodos de depuradora".

Desde 1970, he entrado en vigor las reglamentaciones que garanten la gestión segura y responsable de los lodos. Con esto, la calidad de los lodos ha mejorado desde entonces. Las enmiendas a la Ley de Agua Limpia de 1977 y 1987 y la Ley de Océano dumping Ban de 1988 (PL 100-688) prohíben que haya vertido de lodos en océanos y requieren controles sobre el uso y disposición de lodos. Hay un reglamento titulado "Las Normas para la utilización o

eliminación de lodos de depuradora" que fueron desarrollados y publicados por los EE.UU. EPA el 19 de febrero 1993 como el 40 CFR (Título 40, Código de Regulaciones Federales) Parte 503 biosólidos Regla (Parte 503 del Reglamento) y entró en vigor el 22 de marzo de 1993. La ley se ha conocido como la "Regla 503". La Regla 503 se basa en los resultados de las evaluaciones de riesgo de los productos químicos que se inició a mediados de la década de 1970. Fue la reglamentación más extensa en ámbito federal para lodos y biosólidos en relación a calidad y su aplicación al suelo. Estos requisitos abordan la reducción de patógenos y vectores atractivo, carga de metal y los límites de concentración, y los límites de nutrientes.

La normativa americana contiene directrices muy específicas para el tratamiento de fangos antes de su disposición, incluyendo requerimientos de reducción de patógenos y vectores de transmisión (insectos, etc.).

Tanto en Europa como en Estados Unidos, las restricciones asociadas al procesamiento y utilización de los lodos tienden a incrementarse conforme aumenta la probabilidad de contacto con la población. De acuerdo con la legislación de los Estados Unidos (USEPA, 1993), es más concreta y más restrictiva que la legislación de Europa en relación a las características microbiológicas de los lodos destinados a usos agrícolas. Su definición de niveles de calidad de lodos está en función de la concentración de patógenos existente.

Actualmente las normas imperantes en Estados Unidos recogidas en la USEPA 40 CFR Part 503 (USEPA 1993) están basadas en estándares de calidad. Estos estándares de calidad microbiológica definen dos niveles, Clase A y Clase B. Para que un biosólido sea utilizable en agricultura ha de cumplir las especificaciones Clase B. (HARRISON, MCBRIDE e BOUDIN, 1999.)

Los lodos clasificados como A tienen que cumplir determinadas especificaciones, como higienización y puede ser usado sin restricciones. Los lodos clasificados como B tienen un requerimiento menos restricto sobre pre-tratamiento y pueden ser empleados bajo ciertas restricciones específicas de emplazamiento.

La legislación en Estados Unidos restringe la presencia de patógenos en los biosólidos procedentes de depuración de aguas urbanas y determina a estos efectos la categoría de biosólidos de Clase A. Estos biosólidos son aquellos sin patógenos, sin olor y con características que no atraigan vectores de transmisión (insectos, etc.), es decir, están higienizados

El enfoque adoptado por la EPA para desarrollar estándares de contaminantes es identificar las distintas vías potenciales de exposición al lodo y evaluar los riesgos planteados por cada una de estas vías de exposición.

El uso adecuado de los lodos en tierras agrícolas tiene efectos positivos sobre el crecimiento de plantas a través de la adición de nutrientes y materia orgánica. La acumulación excesiva de ciertos metales, tales como cobre, zinc y níquel, reduce los rendimientos de los cultivos. Lodos típicos de los centros urbanos industrializados contienen contaminantes que penetran en las aguas residuales. El tratamiento de aguas residuales tiene objetivo de eliminar patógenos, metales, y compuestos químicos, muchos de los cuales son tóxicos y persistente. Las concentraciones aplicadas a los lodos de depuración tienen una concentración mínima de sustancias inorgánicas de acuerdo con la ley de calidad.

Los estadounidenses tienen normas nacionales para la aplicación al suelo de lodos de aguas residuales que son menos estrictas que las de muchos otros países. Las regulaciones federales actuales estadounidenses tienen una aplicación al suelo de lodos de aguas residuales que no aparecen adecuadas para protección de la salud humana, la productividad agrícola y la salud ecológica.

2.3. Lodos urbanos en suelos agrícolas de Brasil

En Brasil, la gran mayoría de las estaciones de tratamiento, envía los lodos generados a vertedero. Sólo unos pocos destinan este material para uso agrícola, aunque esta práctica este creciendo considerablemente en los últimos años, principalmente en los estados de Paraná, São Paulo, Río Grande do Sul y Distrito Federal. Se estima que la cantidad actual de lodos utilizado para este propósito en Brasil es del orden de 21.000 toneladas (base seca) / siendo producidos meses, casi en su totalidad en las estaciones usando procesos de tratamiento biológico aeróbico (convencional de lodos o la aireación activa prolongada y lagunas aireadas). En la tabla 4, hay la información de la cantidad de lodo utilizada en agricultura en Brasil por año.

Tabla 4: cantidad anual de lodos de depuración utilizados en la agricultura en Brasil

Lugar	Cantidad (ton/año)	Sólidos (%)	Cantidad (ton MS/año)
Distrito Federal	24.966	15	3.745
São Paulo (Franca)	16.400	27,5	4.510
São Paulo (Jundiaí)	21.900	18	3.942
Rio Grande do Sul (Santa Maria)	4.745	20	949
Paraná	26.400	30	7.920
Total	94.411	-	21.066

Hasta el año de 2006, el marco normativo y Relativo a la aplicación legal agrícola de lodos plantas de tratamiento para aguas residuales fue limitado a las normas técnicas de la Compañía Saneamiento Ambiental del Estado de São Paulo - CETESB y el Instituto Ambiental de Paraná. Ellos eran básicamente una copia del Registro Federal 40 CFR Parte 503.

La Resolución 375 del Consejo Nacional del Medio Ambiente de Brasil (CONAMA), define en criterios Federales los procedimientos para la uso agrícola de lodos de aguas residuales generadas en estaciones de tratamientos, que es el elemento que constituye la promoción y regulación de esta práctica en el país. Esta resolución es para nivel estadual e intenta prevenir los riesgos de contaminación.

Los valores usados en Brasil en relación a la concentración máxima de lodos inorgánicos son los mismos que de la norma de los de EUA (ESTADOS UNIDOS, 1993), como esta mostrado en la tabla 3. Esto puede causar error en la medición, porque la agricultura están en climas diferentes, lo de los EUA son clima temperado. Esta opción para tratamientos aerobios y anaerobios fue decidida porque los efectos ambientales de estos lodos tratados en condiciones tropicales eran escasas. Como el proceso de mineralización es influenciado por factores como el clima, la unidad y temperatura, esperase que la tasa sea diferente en condiciones tropicales.

Las normas microbiológicas de la clase son exactamente las mismas que las establecidas por la legislación norteamericana (EPA 40 CFR, Parte 503), según el cual el lodo clasificado en esta clase no están sujetos a ninguna restricción para su aplicación y comercialización, e incluso se pueden comprar en los supermercados para uso doméstico

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Comparación entre España, Estados Unidos y Brasil.

Una comparación entre las legislaciones y valores límites entre España (que está incluida en la directiva 86/278), Estados Unidos y Brasil sigue en la tabla 6.

Tabla 6: límites de sustancias químicas inorgánicas (metales pesados) para el uso agrícola.

Parámetros	Concentración máxima permitida de lodo de depuración (mg/kg, en base seca)		
	EUA – USEPA 40 CFR/503	Comunidad Europea – Directiva 86/278 EEC	Brasil – CONAMA 375
Arsénico	41	-	41
Bario	1300	-	1300
Cadmo	39	20-40	39
Dirigir	300	1000-1750	300
Cobre	1500	750-1200	1500
Cromo	1000	-	1000
Mercurio	17	16-25	17
Molibdeno	50	-	50
Níquel	420	300-400	420
Selenio	100	-	100
Zinc	2800	2500-4000	2800

Se observa que, para la fijación de la mayoría parámetros, la resolución 375 de CONAMA hizo la misma metodología de análisis de riesgos propuesto por los Estados Unidos USEPA ley 40 CRF Parte 503. Todavía la concentración de bario, cromo y molibdeno siguieron valores Se basaron en la metodología propuesta por agencia ambiental del Estado de São Paulo – CETESB.

La concentración máxima de sustancias productos químicos inorgánicos (metales y no metales) de los países europeos (incluidos España) es el nivel de carga de máximo para evitar la acumulación, mientras que los valores establecidos en la legislación estadounidense dirigida a evitar efectos nocivos en la salud pública, plantas y otros animales.

El enfoque europeo se basa en el supuesto de que la cantidad de metal que se puede agregar a la tierra no debe exceder que la que se elimina por los procesos naturales, tal como la eliminación por los cultivos agrícola, la erosión del suelo y la lixiviación. El principal objetivo de la propuesta de esta metodología es preservar el suelo y otros recursos naturales las generaciones futuras en el estado actual se encuentran.

La EPA no considera sustancias orgánicas con valores de control, porque no se encuentran en grandes cantidades en los lodos de depuradora producidos en los Estados Unidos y sus efectos adversos en la salud pública derivados de la práctica de la eliminación agrícola no son tan importantes en comparación con otras fuentes de exposición. De este modo, tanto la legislación europea, como el norteamericano optaron por no requerir la supervisión y la fijación

de los contenidos máximos de estas sustancias en el lodo. Entre ellos, Brasil es el único que obliga la supervisión de sustancias orgánicas, pero no define valores de límites máximos permitidos.

Además, la norma 503 permite la ausencia de agentes patógenos (virus y helmintos) y que se puede evaluar mediante la monitorización estos microorganismos o variables el control de los procesos de reducción de patógenos. En el CONAMA 375, fue establecida la necesidad de monitorear ambos. Lo que parece un poco raro, ya que las condiciones clima brasileño se comparadas con los EE.UU tienen en general las condiciones de supervivencia de agentes patogénicos son menos favorables, no debería ser más restrictivo

4. CONCLUSIONES

La aplicación de lodos de depuración en suelos es una solución parcial para mejorar las propiedades del suelo y restablecer la vegetación y la restauración de los ecosistemas degradados.

Hay que tener en cuenta factores tales como la situación geográfica, climatología, grado de industrialización, características geológicas del terreno, situación económica, cultura ecológica e industrial de la población y saber las características del lodo para avaluar el mejor tratamiento para aquel suelo.

En general, entre las legislaciones de España, Brasil y Estado Unidos, se observa que Brasil usa la misma metodología que EUA en parámetros de análisis de riesgo, pero con un u otro valor distinto para determinados elementos. En España, la concentración máxima de sustancias de productos químicos inorgánicos tiene una carga máxima para evitar acumulación, mientras en la legislación del EUA es dirigida para evitar efectos nocivos en la salud pública, plantas y animales.

Tanto la legislación europea como norteamericana no requieren supervisión y fijación de los contenidos máximos de sustancias en el lodo. Ya el Brasil, es el único que obliga la supervisión de sustancias orgánicas, pero no define valores de límites máximos permitidos.

Para garantizar el equilibrio de los ecosistemas y la salud humana es preciso una reformulación del problema con el objetivo para evitar la generación de lodos de depuración. Para esto se requiere que los desechos orgánicos y los residuos industriales se mantengan separados y sean tratados en su origen.

5. REFERÊNCIAS

Anuario de estadísticas 2012 Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio ambiente Disponible en <<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/publicaciones/anuario-de-estadistica/>> Visto en 24/06/15

Lodos de depuración de aguas residuales – Calidad y evaluación Ambiental. Ministerio de Agricultura, Alimentación y medio ambiente. Disponible en <<http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/lodos-depuradora/>> Visto en 24/06/15

Caracterización de los lodos de depuradoras generados en España. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino, Madrid, 2009. Disponible en <https://www.ruralcat.net/c/document_library/get_file?uuid=d4836edd-59bc-4dbd-b8bd-f497b84141ca&groupId=10136> Visto en 19/07/15

CHAMORRO, Olga M^a Herrero **Depuración de aguas del mediterráneo - Gestión de lodos, normativa europea y destino final: aplicación agrícola;** Zaragoza, 2013. Disponible en <<http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/Probarros/file/301%281%29.pdf>> Visto en 30/07/15

LÓPEZ, Manuel Mahamud; LAVÍN, Antonio Gutiérrez; ANDRÉS, Herminio Sastre **Biosólidos generados en la depuración de aguas: planteamiento del problema;** Ingeniería del Agua, vol 3, no 2, 1996. Disponible en <<http://www.ingenieriadelagua.com/2004/download/3-2/article4.pdf>> Visto en 10/07/15

ZHENLI L, Qin Lu; STOFFELLA, Peter J. **Land Application of Biosolids in the USA** Indian River Research and Education Center, University of Florida, 2012. Disponible en <<http://www.hindawi.com/journals/aess/2012/201462/>> Visto en 10/07/15

Directiva 86/278/CEE, de 12 de junio, protección del medio ambiente y, en particular, los suelos, en la utilización de los lodos con fines agrícolas (DOCE n° L 181 de 4 de julio de 1986); diario oficial n° L 181 de 04/07/1986

Real Decreto 1310/1990 de 29 de octubre, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario, B.O.E. de 1 de noviembre de 1990. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid. 1990.

MADRID, **Utilización de lodos de depuradora en la agricultura** Disponible en <http://www.madrid.org/cs/Satellite?c=CM_InfPractica_FA&cid=1142646433508&language=es&pagename=ComunidadMadrid%2FEstructura&pv=1142669968540> visto en 3/06/15

GILSANZ, Juan Carlos; LEONI, Carolina; SCHELOTTO, Felipe; ACUÑA, Ana. **Uso potencial de los lodos urbanos en la producción agrícola.** Agrociencia Uruguay Vol 17, no 2, Montevideo, 2013. Disponible en <http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?pid=S2301-15482013000200001&script=sci_arttext>

CONAMA, Resolução n 375, de 29 de agosto de 2006. Ministério do Meio Ambiente, Brasília,

2006.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA - **Determinação da Fração de Mineralização de Compostos Nitrogenados de Lodos de Esgoto Aplicados em Solo Agrícola.**

Disponível

em <

http://www.cnpma.embrapa.br/public/public_pdf21.php3?tipo=lt&id=153> Visto em 2/07/15

ANDRADE, Cristiano Alberto de; PIRES, Adriana Marlene Moreno. **Recomendação de dose de lodo de esgoto: a questão do nitrogênio.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1004771>> Visto em 10/07/15

Guía de Protección del medio ambiente y en particular de los suelos en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura, Fondo Espanhol de Garantia Agraria. Disponível em <http://www.fega.es/sites/default/files/imported/PwfGcp/imagenes/es/Fega_Guia_Lodos.pdf> Visto em 10/07/15

HARRISON, Ellen; MCBRIDE, Murray; BOULDIN, David. **Land application of sewage sludges: an appraisal of the US regulations.** International Journal of Environment and Pollution, Vol 11, no 1, 1999. Disponível em <<https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/5299>> Visto em 7/07/15

SNYDER, Caroline PHD. **The Dirty Work of Promoting “Recycling” of America’s Sewage Sludge.** INT J OCCUP ENVIRON HEALTH, 1, 2005. Disponível em <http://www.sludgefacts.org/IJOEH_1104_Snyder.pdf> Visto em 5/07/15

Agencia de protección ambiental de los Estados Unidos. Disponível em <<https://www3.epa.gov/>> Visto em 9/07/15

Plan Territorial Especial de Ordenación de Resíduos de Tenerife. Disponível em <<http://www.tenerife.es/planes/>> Visto em 9/07/15