

II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

BIOSÓLIDOS PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – CAÑAVERALEJO EN CALI.

Yesid Aguilar Lemus¹

yeal76@yahoo.es

Ingeniero Ambiental

Universidad Tecnológica del Choco

Carlos Arturo Madera²

carmadera@gmail.com

Ingeniero sanitario

Universidad del Valle

RESUMEN

En este trabajo es un estudio sobre el mejoramiento de la calidad microbiológica del biosólidos producido en la Planta de Tratamiento de Aguas residuales de Cañaveralejo de Cali para su uso en la Agricultura. Se como alcalinizante: cal viva. Durante 13 días de proceso, se midieron variables de seguimiento como pH, humedad y temperatura, adicionalmente se determino la presencia de *salmonella* y huevos de helmintos. Con los resultados obtenidos se realizaron comparaciones con los valores arrojados por la investigación, la normatividad y la literatura científica.

Los resultados obtenidos mostraron que el biosólido de la planta de tratamiento de aguas de Cañaveralejo, puede ser tratado con cal viva o cal hidratada, con una dosis mínima del 9%. Con la cual se obtiene un biosólido con características óptimas para ser aprovechado para la siembra de plantas como maní forrajero.

Palabras claves: biosólidos, alcalinizantes, aguas residuales.

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones relacionadas con el manejo de lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales, se inician a comienzos del siglo XX cuando surgen los procesos para tratar las aguas residuales y la generación de grandes volúmenes de lodos. El manejo de los lodos ha evolucionado durante los últimos 50 años en la búsqueda de alternativas para la disminución de sus costos de tratamiento y disposición final, los que hoy representan el 50% del costo total del tratamiento de las aguas residuales. (Wáter Environmental Federation, 2000)

II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

La producción de lodos crece constantemente con el aumento de la población. Existe la necesidad de construir nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales en diferentes localidades, con el fin de regular y minimizar el riesgo de contaminación ambiental. En la actualidad, los estudios se enfocan a la búsqueda de alternativas para la transformación del lodo en un material útil para ser dispuesto en el suelo, debido a que cada vez son menores los espacios para la construcción de sitios de disposición final, asociados a los problemas de contaminación atmosférica generada por la incineración de éstos residuos y a que los métodos tradicionales de manejo de los lodos son cada vez más complejos y costosos. (CornellWaste Management Institute, 1996)

El aumento de la población mundial, exige una protección del medio ambiente que esté acorde con las altas producciones de contaminantes que deterioran el entorno, debido a ello, se deben realizar estudios que apunten al desarrollo de métodos que permitan proteger el medio ambiente y la salud de las personas, quienes al final, sufren las mayores consecuencias de los problemas que se presentan en el ambiente.

Actualmente en Colombia, las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) generan alrededor de 274 toneladas de biosólidos al día. El 97% de esta producción es generada por tres plantas: el salitre (Bogotá), Cañaveralejo (Cali) y San Fernando en (Medellín) (Daguer G. 2003). La planta de tratamiento de aguas residuales de la ciudad – de Cali (PTAR – C), produce 100 toneladas diarias de biosólidos (EMCALI – UNIVALLE, 2006), los cuales, inicialmente se utilizaron para cobertura de los vasos 1, 2 y 3 del botadero de basuras de Navarro, sin aplicarles un tratamiento adecuado antes de utilizarlos. En la actualidad, los biosólidos generados en la planta de tratamiento de aguas residuales de Cali, son depositados en un mono relleno que se adecuó para su disposición, al cual se le aplica cal hidratada con el fin de reducir los olores y la presencia de mosquitos que generan incomodidad a la población que vive en los alrededores al sitio.

Se han realizado trabajos sobre mejoramiento de la calidad microbiológica de los biosólidos de la PTAR C, de los cuales el grupo de investigación Estudio y Control de la Contaminación Ambiental (ECCA) de la Universidad del Valle, desarrolló una investigación denominada “*Alternativas de Reducción de Patógenos en el Compost Producido con biosólidos de la Planta de Tratamiento de aguas Residuales de Cañaveralejo en Cali, para el Aprovechamiento Agrícola*”, con resultados importantes, donde se determinó una dosis de cal del 15% para el tratamiento de los biosólidos de la PTAR C de Cali (Uribe. 2005)

MÉTODOS

ETAPA I: Determinar la dosis óptima de alcalinizante cal viva (CV), cal hidratada (CA) y/o ceniza (CN), a nivel de materas para reducir el contenido de agentes indicadores (Salmonella, Coliformes totales y fecales, huevos de helmintos) presentes en el biosólido.

Para el desarrollo del proyecto se partió de la metodología planteada por Madera et., al (2006), en el estudio “Reducción de patógenos en compost de biosólidos de la Pta de Cali”. Para el desarrollo de este estudio se utilizó biosólido con una humedad del 50%, con la finalidad de mejorar la maniobrabilidad del material.



Figura 1. Secado, empacado y pesaje del biosólido

El biosólido fue recogido y empacado en bolsas de polipropileno para facilitar el pesaje en cantidades de 20 kg. Las bolsas se llevaron a los respectivos cajones, los cuales se ubicaron de acuerdo a una distribución normal y aleatoria con el fin de obtener respuesta al diseño planteado. A cada cajón (matera) se le adicionaron 20 kg de biosólido, posteriormente se adicionó la dosis de alcalinizante respectiva de acuerdo al porcentaje asignado a cada tratamiento. Tanto la cal viva como la cal hidratada utilizada en este ensayo fueron debidamente trituradas más o menos a 2mm, con el fin de favorecer la homogeneidad y el manejo de la mezcla.

II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'



Figura 2. Distribución de cajones y triturado de cal.

Los tratamientos utilizados para el estudio son los siguientes:

Tabla 1. Tratamientos en porcentajes de cal viva, cal hidratada y ceniza utilizada en la investigación.

Tratamiento	Cal viva (%)	Cal hidratada (%)
1	6	6
2	9	9
3	12	12
4	15	15

Repartidos el alcalinizante en sus respectivos cajones se procedió a mezclarlos con el biosólidos hasta homogeneizarlos completamente. La homogenización consistió en voltear manualmente los materiales dentro de los cajones (Figura 3) hasta homogenizarlos. Una vez terminado este proceso, se inició el seguimiento diario de las diferentes variables de medición, pH, humedad, microbiológicas, fisicoquímica, y temperatura, a las diferentes unidades experimentales.



Figura 3 Mezcla de materiales y toma de datos

Las variables de seguimiento medidas en esta etapa y en la segunda se presentan en la siguiente tabla (Tabla2).

Tabla 2 Variables y frecuencia del seguimiento del proceso etapa I y II

Variable	Frecuencia de muestreo	Forma de medición
----------	------------------------	-------------------

II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

Variables de campo		
pH	DIA 0: ocho (8) veces. Una cada Hora durante el día DIA 1, 2, 3, 4, 5, 6: tres (3) veces cada dos horas durante todo el Día. Día 7,8,9,10,11,12,13:una vez al día	Medición con pH – metro de campo a una solución de 10g de muestra, diluidas en 100 ml de agua
Temperatura	DIA 0: ocho (8) veces. Una cada Hora durante el día. DIA 1, 2, 3, 4, 5, 6: tres (3) veces cada dos horas durante todo el Día. Día 7,8,9,10,11,12,13:una vez al día	Con termómetro de bulbo largo. La temperatura registrada pertenece a diferentes puntos tanto de las materas como de las pilas.
Humedad	Una vez los días 0, 1, 3, 5, 8, 11 y 13	Modelo 2540 de AWWA. muestras sometidas a 105 °C por 24 horas

ETAPAAII: Valoración a nivel piloto, la dosis óptima de alcalinizante para reducción de agentes indicadores. (Salmonella, Coliformes totales y fecales, huevos de helminto) presentes en el biosólido

Con los resultados de la primera etapa se determinó evaluar en pilas de 0.5t de biosólidos, con el fin de evaluar el comportamiento y definir la posibilidad de utilizar este método para el tratamiento de los biosólidos de la planta de tratamiento de Cali. Se redujo la humedad del biosólido a 50%. Para el montaje de las pilas se pesó el material y se apiló en unidades de 0.5 ton, procedimiento que se realizó mediante el uso de una báscula. Se pesaron las cantidades de biosólidos y las respectivas cantidades de alcalinizante (45 kg) para cada pila lo que corresponde al 9%. En la tabla 3, se observa el porcentaje alcalinizante aplicado al ensayo

Tabla 3. Sustrato y porcentaje de cal viva y apagada en la segunda etapa de investigación

Sustrato	Tratamientos
Biosólidos seco (500Kg)	Testigo. Biosólido
	cal hidratada - 9%
	cal viva 9%

Se montaron seis pilas distribuidas de manera aleatoria, con la finalidad de realizar el respectivo monitoreo y seguimiento de las diferentes variables (ver Figura 4). El seguimiento se realizó de la misma forma que en la etapa anterior, solo se modificó la toma de muestras microbiológicas, que en este caso se midió los días 0, 3 y 13.

II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'



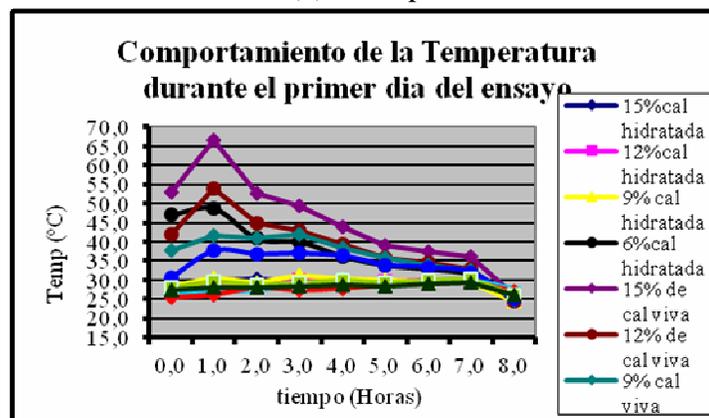
Figura 4 Montaje de las pilas

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

DETERMINACION DE LA DOSIS ÓPTIMA

Temperatura

La figura 5 muestra que el biosólido, presentó durante el primer día y a las primeras horas del ensayo los mayores valores de temperatura, correspondiente a las concentraciones de cal con porcentajes de 15, 12, 9 y 6%. Lo que indica que las diferentes dosis de cal viva presento un incremento importante al mezclarse con el biosólido. De acuerdo con la figura 5, los tratamientos con ceniza presentaron valores bajos durante las primeras horas del ensayo, los cuales no son representativos para la eliminación patógenos de los biosólidos. Esto comparado con la EPA 2003 en donde se establece que para remover patógenos de un biosólido se debe incrementar la temperatura hasta 53°C durante dos (2) horas para realizar una buena estabilización.



II CONFERENCIA INTERNACIONAL

'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

Figura 5. Comportamiento de la temperatura durante el primer día del ensayo

A partir de la cuarta hora del primer día, la temperatura disminuyó para los tratamientos con cal, los cuales, se mantuvieron con un comportamiento decreciente entre todos los tratamientos, excepto, los tratamientos donde se aplicó ceniza, los cuales presentaron un comportamiento igual desde el día del inicio del ensayo hasta el final, lo que descarta continuar con los ensayos para estos tratamientos.

Los tratamientos con cal viva, obtuvieron los mayores valores de temperatura, valores entre 36,8 y 66,5. Es posible que estos se haya presentado debido a la reacción exotérmica que ocurre al mezclar la cal viva con el biosólido, este comportamiento es similar al obtenido en el estudio realizado por Jiménez et, al, (2002), donde se determinó que a la hora de establecer las dosis para lograr la estabilización de los biosólidos, es importante tener en cuenta el contenido de agua presente en el lodo. En general para los lodos con mayor contenido de sólidos, la dosis de cal es mayor que para lodos de bajas sequedad.

Los resultados encontrados se comportaron similarmente a los reportados por Madera et al, (2001), donde las temperaturas aumentaron en las primeras horas y luego decrecieron paulatinamente hasta el día final del ensayo, los tratamientos de cal hidratada y cal viva mostraron comportamientos relevantes. La ceniza generó valores muy bajos, los cuales, mostraron que la ceniza aparentemente no es un material que permita ser útil para la estabilización de los biosólidos generados en la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales de Cañaveralejo en Cali.

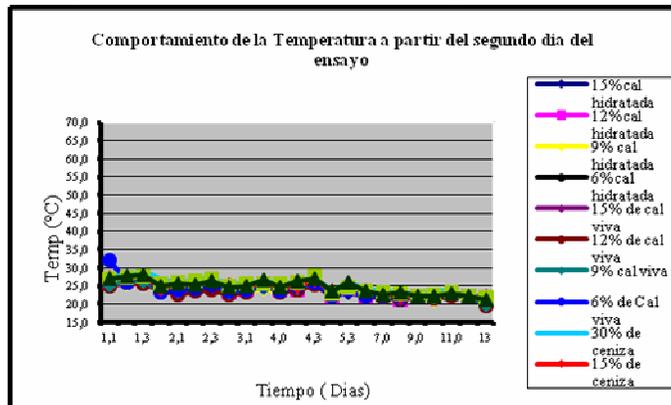


Figura 6. Comportamiento de la temperatura a partir del segundo ensayo

Esta investigación muestra que aparentemente, la ceniza procedente del ingenio azucarero (INCAUCA) no posee características importantes para la estabilización de los biosólidos de la PTAR - C, debido a que no genera cambios importantes que permita elevar la temperatura del sustrato y así eliminar considerablemente los

II CONFERENCIA INTERNACIONAL

'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

patógenos. Por lo tanto la ceniza proveniente del ingenio azucarero Incauca no genera resultados importantes para el mejoramiento de los biosólidos de la Ptar C.

Humedad

Como se evidencia en la figuras 7, la humedad a partir del día cero, muestra un decaimiento importante para todos los de tratamientos, en comparación con los valores reportados por Moller 2005, tomado de Emcali 2006; y Jiménez et al, (2001), se puede decir que a mayor porcentaje de humedad se requiere mayor cantidad de cal. Es importante anotar que en esta investigación se disminuyo la humedad del biosólidos, lo que pudo incidir en la higienización del material generado en la PTAR - C. La figura 5 muestra que a mayos porcentaje de cal viva, mayor será la remoción de humedad, llegando a remover hasta 33% en el mejor de los casos, lo cual indica que a mayor cantidad de cal viva, hay un aumento en la temperatura del biosólido, lo cual favorece la evaporación del agua o el secado natural.

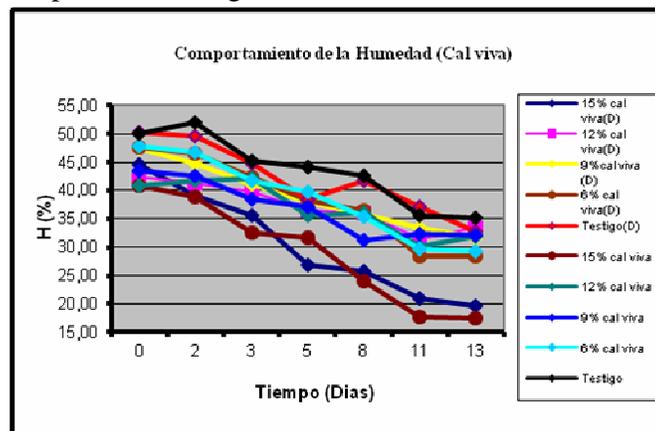


Figura 7. Comportamiento de la humedad (cal viva)

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados encontrados en este estudio se puede concluir lo siguiente:

- ✓ Los resultados indican que el tratamiento desinfecta el biosólido respecto a los indicadores de contaminación fecal evaluados en este estudio y generan un material apto para utilizarlo en la agricultura sin ninguna restricción
- ✓ Se determino que con una dosis mínima del 9% de cal viva o apagada se pueden higienizar los Biosólidos de la planta de tratamiento de aguas residuales de Cañaveralejo en un tiempo de 14 días.

II CONFERENCIA INTERNACIONAL

'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

- ✓ La ceniza procedente del ingenio INCAUCA utilizada en la investigación no generó efectos importantes para el mejoramiento de la calidad microbiológica de los Biosólidos de la Planta de Tratamiento de Aguas de Cañaveralejo.
- ✓ Se corrobora que con una dosis 9% de cal viva ó cal hidratada, aplicada a pilas de 0.5 toneladas, se aumento el pH a valores mayores a 12 unidades, lo que permitió la disminución de organismos patógenos, y se alcanzo un biosólido clase A, el cual puede ser utilizado en actividades agrícolas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Araque M., Rodríguez C (2006).** Evaluación de los tratamientos Térmico y Alcalino en la Desinfección del lodo generado en la PTAR El Salitre. Universidad de los Andes, Bogotá. Colombia.
- **Cornell Waste Management Institute 1996.** *Fact Sheet 6: The Beneficial Uses of Biosolids/Sludge* [online]. New York: Cornell Waste Management Institute.
- **Daguer 2003.** Biosolidos y su gestión en Colombia, artículo revista Acodal, 202.
- **EPA (Environmental Protection Agency.) 2003** -. Biosolids technology fact sheet; Use composting for Biosolids Management.
- **EMCALI (Empresas Municipales de Cali). 2006.** Informes ejecutivos de operación años (2003 – 2006). Gerencia de acueducto y alcantarillado. Santiago de Cali.
- **EPA (2003)** Biosolids technology fact sheet; composting for Biosolids management.
- **Jimenez, B., Maya, C., Sanchez, E., Romero, A., Lira, L. (2001)** Comparason of the quality of the microbiological content of sludge in countries with low and high content of patogens. *Sludge management; regulation, treatment, utilization and disposal.*
- **Jiménez B, Barrios J y Maya C (2002).** estabilización alcalina de lodos generados en un tratamiento primario avanzado. Instituto de Ingeniería UNAM, Apartado Postal 70-472, Ciudad Universitaria, 04510.
- **Madera C., Peña M., Mara, D. y Muñoz, N. (2001)** Treatment and disinfection of biosolids from anaerobic ponds: lime application or natural drying?. P 761 – 765. En: *Waste Stabilisation Ponds: Pond Technology for the New Millennium, Conference.* Nueva Zelanda.

II CONFERENCIA INTERNACIONAL 'Gestión de Residuos en América Latina, GRAL 2011'

- **Moeller G., Ferat C. y López R (2005).** Aplicación de procesamiento térmico y alcalino para la desinfección de lodos residuales primarios un estudio comparativo. 27 Congreso Interamericano de Engenharia Sanitaria e Ambiental. AIDIS.
- **Torres, P., Madera, C (2008).** Estabilización alcalina de Biosólidos compostados de plantas de tratamiento de aguas Residuales Domesticas para su aprovechamiento en la agricultura. Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín 61(1):4432-4444.
- **Uribe, I (2005).** Evaluación de biosólidos de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) Cañaberales de Cali. Tesis de Maestría.
- **WaterEnvironmentFederation (2000)** (Estados Unidos). *Biosolids Success Stories*[online]. Available from the World Wide Web: <<http://www.biosolids.org/docs/source/contents.pdf>>.