

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE INGENIERIA**



**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE LODOS TEXTILES INDUSTRIALES CRUDOS EN LA PRODUCTIVIDAD Y COMPOSICION QUIMICA DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa*)**

Por:

Alex Gomez Mendez

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrícola y Ambiental

Buenavista, Saltillo, Coahuila

Diciembre 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE INGENIERIA

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE LODOS TEXTILES INDUSTRIALES CRUDOS EN LA PRODUCTIVIDAD Y COMPOSICION QUIMICA DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa*)

Por:

Alex Gomez Mendez

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como

Requisito Parcial para Obtener el Titulo de:

Ingeniero Agrícola y Ambiental

Aprobado por:

DR. Adalberto Benavides Mendoza

Asesor principal

MC. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coordinador de la División de Ingeniería

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



División de  
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Diciembre 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE INGENIERIA

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE LODOS TEXTILES INDUSTRIALES CRUDOS EN LA  
PRODUCTIVIDAD Y COMPOSICION QUIMICA DE LA LECHUGA (*Lactuca sativa*)

Por:

Alex Gomez Mendez

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como

Réquisito Parcial para Obtener el Titulo de:

Ingeniero Agrícola y Ambiental


Aprobado por:

  
DR. Adalberto Benavides Mendoza

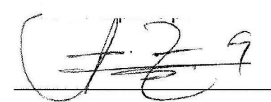
Asesor principal

  
MC. Alejandra Rosario Escobar Sánchez

Sinodal

  
DR. Edmundo Peña Cervantes

Sinodal

  
MC. Luis Rodríguez Gutiérrez

Coordinador de la División de Ingeniería

Universidad Autónoma Agraria  
"ANTONIO NARRO"



División de  
Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Diciembre 2012

| <b>INDICE</b>   | <b>Páginas</b> |
|---|----------------|
| I. RESUMEN.....   | vii            |
| II. INTRODUCCIÓN.....   | 1              |
| OBJETIVOS.....  | 4              |
| Objetivo general.....   | 4              |
| Objetivos específicos.....                                      | 4              |
| HIPÓTESIS.....  | 4              |
| III. REVISIÓN DE LITERATURA.....                                | 5              |
| Antecedentes o problemática de los lodos.....                   | 5              |
| Origen de los lodos industriales.....                           | 6              |
| El problema de los lodos industriales o residuales.....         | 6              |
| Tratamiento de los lodos.....                                   | 8              |
| Importancia de la reutilización de los lodos residuales.....    | 10             |
| Uso de los lodos residuales o biosólidos en la agricultura..... | 12             |
| Lodo industrial textil.....                                     | 14             |
| Cultivo de lechuga.....   | 15             |
| Trabajos realizados.....  | 20             |
| IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....                                   | 22             |
| V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                  | 28             |
| Análisis de metales pesados del lodo industrial textil.....     | 28             |
| Análisis microbiológico del lodo industrial textil.....         | 28             |
| Análisis fisicoquímico del lodo industrial textil.....          | 29             |
| Peso de las Plantas.....  | 31             |
| Contenido de vitamina C en hojas de lechuga.....                | 33             |

|   |    |
|---|----|
| Capacidad antioxidante totales .....  | 34 |
| Contenido de minerales en hojas de lechuga.....                                   | 36 |
| Contenido de microorganismos patógenos y metales pesados en hoja de lechuga. .... | 38 |
| VI. CONCLUSION .....  | 41 |
| LITERATURA CITADA.....  | 42 |

## INDICES DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. Clasificación de los biosólidos respecto a límites máximos permisibles de metales pesados, parásitos y patógenos (NOM-004-SEMARNAT-2002) ..... | 13 |
| Cuadro 2. Valor nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia .....  | 17 |
| Cuadro 3. Fuentes de fertilizantes y sus respectivas dosis para la preparación de la Solución Steiner al 100% para 1000 L de agua.....                   | 24 |
| Cuadro 4. Calendario de actividades durante el monitoreo del cultivo de lechuga. ....  | 24 |
| Cuadro 5. Contenido de metales pesados en los lodos industriales textiles.....   | 28 |
| Cuadro 6. Análisis microbiológico de los lodos industriales textiles.....  | 29 |
| Cuadro 7. Salinidad y sodicidad extracto de saturación .....   | 29 |
| Cuadro 8. Análisis físico del lodo industrial textil. ....   | 30 |
| Cuadro 9. Análisis de fertilidad del lodo industrial textil.....   | 31 |
| Cuadro 10. Contenido de microorganismos patógenos en hoja de lechuga. ....   | 39 |
| Cuadro 11. Contenido de metales pesados ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) en hoja de lechuga.....  | 40 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Efecto de la aplicación de lodos industriales textiles en el peso fresco y seco en plantas de lechuga. Los promedios con la misma literal no fueron estadísticamente diferentes según Tukey ( $P \leq 0.05$ ).....                   | 33 |
| Figura 2. Efecto de la aplicación de lodos industriales textiles en el contenido de vitamina C en plantas de lechuga. Los promedios con la misma literal no fueron estadísticamente diferentes según Tukey ( $P \leq 0.05$ ).....              | 34 |
| Figura 3. Efecto de la aplicación de lodos industriales textiles en la capacidad de antioxidantes totales en plantas de lechuga. Los promedios con la misma literal no fueron estadísticamente diferentes según Tukey ( $P \leq 0.05$ ). ..... | 35 |
| Figura 4. Efecto de la aplicación de lodos industriales textiles en el contenido de macronutrientes en plantas de lechuga. Los promedios con la misma literal no fueron estadísticamente diferentes según Tukey ( $P \leq 0.05$ ). .....       | 37 |
| Figura 5. Efecto de la aplicación de lodos industriales textiles en el contenido de micronutrientes en plantas de lechuga. Los promedios con la misma literal no fueron estadísticamente diferentes según Tukey ( $P \leq 0.05$ ). .....       | 37 |

## INDICE DE ANEXOS

|   |    |
|---|----|
| ANEXO 1. Estudio CRETIB de los lodos textiles.....                | 52 |
| ANEXO 2. Análisis de las muestras de lechuga con lodo textil..... | 60 |
| ANEXO 3. Análisis fisicoquímicos del lodo industrial textil.....  | 75 |

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro “**Mi Alma Terra Mater**” por abrirme sus puertas, por haberme brindado la oportunidad de formarme en sus aulas y por permitir realizar mi mayor meta, mi formación profesional.

Al DR. Adalberto Benavides Mendoza por haberme dado la oportunidad de trabajar en dicha investigación.

Al DR. Edmundo Peña Cervantes por su tiempo y consejos para la culminación de dicho trabajo.

A la M.C. Alejandra Rosario Escobar Sánchez por su tiempo para la revisión y culminación de dicho trabajo

Al ING. William Narvárez Ortiz por todo el apoyo brindado durante todas las etapas de la investigación.

Al ING. José Luis Guerrero Ortiz por su gran apoyo durante mi estancia en esta casa de estudio.

## ***DEDICATORIA***

### ***A Dios.***

Por haberme permitido llegar hasta este momento y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

### ***A la Virgen de Guadalupe.***

Madre santa gracias por cuidarme y protegerme cada día de mi vida, por haber bendecido mi camino para culminar mis estudios.

### ***A MIS PADRES.***

**José David Gomez Lázaro y Beatriz Mendez Nuricumbo:** porque creyeron en mi y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y por el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo ir hasta el final. Va por ustedes, por lo que valen, por que admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí. Los Amo

**Mis Abuelos: David Mendez Balbuena (†) Rosalia Nuricumbo Vazquez (†).** Que aunque ya no están conmigo gracias por todo su cariño y por las muestras de apoyo que siempre me dieron. **David Gomez Aleman** gracias por sus consejos y por su cariño, esto también va por ustedes.

**A mis Hermanas: María Victoria, Ana Gabriela y Cecilia.** Gracias por estar conmigo y apoyarme siempre, las quiero mucho.

**Mis Sobrinos: Christopher A, Carmelita, Beatriz N, María B y Regina** que son parte de mi vida, mi razón de ser y mi gran motivación para seguir adelante.



**A mis Tíos (as): Araceli, Mariney, Luci, Verónica, Asunción, Clari, Fernando, Efraín, Rogelio, Gilberto.** Gracias por todo su cariño y amor que me han brindado y por su gran apoyo incondicional.

**Ariana V. García Gonzales.** Gracias por tus consejos, por tu gran apoyo, por estar conmigo siempre y por el gran cariño que me has dado.

**Mis Amigos y Compañeros de trabajo: Joaquín, Sergio, Héctor, Avier, Braulio, Carlos, Geovany y Eddy.** Amigos de infancia y de toda la vida, gracias por todo su apoyo. De igual manera a: **Jairo, Mónica, Dago, Freddy y Daniel, Roky.** Mas que compañeros de trabajo también muy buenos amigos. Muchas gracias por todo su apoyo.

## I. RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la aplicación de lodos industriales crudos, aplicados en el sustrato de crecimiento de lechuga sobre las características de calidad y composición química. La investigación se realizó en el área de invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Se utilizaron lodos textiles industriales crudos de la empresa Fabrica La Estrella, S.A. de C.V. (FLESA) productora de mezclilla ubicada en el municipio de Parras de la Fuente, Coahuila, los lodos fueron mezclados con sustrato de peat moss y perlita (70:30 v/v) en concentración de 0, 5, 10, 15, 20%, las mezclas fueron colocadas en macetas de plástico de 14 L. Se utilizaron plantas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) de la variedad "Great Lakes", las plántulas fueron trasplantadas en las macetas 20 días después de la siembra con la mezcla de lodos y sustrato, para la nutrición se utilizó solución Steiner, el diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 15 repeticiones siendo la unidad experimental una maceta con una planta. Los resultados indicaron que para la variable de biomasa el testigo fue el tratamiento que obtuvo el mayor promedio, mientras que para el contenido de vitamina C los valores más altos se obtuvieron con el tratamiento con 20% de lodo, y con el tratamiento de 5% se encontró la concentración más alta de antioxidantes totales, el tratamiento al 15% mostró los mejores resultados en concentración de N y P, mientras que para K los mejores resultados se dieron en el tratamiento del lodo al 10%, para el Ca se presentó mejor resultado en el tratamiento al 20% y el contenido de Na se presentó

mayor concentración en el tratamiento del lodo industrial al 5%. Para el caso del contenido de microorganismos patógenos en lechuga presentó los mismos valores en todos los tratamientos, para el caso de Salmonella se presentó en todos los tratamientos en cantidades similares a pesar que en el análisis del lodo industrial y agua de riego presentaron ausencia de esta bacteria. Para el contenido de metales pesados en las hojas de lechuga el Cr, Cu, Pb, Hg y Ni no se hicieron presentes mientras que el Zn se presentó en todos los tratamientos por debajo de norma.

**Palabras claves:** *lodos textiles, antioxidantes, metales pesados, patógenos.*

## SUMMARY

The objective of the present study was to determine the effect of the application of raw industrial sludge, applied on the substrate of growth of the lettuce on the characteristics of quality and chemical composition. The research was conducted in the area of the Department of horticulture at the greenhouse of the Agrarian University Antonio Narro, located in Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico. Industrial textile raw sludge were used from the company "*Fábrica La Estrella*", S.A. de C.V. (FLESA) producer of Jean located at the municipality of *Parras de la Fuente*, Coahuila, the muds were mixed with substrate of peat moss and perlite (70:30 v/v) at concentrations of 0,5, 10, 15, 20%, the mixtures were placed in plastic pots of 14 L. Lettuce plants (*Lactuca sativa* L.) were used of the "Great Lakes" variety, seedlings were transplanted into pots 20 days after planting with the mixture of sludge and substrate, a solution Steiner was used for nutrition, the experimental design was completely random with 15 repetitions being the experimental unit a plant pot. Results indicated that for the biomass variable, the witness was the treatment that obtained the highest average, while for the vitamin C content the highest values were obtained with 20% of sludge treatment, and for the treatment of 5% with the highest concentration of total antioxidants, the treatment to the 15% showed best results in N and P concentration, while for K best results occurred in the sludge treatment at 10%, for the Cait presented better result in treatment to the 20% and the Na content presented highest concentration in the treatment of industrial sludge to the 5%. In the case of the content of pathogenic microorganisms in lettuce, it presented the same values in all treatments; in the case of Salmonella it was present in all treatments in

similar quantities although in the analysis of industrial sludge and irrigation water there was a clear absence of this bacterium. For the content of heavy metals in lettuce leaves the Cr, Cu, Pb, Hg and Ni weren't present whereas the Zn was present in all the treatments below its standard.

**Keywords:** textilesludge, antioxidants, heavy metals, pathogens.

## II. INTRODUCCIÓN.

Las diferentes actividades humanas producen aguas residuales, las cuales después de un proceso de tratamiento, contienen grandes cantidades de sólidos orgánicos suspendidos llamados lodos residuales (Coker *et al.*, 1991). El problema de los lodos residuales se ha enfocado en su disposición en un medio aceptable ya que se depositan en terrenos o se entierran y sus productos tóxicos, pasan al suelo o a los cuerpos de agua e incluso se introducen en la cadena trófica (Jokela *et al.*, 1990).

En los Estados Unidos de América (EUA) del total de los residuos industriales generados, se usaban menos del 50% y en la agricultura se empleaban menos del 1% (EPA, 1997). En el norte de México donde los suelos predominantemente calcáreos, existen 62 plantas de tratamiento de agua residual, que producen alrededor de 475, 000 t de lodo industrial (95, 000 t en base seca), las cuales pueden utilizarse como fertilizante en cultivos industriales y forrajeros en alrededor de 10, 000 ha, (Uribe, 2001).

En nuestro país la NOM-004-SEMARNAT-2002 regula las especificaciones con que debe cumplir cualquier material, lodo o biosólido, antes de su disposición final o aprovechamiento. Del mismo modo, el INIFAP tiene bien desarrollado el modelo de utilización y aplicación de lodos residuales urbanos en suelos agrícolas (Uribe y Chaves, 2000).

El uso agrícola de estos residuos orgánicos, ya sea de forma directa como lodo crudo o bien transformados en productos con alto contenido de materia orgánica

estabilizada (composta) ha conducido a la valoración de estos materiales, fundamentalmente en lo relativo a su capacidad de mejorar la calidad y la cantidad de materia orgánica (valor enmienda) y el contenido de nutrimentos (valor fertilizantes) de suelos agrícolas (Cuevas y Walter, 2004).

El efecto beneficioso del uso de biosólidos en la agricultura no se limita solo a las propiedades químicas de los suelos. Ha sido demostrado por numerosos autores que además de esta, las propiedades físicas, físico- químico y biológico de los suelos también se ven mejorados con la adición de estos residuos (Benítez, *et al.*, 2001). Estas mejoras incrementan la biomasa y el rendimiento de los cultivos (Cogger *et al.*, 2001). Sin embargo, es necesario considerar que dentro de estos lodos hay elementos y/o sustancias que pueden ser potencialmente tóxicos, tanto para las plantas como para los animales. Entre estos elementos se encuentran principalmente a los metales pesados como el Cd, Pb, Zn, Mn, Cu, Ni, Cr y Hg, que en dosis elevadas pueden causar toxicidad a lo largo de la cadena trófica (Chang *et al.*, 1981; Sadovnikova *et al.*, 1993).

Por tal motivo el uso de los lodos industriales textiles son una alternativa atractiva para su aprovechamiento desde el punto de vista agrícola, proporcionando por una parte un beneficio ambiental al trasladarse los subproductos a una actividad productiva, disminuyendo así su impacto ecológico y la necesidad de confinamiento; por otro lado se obtiene un beneficio agrícola al modificar, manipular o incorporar los lodos en los sustratos o suelos para su aprovechamiento de los insumos nutrimentales que contienen. Los subproductos sólidos que provienen de las plantas

de tratamientos de aguas residuales textiles poseen características muy diversas, de tal forma que de acuerdo a su perfil químico y biológico pueden tener diferentes destinos; algunos de ellos son susceptibles de ser reutilizados o revalorizados como mejoradores de suelos. En otros casos pueden destinarse a la recuperación y reciclaje de elementos que lo componen o bien a una reutilización posterior; en el peor de los casos algunos lodos deben ser manejados de forma cuidadosa para ser dispuestos en confinamiento especiales bajo la denominación de residuos peligrosos (Benavides *et al.*, 2007).



## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general.**

Determinar el efecto de la aplicación de lodos industriales crudos, aplicados en el sustrato de crecimiento, sobre las características de calidad y composición química de la lechuga.

### **Objetivos específicos.**

Verificar si el uso de lodos textiles modifica la biomasa y peso fresco de las plantas de lechuga.

Determinar el cambio en la calidad nutricional de las hojas de lechuga originado por la aplicación en el sustrato de lodos textiles crudos de la empresa FLESA.

Determinar el efecto de la aplicación en el sustrato de lodos textiles crudos de FLESA sobre el contenido de microorganismo y metales pesados en las hojas de lechuga.

## **HIPÓTESIS**

Al menos un tratamiento de los lodos textiles crudos tiene un efecto positivo en la calidad nutricional, producción y composición química de la lechuga.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### **Antecedentes o problemática de los lodos**

El incremento de la población mundial, asociado con la necesidad de mejorar su calidad de vida, cubrir la creciente demanda de servicios y aumentar la producción de alimentos, ha ocasionado considerables alteraciones al medio ambiente. Desde este punto de vista, la conservación de los ecosistemas depende de un esfuerzo de todos los sectores de la sociedad, que de una u otra manera, generan desechos que contaminan al ambiente (Bautista, 2009).

A nivel mundial el crecimiento demográfico y las exigencias de agua para uso domestico e industriales hacen que los volúmenes de aguas negras se incrementen (Potisek *et al* 2010). En México, de acuerdo a la ley general de equilibrio ecológico y protección al ambiente, las ciudades con más de 50 000 habitantes, deben cumplir con la norma oficial mexicana NOM-001.ECOL-1996 (SEMARNAT, 1996), la cual establece los límites permisibles de contaminantes en el agua residual para ser vertidas en cuerpos de agua y bienes nacionales.

El manejo y disposición de este residuo se vuelve más complejo debido a la gran cantidad que se genera. Tan solo en México se estima que la producción asciende a más de 12 millones de toneladas por año (Colin *et al.*, 1994); mientras que la comunidad europea reporto para 1990 una producción de 7.1 millones de toneladas de solido secos por año (Lue-Hing *et al.*, 1996). La disponibilidad de sitios adecuados y seguros para la disposición final y los costos de trasportación se suman a esta problemática.

## **Origen de los lodos industriales**

Los lodos provienen de tratamiento de aguas residuales y son producto de la concentración de sólidos contenidos en el afluente (lodos primarios), o de la formación de nuevos sólidos suspendidos (lodos activados) resultantes de los sólidos disueltos del agua residual (Morales, 2005). Estos lodos son compuestos orgánicos sólidos, semisólidos o líquidos producidos durante el proceso de tratamiento mecánico, biológico y/o químico de purificación de las aguas servidas (Marambio y Ortega, 2003).

Las plantas de tratamientos de aguas residuales generan grandes cantidades de lodos mismos que contienen grandes cantidades de materia orgánica, microorganismos, macro y micro nutrientes, metales pesados y agua (Cuevas *et.al.*, 2006) La norma oficial mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002 los define como sólidos con un contenido variable de humedad, provenientes de desazolves de los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, de las plantas potabilizadoras o de las plantas de tratamiento de aguas residuales, que no han sido sometidos a procesos de estabilización.

## **El problema de los lodos industriales o residuales**

En México el principal problema que afecta a los lodos es el alto contenido microbiológico que presentan (Barrios *et al.*, 2000).

No obstante, los lodos o biosólidos es el resultado de un proceso de estabilización, actualmente representa un problema de tipo ambiental debido a su

contenido de contaminantes como metales pesados y micro-organismos patógenos (Figueroa, 2002)

Los lodos residuales, sin importar su origen contienen metales pesados, aunque su concentración varia, aun así estos son una fuente de contaminación significativa en México. Los agentes y las vías de contaminación por metales pesados en las aguas residuales de origen urbano son igualmente diversos, destacando los vertidos ilegales en la red de alcantarillado de aceites lubricantes usados con alto contenido de plomo, pilas botón con elevados niveles de níquel, cadmio o mercurio y, sobre todo, los procesos industriales (Chicón, 2000).

Los lodos residuales afectan directa e indirectamente a la salud humana, dado que el origen de las aguas residuales es diverso; por lo que en los lodos, se acumulan patógenos, elementos tóxicos y además, malos olores por la expedición de gases. A pesar de que algunos elementos son necesarios para el funcionamiento del cuerpo humano, los metales pesados en altas concentraciones pueden afectar órganos internos, como es el caso del Cu, Pb y Cd, las cuales pueden provenir de diversas fuentes incluyendo la alimentación (Martínez, 2004).

Aunque no hay incidencia de la enfermedad a partir de la aplicación al suelo de residuos tratados se ha descrito, las bacterias, virus y parásitos asociados con los lodos de aguas residuales (Pahren *et al.*, 1979, Hays, 1977.). La preocupación radica en la transferencia de patógenos a los humanos o los animales de pastoreo que ingieren plantas con superficies contaminadas o enmendadas con lodos residuales (Kelley *et al.*, 1984).

## **Tratamiento de los lodos.**

El tratamiento de los lodos tiene por fin obtener un producto de volumen reducido, que no sea perjudicial, que se pueda confinar fácilmente sin que ello represente un peligro para el medio ambiente y finalmente, si es posible, aprovecharlo.

Para el tratamiento de los lodos se realiza una secuencia de procesos que se describen a continuación.

### **Espesamiento.**

Consiste en una disminución del volumen del lodo por acción de la gravedad o de un modo mecánico, con lo cual se obtiene un material más homogéneo y tiene además la ventaja de que se requiere menos espacio en las etapas posteriores de su tratamiento.

### **Estabilización**

Es un tratamiento biológico, en el cuál la materia orgánica es degradada por acción de microorganismos. Su objetivo principal es obtener un lodo menos oloroso y putrescible a la vez que disminuye el contenido de organismos patógenos. El proceso de estabilización puede llevarse a cabo en condiciones aerobias o anaerobias.

Estabilización aerobia.- También llamado digestión aerobia, está basado en el principio de que, cuando los microorganismos carecen de un aporte externo de

alimento o este es inadecuado, metabolizan su propia maza celular. La digestión aerobia incluye la oxidación directa de cualquier tipo de materia biodegradable y la oxidación del material celular por los microorganismos. Esta segunda etapa se conoce como respiración endógena y es la reacción predominante de la digestión aerobia.

La estabilización aerobia supone la destrucción de una parte de la materia orgánica del lodo que se transforma en  $\text{CO}_2$ . La reducción de materia orgánica es del orden del 30-35% con una estabilización menor que en la digestión anaerobia. Además se produce una mineralización del nitrógeno orgánico, que se transforma en su mayor parte en forma amoniacal y parcialmente en forma nítrica.

La digestión aerobia se lleva a cabo en cubas abiertas en las que los lodos son continuamente aireados durante 10 días (temperatura de  $20^\circ\text{C}$ ) o 14 días (a  $12^\circ\text{C}$ )

El proceso de digestión aerobia tiene las ventajas de que no produce olor excesivo, da una buena sedimentación del lodo resultante, reduce el número de patógenos y resulta más económico y manejable que los sistemas de digestión anaerobia. Sin embargo, posee las desventajas de que se necesita un aporte energético elevado para suministrar oxígeno y su funcionamiento depende del tipo de cuba y su ubicación.

Estabilización anaerobia.- Se denomina también digestión anaerobia y es la degradación biológica de sustancias orgánicas complejas en ausencia de oxígeno libre. En el proceso se libera energía y la mayor parte de la materia orgánica del lodo

se descompone en  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y  $\text{NH}_4$ , esto se traduce en una reducción de materia orgánica del orden del 45%. Ya que la final del proceso queda poca cantidad de carbono y energía para sostener una actividad biológica posterior, el residuo sólido es más estable químicamente. Se produce además una mineralización del nitrógeno que se transforma en sales de amonio.

La digestión anaerobia se lleva a cabo en ausencia de oxígeno y en unas cubas cerradas llamadas digestores, donde el lodo permanece el tiempo necesario para obtener una reducción de materias orgánicas del 45%. El tiempo de permanencia del lodo es en función a la temperatura y varía entre 40 días (a 35-55°C) y 60 días (a 20°C).

La ventaja de la digestión anaerobia es, por una parte, la producción de metano, por otra, la reducción del volumen del lodo y además inactiva a los patógenos.

### **Importancia de la reutilización de los lodos residuales**

Debido a los problemas ecológicos y económicos provocados por el uso intensivo e inadecuado de los fertilizantes minerales sintéticos, la agricultura mundial en los últimos años está encaminada a lograr una agricultura sostenible sobre la base de obtener altos rendimientos con aplicación de bajos insumos de estos productos y ha revitalizado la idea de hacer uso de los productos de origen orgánico (Terry, 2001). Además, la necesidad de preservar el ambiente libre de contaminación exige la depuración de las aguas residuales antes de ser vertidas a los cauces

receptores, generando en este proceso elevadas cantidades de residuos orgánicos llamados lodos de depuradoras, biosólidos o fangos (Delgado *et al.*, 1999; Da Silva *et al.*, 2001; Illera *et al.*, 2001; Miralles *et al.*, 2002 y Cuevas y Walter, 2004).

En los países industrializados, la disposición de los lodos residuales provenientes de las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales e industriales, está asociado con el objetivo primordial, de interés nacional, de mejorar la calidad ambiental. Es por esto que la aplicación de los lodos residuales al suelo ha sido vista como una alternativa que puede proporcionar un método, ambientalmente aceptable, para manejar estos productos de desecho (Cooperative Extension Service, 1990).

Existen tres factores importantes que han permitido pensar en una futura reutilización agrícolas de estos lodos, en primer lugar, la actual crisis energética, que ha ocasionado un incremento de precios en los fertilizantes químicos comerciales; además de que el uso excesivo y exclusivo de fertilizantes inorgánicos, ha contribuido al deterioro de algunas propiedades físicas y físico-químicas del suelo, al aumento de la erosión y a la contaminación de los sistemas agrícolas. En segundo lugar, contribuirá a un mejoramiento de las propiedades físicas y químicas del suelo ya que los lodos industriales contienen un importante contenido de materia orgánica en especial los de origen domésticos se ha estimado entre un 50 y 60%. Y en tercer lugar, si nosotros calculamos, de manera aproximada, el valor económico de los lodos como fertilizantes podríamos decir que su utilización agrícola sería un ahorro



importante de nitrógeno, fosforo y en menos cantidad de potasio de los fertilizantes comerciales consumidos en el país (Acosta *et al.*, 1995).

### **Uso de los lodos residuales o biosólidos en la agricultura**

Diferentes estudios han probado los beneficios de la aplicación de los lodos en tierras de cultivo como fertilizantes por su alto contenido de nutrimentos y materia orgánica, que mejoran las condiciones físico-químicas del suelo. Sin embargo, la utilización de estos sin precaución puede ocasionar problemas a la salud humana y al ambiente. Los lodos residuales están compuestos de altas concentraciones de bacterias, virus y parásitos (Sahlstrôma *et al.*, 2004; Carrington, 2001; USEPA 1999; USEPA 1989).

Cuando los lodos tienen el potencial de ser utilizados para alguna actividad productiva, se les puede considerar entonces como biosólidos. Según la norma oficial mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, los biosólidos se definen como los provenientes de las plantas tratadoras de aguas residuales (PTAR), que por su contenido en nutrientes y por sus propias características o por las adquiridas después de un proceso de estabilización, pueden ser susceptibles de aprovechamientos. El uso de biosólidos en actividades productivas depende directamente de su calidad en términos de ciertos contaminantes. La NOM-004-SEMARNAT-2002 es referida a lodos y biosólidos, en la que se presentan las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

Cuadro 1. Clasificación de los biosólidos respecto a límites máximos permisibles de metales pesados, parásitos y patógenos (NOM-004-SEMARNAT-2002)

| <b>CONTAMINANTE</b><br><b>(determinados en forma total)</b> | <b>EXCELENTES</b><br><b>Mg/kg</b><br><b>en base seca</b> | <b>BUENOS</b><br><b>Mg/kg</b><br><b>en base seca</b> |
|---|--|--|
| <b>Arsénico</b>   | 41   | 75   |
| <b>Cadmio</b>   | 39   | 85   |
| <b>Cromo</b>  | 1 200  | 3 000  |
| <b>Cobre</b>  | 1 500  | 4 300  |
| <b>Plomo</b>  | 300  | 840  |
| <b>Mercurio</b>   | 17   | 57   |
| <b>Niquel</b>   | 420  | 420  |
| <b>Zinc</b>   | 2 800  | 7 500  |

Fuente (NOM-004-SEMARNAT-2002)

| Parámetro           | Límite máximos permisibles |        |         | Unidades en base seca |
|---------------------|----------------------------|--------|---------|-----------------------|
|                     | NOM-004-SEMARNAT-2002      |        |         |                       |
|                     | A                          | E      | C       |                       |
| Coliformes fecales  | 1000                       | < 1000 | < 00000 | <20 NMP/g             |
| Salmonella          | 3                          | < 3    | < 0     | <30 NMP/g             |
| Huevos de helmintos | 1                          | < 10   | <       | <35 HH/g              |

Para 1992, en los estados unidos la aplicación de los biosólidos a tierras agrícolas era del 33%, y para 1998 se incremento al 60% (EPA, 1999). En México se han aplicado lodos o biosolidos a tierras de cultivo no restringidos, como el maíz, frijol, haba y coliflor entre otros, demostrando diversos beneficios a los cultivos así como a los suelos (Zamora, *et al.*, 1999; Martin del Campo *et al.*, 2001; Martínez *et al.*, 2001).

Teóricamente, esta sería quizás la forma más adecuada de utilización de los lodos ya que se aprovecharía su contenido de elementos esenciales para el desarrollo vegetal (nitrógeno y fosforo), de oligoelementos y de materia orgánica que constituye una fuente de nutrimentos a largo plazo (Costa, 1992).

### **Lodo industrial textil.**

Las empresas manufactureras de textiles consumen grandes cantidades de agua principalmente en las operaciones de tintura. Si se considera el volumen de vertimientos generados y su composición, este sector industrial se perfila como uno de los más contaminantes (Sen y Demirer, 2003).

Debido al aumento dramático en el volumen de aguas residuales tratadas gran volumen de los lodos deben ser eliminados de una manera ambientalmente segura. Por lo tanto, existe la necesidad de efectuar un tratamiento adecuado para los lodos antes de su eliminación o reutilización (Asia, 2000)

Los subproductos de la industria textil, al igual que los originados por otras industrias, generan altos costos de tratamiento, transporte y disposición. El incremento de los costos de disposición y el alto precio de los fertilizantes han motivado su uso en la agricultura. Esta alternativa resulta técnica y económicamente recomendable, ya que los lodos contienen compuestos orgánicos biodegradables que pueden aportar nutrientes a las plantas, siempre y cuando cumplan con las normativas internacionales, en cuanto a sus componentes y el de sus lixiviados (Bautista, 2009).

Los lodos textiles tienen una composición variable y, normalmente, presentan alto contenido de materia orgánica, N, P, K y de micronutrientes. Además se pueden presentar colorantes, metales pesados y microorganismos patógenos (Kaushik & Garg, 2003).

### **Cultivo de lechuga**

#### Generalidades.

La lechuga tiene su centro de origen en la cuenca del Mediterráneo, los primeros indicios de su existencia datan de aproximadamente 4,500 años A de C.

También fue conocida y cultivada por los antiguos persas, griegos y romanos, que incluso desarrollaron la técnica del blanqueamiento. Desde el Mediterráneo su cultivo se expandió rápidamente por Europa y fue introducida en América por los primeros colonizadores en el año 1494 y su cultivo se difundió aceleradamente.

Taxonomía y morfología.

**Familia:** compositae

**Nombre Científico:** *Lactuca sativa*

**Nombre Común:** Lechuga (español), lettuce (inglés), laitue (francés), lattuga (italiano).

**Raíz:** la raíz, no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.

**Hojas:** las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otras se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, ondulado y aserrado.

**Tallo:** es cilíndrico y ramificado.

**Inflorescencia:** son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos.

**Semillas:** están provistas de un vilano plumoso.

Clasificación.

Las lechugas se clasifican en diferentes especies dentro de las cuales se encuentran las Romanas *Lactuca sativa* var. *Longifolia* de hojas oblongas, con bordes enteros y nervios central ancho, no forman un verdadero cogollo. Acogolladas *Lactuca sativa* var. *Capitata* forman un cogollo apretado de hojas. De hojas sueltas *Lactuca sativa* var. *Inybasea* son lechugas que poseen las hojas sueltas y dispersas

y la Lechuga esparrago *Lactuca sativa* var. Augustana, son aquellas que se aprovechan por sus tallos, teniendo las hojas puntiagudas y lanceoladas. Se cultiva principalmente en China y la India.

Contenido nutricional.

Esta hortaliza se caracteriza por ser rica en calcio, y fibra. Se utiliza en fresco en ensalada y como acompañante en diferentes platos de la cocina. Industrialmente se usa para la fabricación de cremas cosméticas. El aporte de caloría de la hortaliza es muy bajo, mientras que en vitamina C es muy rica, teniendo las hojas exteriores más cantidad de la misma frente a las interiores. También resulta una fuente importante de vitamina K, con lo que protege ante la osteoporosis. Otras vitaminas que destacan en la lechuga es la A, E y ácido fólico. Está compuesta en un 94% de agua y aporta mucho potasio, y fosforo.

Cuadro 2. Valor nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia

| Valor nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia |       |
|---|-------|
| Carbohidratos (g)                                     | 20.1  |
| Proteínas (g)   | 8.4   |
| Grasas (g)  | 1.3   |
| Calcio (g)  | 0.4   |
| Fósforo (mg)  | 138.9 |
| Vitamina C (mg)                                       | 125.7 |
| Hierro (mg)   | 7.5   |
| Niacina (mg)  | 1.3   |
| Riboflavina (mg)                                      | 0.6   |
| Tiamina (mg)  | 0.3   |
| Vitamina A (U.I.)                                     | 1155  |
| Calorías (cal)  | 18    |

Requerimientos edafoclimáticos.

La temperatura óptima de germinación oscila entre 18-20°C. Durante la fase de crecimiento del cultivo, se requieren temperaturas entre 14-18°C por el día y 5-8°C por la noche, pues la lechuga exige que haya diferencia de temperatura entre el día y la noche. Durante el acogollado se requieren temperaturas en torno a los 12°C por el día y 3-5°C por la noche. Este cultivo soporta temperaturas bajas, ya que como temperatura máxima puede soportar hasta los 30°C y como mínima temperaturas hasta -6°C.

Humedad relativa: la conveniente para la lechuga es del 60 al 80%, aunque en determinados momentos soporta menos del 60%, debido a que el sistema radicular de la lechuga es muy reducido en comparación a la parte aérea por lo que es muy sensible a la falta de humedad. El problema que presenta este cultivo en invernadero es que se incrementa la humedad ambiental, por lo que se recomienda su cultivo al aire libre, cuando las condiciones climatológicas lo permitan.

Los suelos preferidos por la lechuga son los ligeros, arenoso-limoso, con buen drenaje, situando el pH óptimo entre 6,7 y 7,4. En los suelos húmidos, la lechuga vegeta bien, pero si son excesivamente ácidos será necesario encalar.

Particularidades del cultivo.

La siembra de la lechuga se realiza en almácigos a una profundidad de siembra de 5 mm. Una vez transcurridos 30-40 días después de la siembra, la lechuga se planta cuando tenga 5-6 hojas verdaderas. La plantación se realiza en

caballones o en banquetas a una altura de 25 cm. para que las plantas no estén en contacto con la humedad, además de evitar ataques producidos por los hongos.

El sistema de riego, que actualmente se utiliza es por goteo (en invernadero), y las cintas de exudación (cultivo al aire libre). Los riegos se darán de manera frecuente y con poca cantidad de agua, procurando que la superficie del suelo quede aparentemente seco para evitar podredumbres del cuello y de la vegetación que toma contacto con el suelo.

La lechuga es una planta exigente en abonado potásico, debiendo cuidar los aportes de este elemento, especialmente en épocas de baja temperatura; y al consumir más potasio va a absorber más magnesio. Sin embargo, hay que evitar los excesos de abonado, especialmente el nitrogenado, con el objeto de prevenir posibles citotoxicidades por el exceso de sales. También se trata de un cultivo bastante exigente en molibdeno durante las primeras fases de desarrollo, por lo que resulta conveniente la aplicación de este elemento vía foliar.

El abonado de fondo o inicial para la Batavia puede realizarse a base de complejo 15-15-15, a razón de 50 g/m<sup>2</sup>. Posteriormente, un abonado de cobertura orientativo consistiría en el aporte de unos 10 g/m<sup>2</sup> de nitrato de amonio. En suelos de carácter ácido, el nitrato de amonio puede ser sustituido por nitrato de calcio a razón de unos 30 g/m<sup>2</sup>, sin superar el total de 50 g/m<sup>2</sup>.



## Trabajos realizados

Un estudio realizado en el Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP) campo experimental delicias (Uribe *et al*, 2000). Aplico en el cultivo de alfalfa de la variedad CUF 101, las dosis: 0,10, 20, 30 y 40 t ha<sup>-1</sup> de biosólidos, más un testigo con fertilización química (35-90-00). En este experimento se observo que la aplicación de los biosólidos al suelo tiene un efecto positivo en el rendimiento de la alfalfa al aplicar 40 t ha<sup>-1</sup> y el contenido de metales pesados se encuentran dentro de los límites máximos permisibles según la NOM-004-SEMARNAT.

La aplicación de lodo residual en el cultivo de sorgo forrajero (*sorghum vulgare* Pers.) a una dosis de 40 t ha<sup>-1</sup> se obtuvo resultados positivos en cuanto al rendimiento de materia seca y al igual que la aplicación de estiércol de bovino a la misma dosis. El contenido de metales pesados se mantuvieron por debajo de los límites máximos permisibles el estudio se realizo en el (CIIDIR-IPN) centro interdisciplinario y de investigación para el desarrollo integral de la región- unidad Durango (Hernández *et al.*, 2004).

La aplicación de lodo en un suelo Yermosol cálcico en las dosis de: 0, 10, 20,30 y 40 t/ha, más un testigo con fertilización química (180-60-00) en el cultivo de maíz forrajero (*Zea mays*). Los mejores resultados se obtuvieron en la dosis de 10 a 40 t/ha incrementando el rendimiento de forraje verde entre 11 y 18% en comparación a la fertilización química y entre 27 y 35% en comparación al testigo absoluto (Uribe, 2000).

La aplicación de lodo residual y lodo compostado en un suelo Migajón-Arcilloso (Feozem) donde se cultivo haba (*Vicia faba*). Los análisis en la semilla de haba mostraron que el almidón disminuyó en el suelo tratado con lodo residual, pero aumento con la composta, mientras que la proteína fue mayor en el suelo adicionado con lodo residual, por otro lado los metales Cr y Cd no fueron detectados; Zn y Cu se encontraron dentro de los límites permisibles para las plantas mientras que el Ni los rebasó (Del Campo *et al.*, 2002).

Un estudio realizado en el rancho universitario de la UACJ, se avaluó el efecto de los lodos en la respuesta agronómica y calidad nutricional del cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L). Se aplicaron dosis de 0, 7.8, 19.7 y 29.5 t/ha equivalentes a 200, 400, 600 Kg de N total. El mayor incremento de proteína cruda en hoja (8.9%), tallo (3.1%) y planta entera (6%) fue obtenida con la dosis de 19.7 t/ha equivalente a 400 kg de N total; mientras que para altura de planta, rendimiento y proteína cruda en grano, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Flores *et al.*, 2008).

#### **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

##### Características Generales del Área.

El experimento se desarrollo en el área de invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista municipio de Saltillo, Coahuila, México, a los 25 23" latitud norte, 101 00" de longitud oeste y a una altura de 1742 msnm.

El clima es seco y templado con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 13.3° C, con una oscilación media de 10.4° C. los meses más cálidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de 37°C. Durante enero y diciembre se registra temperatura de hasta -10° C, con heladas regulares en el periodo de diciembre a febrero.

##### Metodología

Se utilizaron lodos textiles industriales crudos de la empresa Fabrica La Estrella, S.A. de C.V. (FLESA) productora de mezclilla ubicada en el municipio de Parras de la Fuente, Coahuila. Estos materiales se obtienen después de tratar el agua utilizada en el proceso industrial, parte del tratamiento consiste en filtrar y prensar los sólidos acarreados por el agua. Estos sólidos que constituyen el subproducto cuentan con certificado de no peligrosidad, para el ambiente, en base al análisis de CRETIB (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y biológico-infeccioso) de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y de la NOM-04- SEMARNAT-2002.

Los lodos fueron colectados del centro de confinamiento de la empresa y se caracterizaron de acuerdo a la NOM-004-SEMARNAT-2002 en un laboratorio certificado por la EMA para verificar y documentar la presencia y concentración de coliformes fecales *Salmonella spp*, huevos de helmintos, metales pesados y metaloides. Adicionalmente se determinó la salinidad, sodicidad, las características físicas y de fertilidad según la NOM-021-RECNAT-2000.

Considerando que los lodos no sufrieron ningún tipo de tratamiento entonces se les considera lodos crudos. Los lodos fueron mezclados con sustrato de peatmoss y perlita (70:30 v/v) en concentración de 0, 5, 10, 15, 20%. Las mezclas fueron colocadas en macetas de plástico de 14 L. Como material biológico se utilizaron plantas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) de la variedad "Great Lakes" las cuales fueron sembradas en charolas de 200 cavidades utilizando como sustrato peat moss y perlita (70:30 v/v). 20 días después de la siembra las plántulas fueron trasplantadas en las macetas con la mezcla de lodos y sustrato. Para la nutrición se utilizó la solución Steiner (Cuadro 3) (Steiner, 1961) mediante un sistema de riego por goteo con un gasto de cuatro litros por segundo.

Cuadro 3. Fuentes de fertilizantes y sus respectivas dosis para la preparación de la solución Steiner al 100% para 1000 L de agua

| Fuente  | Dosis    |
|---|----------|
| Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 4H <sub>2</sub> O | 1062 gr  |
| KNO <sub>3</sub>                                    | 303 gr   |
| K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>                      | 348 gr   |
| Mg SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O                | 492 gr   |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                      | 22.56 ml |
| H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                      | 2.80 gr  |
| Mn SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O                 | 2.17 gr  |
| Zn SO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O                | 0.39 gr  |
| Cu SO <sub>4</sub> 5H <sub>2</sub> O                | 0.07 gr  |
| Na <sub>2</sub> Mo O <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O | 0.02 gr  |
| Quelato de Hierro (EDHHA)                           | 50 gr    |
| Acidificante H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>         | 130 ml   |

Una vez trasplantado se realizo el manejo cultural del cultivo así como el control de plagas y enfermedades (Cuadro 4).

Cuadro 4. Calendario de actividades durante el monitoreo del cultivo de lechuga.

| Actividad   | Fecha            |
|---|------------------|
| Siembra   | 25 de agosto     |
| Trasplante  | 13 septiembre    |
| Desinfección de raíz (aplicación de captan 0.5 gr L <sup>-1</sup> ) |                  |
| Inicio de aplicación de la Solución Steiner al 15 %                 | 15 de septiembre |
| Lavado de macetas   | 25 septiembre    |
| Inicio de aplicación de la Solución Steiner al 30%                  | 27 de septiembre |
| Aplicación de permetrina 0.5 gr L <sup>-1</sup>                     | 28 de septiembre |
| Aplicación de captan 1gr/L  | 29 de septiembre |
| Aplicación de terramicina agrícola 0.5 gr L <sup>-1</sup>           | 01 de octubre    |
| Lavado de maceta  | 03 de octubre    |
| Inicio de aplicación de la Solución Steiner al 50%                  | 10 de octubre    |
| Lavado de maceta  | 11 de octubre    |
| Inicio de aplicación de la solución Steiner 60%                     | 18 de octubre    |
| Muestreo de las plantas de lechuga para el análisis de variables    | 15 de noviembre  |

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar con 15 repeticiones siendo la unidad experimental una maceta con una planta. Los datos se analizaron bajo un análisis de varianza con pruebas de comparación de medias (Tukey  $p=0.05$ ), en el Statistical Analysis System versión 9,0 (SAS 2002).

Las variables agronómicas determinadas fueron peso fresco (PF) de la planta de la lechuga cosechada a los 64 días después del trasplante, posteriormente se secaron en una estufa de la marca Robertsham a 60°C durante 72 horas y posteriormente se le determino el peso seco (PS).

El contenido de vitamina C en las hojas se determinó por el método volumétrico (AOAC, 1990) mediante 2,6 diclorofenolindofenol (0.001N). Esta variable se determinó (64 ddt). Se utilizaron 10 g de hojas en fresco y se trituraron en un mortero de porcelana, se añadieron al macerado 10 ml de ácido clorhídrico al 2%, y se continuó la molienda por 10 minutos más. El contenido del mortero se depositó sobre un embudo de filtración, se lavó el mortero tres veces con agua destilada, hasta quitar todo el sólido adherido a las paredes, el líquido filtrado se depositó en un matraz volumétrico de 100 ml y se continuó lavando el sólido hasta llegar a 100 ml de agua destilada. De ese extracto se tomaron 10 ml, se depositaron en un matraz erlenmeyer de 125 ml y se titularon con solución de 2,6 diclorofenolindofenol (0.001N), hasta que apareció el primer color rosa. La fórmula utilizada fue la siguiente:

$$\text{Vitamina C (mg \%)} = \frac{(V_m - V_b)(M)(FC)(100)}{W / v(a)}$$

Para el análisis de la capacidad de antioxidante total ABTS (CAT) en hojas se uso del Total Antioxisant Status Assay Kit de Calbiochem® que consta de una solución buffer de fosfato (pH 7,2); cromógeno (Metmioglobina y ABTS® [ Cation radical 2,2-Azinobis-(3-etilbenzotiazolin-6-sulfonato) ]); sustrato (peróxido de hidrogeno estabilizado) y como estándar se utilizo TROLOX (6-Hidroxi-2, 5, 7, 8-tetrametilcroman-2-acido carboxílico) en concentración de 2.3 mM. Para la evaluación de esta variable se muestreo a los 64 ddt. Las hojas se colectadas fueron congeladas de inmediato con nitrógeno liquido hasta su llegada al laboratorio donde se depositaron en morteros de porcelana pre enfriados. El tejido vegetal fue molido aplicando constantemente nitrógeno liquido para mantenerlo congelado. Una vez terminada la molienda se tomaron 5 g del tejido macerado y se depositaron en tubos de plástico y se le agregaron 10 ml de buffer de fosfato pH 7,2. Posteriormente se centrifugo a 300 rpm por 10 minutos. Del sobrenadante se tomaron 20 µL que se colocaron en un eppendorf con 1 ml de cromógeno. La lectura de la absorbancia se llevo a cabo en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 600 nm. Posteriormente se le agregaron 200 µL del sustrato, tras una espera de 3 minutos se tomo una segunda lectura. La fórmula para calculas la capacidad de antioxidante total fue:

$$\text{Antioxidant Concentration (mM)} = \frac{(2.03\text{mM})(\Delta A_{\text{blanco}} - \Delta A_{\text{Sample}})}{(\Delta A_{\text{Blanco}} - \Delta A_{\text{standard}})}$$

El contenido de minerales en hojas de lechuga fue determinado por medio de un espectrofotómetro de absorción atómica de la marca Varían AA-1275 (Fick *et al.*, 1976), mientras para la determinación del nitrógeno total se usó el método de micro Kjelhdal (AOAC, 1980 a), y para el fósforo se utilizó un método colorimétrico (AOAC, 1980 b).

Se determinó la presencia de microorganismos y metales pesados en hojas de lechuga, para ello se tomó un kilogramo de muestra a los 64 ddt, se analizó en un laboratorio acreditado para la NOM-004-SEMARNAT-2002. Los resultados reportados se consideraron como un índice de la transferencia de microorganismos y metales del lodo a la planta.



## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de metales pesados del lodo industrial textil

La concentración de metales pesados en el lodo industrial textil se mantuvo muy por debajo de los límites máximos permisibles NOM-004-SEMARNAT-2002 permitiendo clasificarlo como excelentes para el uso urbano con contacto público directo durante su aplicación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Contenido de metales pesados en los lodos industriales textiles.

| Límite máximo permisible NOM-004-SEMARNAT-2002 |            |            |           |            |            |
|--|------------|------------|-----------|------------|------------|
| Parámetro                                      | Resultados | Excelentes | Parámetro | Resultados | Excelentes |
|  |            | mg/Kg      |           |            | mg/Kg      |
| Arsénico                                       | 0.165      | 41         | Plomo     | 17.6       | 300        |
| Cadmio   | 2.56       | 39         | Mercurio  | 7.991      | 17         |
| Cromo  | 66         | 1 200      | Níquel    | 22         | 420        |
| Cobre  | 323        | 1 500      | Zinc      | 285.7      | 2,800      |

### Análisis microbiológico del lodo industrial textil

Para el análisis microbiológico los resultados de los lodos textiles según la NOM-004-SEMARNAT-2002, indican un contenido alto de coliformes fecales lo cual lo caracteriza dentro de la categoría C permitiendo su uso con fines agrícolas, forestales y mejora de suelo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis microbiológico de los lodos industriales textiles.

|                     |                             | Química General          |       |          |                       |  |
|---------------------|-----------------------------|--------------------------|-------|----------|-----------------------|--|
| Parámetro           | Resultado                   | Límite Máximo Permisible |       |          |                       |  |
|                     |                             | NOM-004-SEMARNAT-2002    |       |          |                       |  |
|                     |                             | A                        | B     | C        | Unidades en Base seca |  |
| Coliformes Fecales  | 2.7x10 <sup>3</sup> NMP/gST | <1000                    | <1000 | <2000000 | NMP/g                 |  |
| Salmonella          | Ausente                     | <3                       | <3    | <300     | NMP/g                 |  |
| Huevos de Helmintos | 0.5 HH/Gst                  | <1                       | <10   | <35      | HH/g                  |  |

NMP: Numero más probable                      HH: Huevos de helmintos

### Análisis fisicoquímico del lodo industrial textil

En el Cuadro 7, se muestran los resultados de los análisis de salinidad y sodicidad de extracto de saturación, donde se aprecia que de acuerdo a los resultados para conductividad eléctrica el lodo es considerado como extremadamente salino, con un pH alcalino mientras que para el resto de los parámetros evaluados son considerados de medios a bajos.

Cuadro 7. Salinidad y sodicidad extracto de saturación

| Parámetro               | Resultado                           |
|-------------------------|-------------------------------------|
| Conductividad eléctrica | 20.8 mmhos/cm extremadamente salino |
| pH                      | 8.4 Alcalino                        |
| Calcio                  | 29.972 meq/l bajo                   |
| Magnesio                | 8.260 meq/l moderadamente bajo      |
| Sodio                   | 3,713 meq/l medio                   |

|                                      |                                 |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Potasio                              | 0.974 meq/l muy bajo            |
| Carbonatos                           | 5.120 meq/l alto                |
| Bicarbonatos                         | 5.120 meq/l alto                |
| Sulfatos                             | 21.950 meq/l moderadamente bajo |
| Relación de absorción de sodio (ras) | 0.849 meq/l bajo en sodio       |
| Cloruros                             | 15.500 meq/l Altos              |

Dentro de los análisis físicos el lodo textil presento una textura arcillosa y un alto contenido de materia orgánica y un valor de 3% de carbonatos que lo clasifica como un material calizo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Análisis físico del lodo industrial textil.

| Parámetro                                  | Resultado               |
|--|-------------------------|
| <b>Textura</b>                             | Franco arcilloso        |
| Humedad de capacidad de campo %            | 37.50                   |
| Humedad de punto de marchitez permanente % | 19.68                   |
| Densidad aparente                          | 1.052 g/cm <sup>3</sup> |
| Materia orgánica                           | 4.69 % muy alto         |
| Carbonatos                                 | 3.00% calizo            |

Para los análisis de fertilidad del lodo textil se puede observar que se encontraron valores muy bajos de fosforo y nitrógeno inorgánico, mientras que para el calcio, zinc, manganeso, magnesio y hierro se encontraron valores muy altos y moderadamente altos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de fertilidad del lodo industrial textil.

| Parámetro            | Resultado                    |
|----------------------|------------------------------|
| Azufre               | 7.77 moderadamente bajo      |
| Fosforo              | 4.12 ppm Muy bajo            |
| Calcio               | 11.500 ppm Muy alto          |
| Zinc                 | 59.90 ppm Muy alto           |
| Cobre                | 1.17 ppm Medio               |
| Manganeso            | 14.76 ppm Moderadamente alto |
| Hierro               | 213.50 ppm Muy alto          |
| Magnesio             | 1,412.50 ppm Muy alto        |
| Nitrógeno inorgánico | 33.01 kg/Ha de N disponible  |

### Peso de las plantas

De acuerdo con el análisis de varianza, los tratamientos presentaron diferencias significativas para la variable peso fresco (PF) presentando los valores mas altos el testigo (934.4 g), seguido del tratamiento del lodo industrial al 10% (897.0 g). Mientras que los valores más bajos se presentaron en el tratamiento de lodo industrial al 20% (530.0 g). Para la variable peso seco PS se encontraron diferencia significativa entre los tratamientos mostrando los valores más altos el tratamiento testigo (63.528 g), mientras que los valores más bajos se encontraron en el tratamiento de lodo industrial al 20% (36.39 g) (Figura 1).

Haghighi, (2011), al aplicar lodos secos de depuradoras en los cultivos de apio, espinaca y lechuga revelo un aumento en el peso fresco y seco en el cultivo de

apio y espinaca, mientras que en el cultivo de lechuga no se observó ningún efecto significativo.

Según Pares *et al.*, (2008), la salinidad origina reducción del crecimiento de los cultivos al afectar negativamente la germinación y/o la capacidad de emerger de las plántulas. Igualmente, retarda el crecimiento de las plantas a través de su influencia sobre varios procesos fisiológicos, tales como: fotosíntesis, conductancia osmótica, ajuste osmótico, absorción de iones, síntesis de proteínas, síntesis de ácidos nucleicos, actividad enzimática y balance hormonal; además, puede afectar el proceso de transporte de agua e iones, lo que promueve toxicidad iónica y desbalance nutricional. En consecuencia, las variables de crecimiento vegetativo tales como: masa seca, altura de la planta y área foliar, entre otras, son severamente afectadas por la presencia de sales.

De Pascale y Barbieri 1995, determinaron que la lechuga puede llegar a bajar su rendimiento hasta en un 50% en condiciones de CE de  $11.4 \text{ ds m}^{-1}$  en suelo.

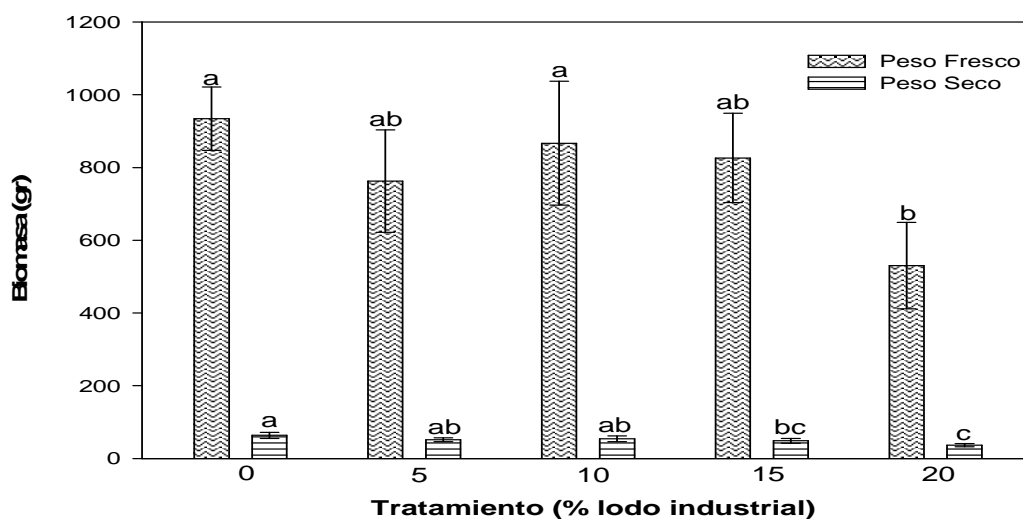


Figura 1. Efecto de la aplicación de lodos industriales textiles en el peso fresco y seco en plantas de lechuga. Los promedios con la misma literal no fueron estadísticamente diferentes según Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

### Contenido de vitamina C en hojas de lechuga.

Para la variable vitamina C se encontró diferencia significativa entre los tratamientos, presentando valores positivos en los tratamientos con lodo industrial el mejor resultado lo obtuvo el tratamiento al 20% de lodo industrial (Figura 2).

Ismail y Fun (2003) obtuvieron valores similares al tratamiento al 20% de lodo industrial en el contenido de vitamina C al cultivar lechugas orgánicas. Esto podría explicarse en parte por el efecto salino del lodo sobre la solución. Se sabe que el aumento de la conductividad eléctrica de la solución nutritiva permite elevar el contenido de vitamina C y de los ácidos orgánicos (Krauss *et al.* 2006).

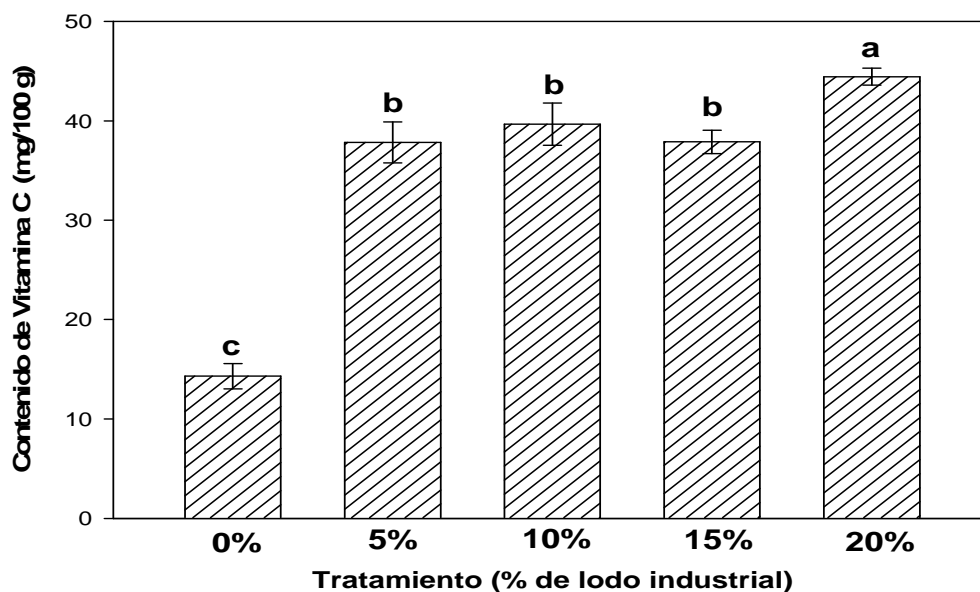


Figura 2. Efecto de la aplicación de lodos industriales textiles en el contenido de vitamina C en plantas de lechuga. Los promedios con la misma literal no fueron estadísticamente diferentes según Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

### Capacidad antioxidante total

La capacidad antioxidante total mostró diferencia significativa al aplicar los lodos industriales al sustrato presentando la concentración más alta el tratamiento al 5% de lodo industrial (Figura 3).

Esto se podría explicar que las plantas bajo estrés salino incrementan la actividad de la capacidad de antioxidantes enzimáticos, este aumento enzimático permite detoxificar los radicales producido por el estrés, y constituye una importante estrategia para disminuir los efectos nocivos del estrés oxidativo. Una respuesta similar ha sido observada en cultivares de algodón tolerantes a la salinidad (Meloni *et al.*, 2003). Molassiotis *et al.*, (2006) demostraron un aumento en la actividad antioxidante en hojas de manzano sometido a estrés salino.

De este modo, las plantas sometidas a estrés salino pueden tener gran importancia económica, por su elevada producción de fenoles (antioxidante no enzimáticos) Gossett et al., (1994). Sin embargo, el estrés inhibe el crecimiento. (González *et al.*, 2006).

Estudios en nutrición describen que el consumo de frutas y hortalizas tienen un efecto protector contra enfermedades como el cáncer, diabetes, daños cardiovasculares, artritis, cataratas y desordenes en el sistema nervioso central (Rodríguez *et al.*, 2001; Devasagayam *et al.*, 2004; Mori *et al.*, 2006). La protección a estas enfermedades está asociada a la presencia de antioxidantes en el producto hortícola consumido (Joshipura *et al.*, 1999; Johnston, 2003)

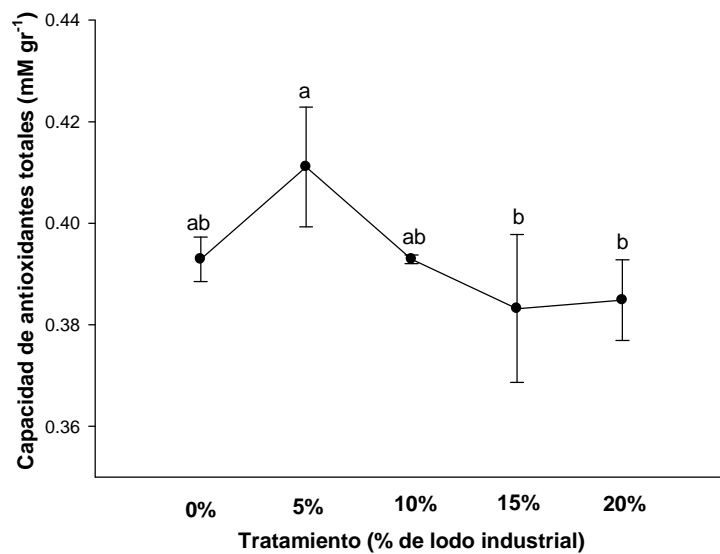


Figura 3. Efecto de la aplicación de lodos industriales textiles en la capacidad de antioxidantes totales en plantas de lechuga. Los promedios con la misma literal no fueron estadísticamente diferentes según Tukey ( $P \leq 0.05$ ).



## Contenido de minerales en hojas de lechuga

Para el contenido de macronutrientes se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos (Figura 4), mostrando el tratamiento del lodo industrial al 15% los mejores resultados en concentración de N y P; en el caso de K los mejores resultados se dieron en el tratamiento del lodo al 10% mientras que para el Ca se presentó mejor resultado en el tratamiento al 20%. Para el contenido de Na se presentó mayor concentración en el tratamiento del lodo industrial al 5%. A diferencia del Mg el testigo fue el que presentó la mayor concentración. Al comparar estos resultados con los reportados por (Arui *et al.*, 2008), se puede observar que las concentraciones de N y Ca son mayores, mientras que para P y K son menores. Mientras que (Mohammad *et al.*, 2004) se pudo observar que obtuvo mejores resultados en concentración de N, P y K.

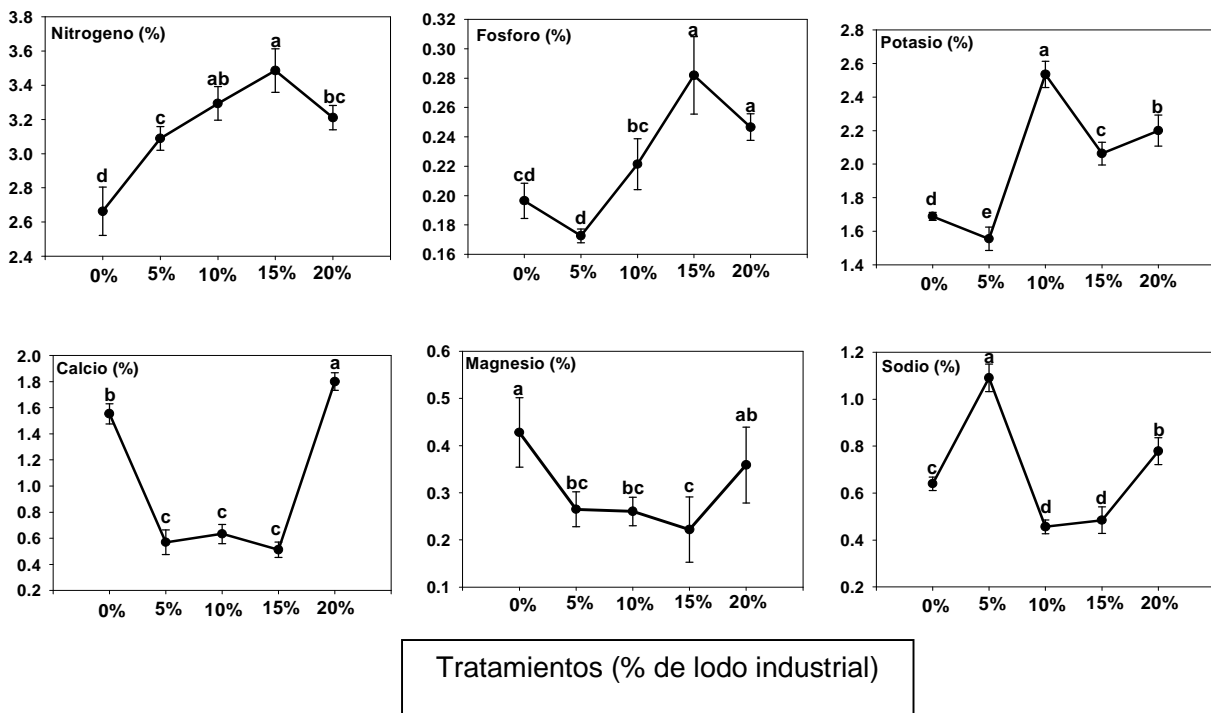


Figura 4. Efecto de la aplicación de lodos industriales textiles en el contenido de macronutrientes en plantas de lechuga. Los promedios con la misma literal no fueron estadísticamente diferentes según Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

Para los micronutrientes Mn, Fe y Zn se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos mostrando los mejores resultados el tratamiento del lodo residual textil al 20%. Mientras que el Cu el mejor resultado se obtuvo en el tratamiento del lodo al 15%, estos resultados al compararlos con los obtenidos por (Mohammad *et al.*, 2004), se observó que las concentraciones de Zn, Mn y Fe son mayores, mientras que para el Cu se obtuvo una concentración menor.

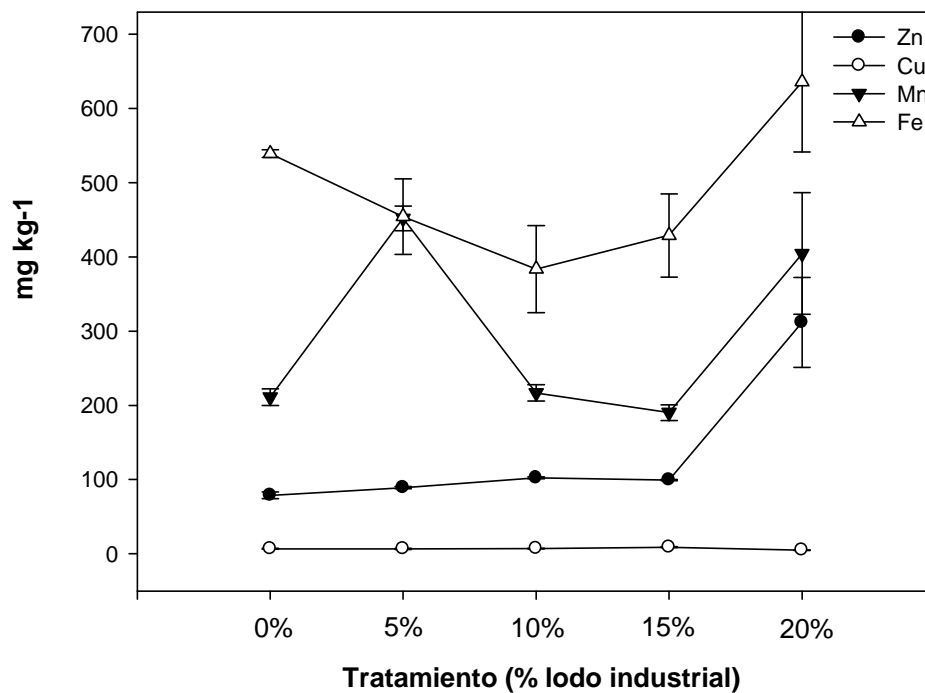


Figura 5. Efecto de la aplicación de lodos industriales textiles en el contenido de micronutrientes en plantas de lechuga.

## **Contenido de microorganismos patógenos y metales pesados en hoja de lechuga.**

El contenido de microorganismos patógenos en lechuga presentó los mismos valores en todos los tratamientos, para el contenido de coliformes fecales los resultados están dentro de los límites máximos permisibles que establece la NOM-093-SSA1-1994, para el caso de huevos de helmintos los tratamientos presentaron valores similares entre los tratamientos pero manteniéndose bajo los criterios de la NOM-EM-034-FITO-2000 y la NOM-004-SEMARNAT-2002. Estas normas no están enfocadas en alimentos, pero constituyen un indicador de la posibilidad de transferencia de los patógenos hacia la planta. Para el caso de *Salmonella* se presentó en todos los tratamientos en cantidades similares a pesar que en el análisis del lodo industrial y agua de riego presentaron ausencia de esta bacteria. (Cuadro 10). Esta contaminación pudiera estar dada por factores externos ya que se ha encontrado que la transmisión puede ocurrir en cualquier etapa del cultivo, tanto en condiciones de invernadero como en campo abierto (Baloda *et al.*, 2001; Solomon *et al.*, 2002; Lemunier *et al.*, 2005) ya que la internalización de la *Salmonella spp* en hojas de lechuga se da por medio de los estomas abiertos (Kroupitski *et al.*, 2009). Buenas cantidades de materia orgánica favorece el buen desarrollo del patógeno (Rodríguez *et al.*, 2008) utilizándolo como sustrato y medio de propagación (Islam *et al.*, 2004) de igual manera pueden subsistir en materiales orgánicos mal compostados por su habilidad de tolerar rangos de temperatura de 7° y 49.5°C así como su capacidad de adherirse a partículas pequeñas del suelo (Wilkinson, 2007) y pH entre 6,6 y 8,2 (Linder, 1995).

Cuadro 10. Contenido de microorganismos patógenos en hoja de lechuga.

| Parámetro                    | Testigo (0%) | 5%   | 10%  | 15%   | 20%   | Límites Permisibles    | Fuente  |
|------------------------------|--------------|------|------|-------|-------|------------------------|---|
| Coliformes fecales (NMP/Gst) | < 3.0        | <3.0 | <3.0 | 3.0   | 3.0   | <3.0                   | NOM-093-SSA1-1994                             |
| Salmonella (NMP/Gst)         | < 3.0        | <3.0 | <3.0 | < 3.0 | < 3.0 | Ausente/25gr           | Digesa (2003)<br>RTCA (2009)<br>AESAN (2005)  |
| Huevos de Helmintos HH/gST   | < 0.5        | <0.5 | <0.5 | <0.5  | <0.5  | 10 HH/gr<br><1 HH/gr   | NOM-EM-034-FITO-2000<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 |
| NMP= Numero más probable     |              |      |      |       |       | HH= Huevos de helminto |   |

Para el contenido de metales pesados en las plantas de lechuga los análisis no mostraron presencia de As, Cd, Cr, Cu, Hg y Ni en ninguno de los tratamientos, mientras que el Zn se hizo presente en todos los tratamientos presentando el valor más alto el tratamiento de los lodos al 20% esto sin superar los límites permisible de ingesta diaria (Nirmal *et al.*, 2007) (Cuadro 11).

Munir *et al.*, (2004), al aplicar lodos de depuradoras con dosis de 0, 20, 40, 80 y 160 t ha<sup>-1</sup> en cultivo de lechuga reporto una concentración de Zn de 38.68 mg kg<sup>-1</sup> para el testigo y 126.98 mg kg<sup>-1</sup> para la dosis de 160 t ha<sup>-1</sup>.

Estos metales pueden aumentar con aplicaciones repetidas. Al aumentar las concentraciones de metales dos problemas pueden ocurrir: la toxicidad de metales a las plantas y la contaminación de los alimentos y cultivos forrajeros (Jacobs, 1981).

Cuadro 11. Contenido de metales pesados ( $\text{mg kg}^{-1}$ ) en hoja de lechuga.

| Parámetros | Testigo (0%) | 5 %  | 10 % | 15 % | 20 % | Limite permisible   | Fuente   |
|------------|--------------|------|------|------|------|---|--|
| Arsénico   | D            | D    | D    | D    | D    | $0.0003 \text{mg kg}^{-1} \text{ día}^{-1}$ (RfD)   | EPA (2006)   |
| Cadmio     | D            | D    | D    | D    | D    | $0.05 \text{ mg kg}^{-1}$ (CMPH)  | CODEX (1995)   |
| Cromo      | D            | D    | D    | D    | D    | $35 \mu\text{g}\cdot\text{día}^{-1}$ hombres y $25 \mu\text{g}\cdot\text{día}^{-1}$ mujeres (ID)  | Hernández (2004)                                     |
| Cobre      | D            | D    | D    | D    | D    | $10 \text{ mg}\cdot\text{día}^{-1}$ adultos (NMIT)  | Nirmal et al. (2007)                                 |
| Plomo      | D            | D    | D    | D    | D    | $0.10 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (CMPF) F y H   | CODEX (1995)   |
| Mercurio   | D            | D    | D    | D    | D    | $0.0003 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (RfD) Hgi y $1.6 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ (PC) Hgme | De Rosa et al. (1998)<br>Cabrera-Vique et al. (2007) |
| Níquel     | D            | D    | D    | D    | D    | -----   | -----  |
| Zinc       | 2.75         | 00.4 | 27   | 1,8  | 05.4 | $15 \text{ mg}\cdot\text{día}^{-1}$ hombres y $12 \text{ mg}\cdot\text{día}^{-1}$ mujeres (ID)    | Nirmal et al. (2007)                                 |

RfD: dosis oral de referencia (cantidad de xenobiotico que puede ser consumida diariamente sin que existan efectos nocivos a la salud durante el tiempo de vida); CMPH: concentración máxima permitida en hortalizas; ID: ingesta diaria; PC: peso corporal; (CMPF) F y H: concentración máxima por peso fresco en frutas y hortalizas.

## VI. CONCLUSION

La aplicación de los lodos textiles al sustrato no tuvo afectó negativos en la biomasa

La aplicación de lodos industriales textiles al sustrato de crecimiento aumento el contenido de vitamina C y la capacidad antioxidante.

La aplicación de los lodos textiles industriales al sustrato incremento el contenido de minerales de N, P, K, Na, Cu, Mn, Fe y Zn, caso contrario con el Mg.

Para el caso de los metales pesados no se encontró transferencia de estos a la planta por parte del lodo textil, mientras que para huevos de helmintos y coliformes fecales si se encontró transferencia por parte del lodo textil hacia el cultivo de lechuga pero se presentaron por debajo del límite máximo permisible de acuerdo a la NOM-04-SEMARNAT-2002.

## VII. LITERATURA CITADA

Acosta, G. Y; Ramírez, E. y Gutiérrez, E. 1995. Efecto de la aplicación del lodo residual municipal sobre suelos y plantas. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. Revisado en: <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsaidis/aresidua/peru/ventar006.pdf>. Lunes 20 de febrero de 2012.

Álzate, J. F. y Loiza, F. L. 2008. Monografía del cultivo de la lechuga. Colinagro. Bogota DC. Revisado en: <http://www.colinagro.com.com>. 21 de Marzo 2012

Asia, I. O. 2000. "Studies on Industrial Sludge Treatment Options" Ph. D. Thesis, University of Benin, Benin City.

Barrios, J. A; Rodríguez, A; González, A; Jiménez B. y Maya, C. 2000. Destrucción de coliformes fecales y huevos de helminto en lodos físicos por vía ácida. Memorias XII Congreso Nacional, FEMISCA. AIDIS. Morelia, Mich. México. Año 1. No. 1 Tomo 1. Pp 913.

Bautista, V. E. 2009. Efectividad del lodo industrial textil en la producción de hortensias (*Hydrangea microphylla* L.) en maceta. Tesis maestría, Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México.

Benavides, M. A; Ramírez, H; Ruiz, T. N; Perales, H. A; Cornejo, O. E; Ortega, O. H. y Dávila, R. V. S. 2007. Aplicación de subproductos industriales de la compañía industrial de Parras, S.A de C.V. en sustratos para la siembra y

crecimiento de plantas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, México.

Benitez, E. 2001. Biosolid and biosolid ash as sources of heavy metals in plant- soil system. *Water, air and soil pollution*, 132: 75-87.

Carrington, E. G. 2001. Evaluation of sludge treatments for pathogen reduction. Report No. CO 5026/1. Study Contract No. B4-3040/2001/322179/MAR/A2 for the European Commission ISBN 92- 894-1734.

Chang, A. C; Warneke, J. E; y Bingham F. T. 1981. Reutilization of municipal wastewater sludges-metals and nitrate. *Journal WPCF*. 53(2):237 – 244.

Cogger, C. G. 2001. Seven years of biosolids versus inorganic nitrogen applications to tall fescue. *J. Environ. Qual.* 30: 2188-2194.

Coker, C. S; Walden, L. R; Shea, T. G. and Brinker, M. J. 1991. Dewatering waste sludge for incineration. *Water Environ. Tech.* 16:63-68.

Colín, C.A., Ayesterán, H.L.M., Gutiérrez, S.E.F., Torres, P.J. 2006. Nuevas aplicaciones de lodos residuales. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 1-10.

Costa, P. C; Márquez, M. M. C; Martin, S. J. L; Catalan, C. J. 1992. Estudio y caracterización de un lodo de depuradora: su aplicación como fertilizante y acondicionador del suelo. *Tecnología del agua*, 100: 51-56.



Cuevas, G. y Walter, I. 2004. Metales pesados en maíz (*Zea mays* L.) cultivados en un suelo enmendado con diferentes dosis de compost de lodos residual. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 20:59-68.

Cuevas, B. J; Seguel S. O; Achinm, E. S. y Dörner, F. J. 2006. Efectos de las enmiendas orgánicas sobre las propiedades físicas del suelo con especial referencias a la adición de lodos urbanos R.C. *Suelos Nutr. Veg.* 6(2):1-12.

Da Silva F. C; Boareto, A. E; Berton, R; Bazaglia, H; Pexe, C. A y Mendoça, E. 2001. Efeito de biosólidos de agoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho-Amarelo cultivado con cana-açúcar. *Pesq. Agrop. Brasília*, 35(5): 831-84

Delgado, M; Porcel, M. A; Miralles, R; Bellido. N; Beringola, L; Beltran. E. M y Calvo, R. 1999. Mineralización de nitrógeno procedente de residuos orgánicos. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 15 (1): 19-25.

Del Campo, M; Vaca, P. R; Lugo, F, J; Gómez, B. G; Esteller, A, M. V y Garrido, H. S. E. 2002. Aplicación de lodos residuales municipales en cultivo de haba (*Vicia faba* L) en suelos agrícolas del valle de Toluca. XXVIII congreso internacional de ingeniería sanitaria y ambiental. Cancún, México. pp. 1-7.

Devasagayam, T. P. A; Tilak, J. C; Boldoor, K. K; Sane, K. S.; Graskadvi, S. S; Lele, R. D. 2004. Free Radicals and Antioxidants in Human Health: Current Status and Future Prospects. *Journal of the Association of Physicians of India*. 52: 794-804.

Devasagayam, T. P. A.; Tilak, J. C.; Boldoor, K. K.; Sane, K. S.; Ghaskadbi, S. S.; Lele, R. D. 2004. Free Radicals and Antioxidants in Human Health: Current

Status and Future Prospects. Journal of the Association of Physicians of India 52: 794-804.

Figuroa, V. U; Flores, O. M. A y Palomo, R, M. 2002. Uso de biosolidos en suelos agrícolas. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC- Campo Exp. Valle de Juárez. Folleto técnico No. 3.

Flores, M. J. P; S, Mediano, G., C, Diaz B., F, Viramontes, V., 2008. Calidad nutricional de avena forrajera (*Avena sativa* L) en suelos tratados con biosolidos y agua residual en el valle de Juárez, Chihuahua. Ciencia en la frontera: Revista de Ciencia y Tecnología de la UACJ. 6:105-115.

Haghighi, M. 2011. Sewage Sludge Application in Soil Improved Leafy Vegetable Growth. J. Biol. Environ. Sci. 5(15):165-167.

Hays, B. D. 1977. Potential for Parasitic Disease Transmission with Land Application of Sewage Plant Effluents and Sludges. Water Research, 11 (7): 583–595.

Hernández, H. J. M; Olivares, S. E; Villanueva, F. I; Rodríguez, F. H; Vázquez, N. R. y Pissani, Z. J. F. 2005. Aplicación de lodos residuales, estiércol bovino y fertilizante químico en el cultivo de sorgo forrajero (*sorghum vulgare* pers). Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 21(1): 31-36.

Illera, V; Walter, I. y Cala, V. 2001. Niveles de metales pesados en *Thymus Zygis* desarrollados en suelos enmendados con residuos orgánicos urbanos. Rev. Int. Contam. Ambient. 17(4): 170-186.

Islam M; Doyle P; Phataj P; Millner P; Jiang X. 2004. Persistence of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in soil and on leaf lettuce and parsley grown in fields treated with contaminated manure compost or irrigation water. *J Food Prot.* 67:1365-1370.

Jokela, E. J; Smith, W. H. and Colbert, S. R. 1990. Growth and elemental content of slash pine 16 years after treatment with garbage composted with sewage sludge. *J. Environ. Qual.* 19:146-150.

Joshiyura, K. J.; Ascherio, A.; Manson, J. E.; Stampfer, M. J.; Rimm, E. B.; Speizer, F. E.; Hennekens, C. H.; Spiegelman, D.; Willet, W. C. 1999. Fruit and vegetable intake in relation to risk of ischemic stroke. *Journal of the American Medical Association* 282: 1233-1239.

Johnston, C. S. 2003. Vitamina C. *In: Conocimientos Actuales Sobre Nutrición.* BOWMAN, B. A.; Russell, R. M. (Eds). Editor. OPS. Octava edición. Washington, DC. USA. pp 191-200.

Kaushik, P. y Garg, V. K. 2003. Vermicomposting of mixed solid textile mill sludge and cow dung with the epigeic earthworm *Elisenia foetida*. *Bioresource technology*, 90:311-316.

Kelley, W. D; Martens D. C; Reneau, R. B. Jr y Simpson, T. W. 1984. *Agricultural Use of Sewage Sludge: A literature review.* Department of de Agronomy. Virginia Polytechnic Institute and State University. Bulletin 143.

Kroupitski Y; Golberg D; Belausov E; Pinto R; Swartzberg D. 2009. Internalization of *Salmonella enterica* in leaves is induced by light and involves chemotaxis and penetration through open stomata. *Appl Environ Microbiol* 75: 6076–6086.

Linder, E. 1995. Toxicología de los alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza España. pp 53-65.

Lue-Hing, C; Matthews, P; Nàmer, J; Okuno, N. y Espinosa, L. 1996. Sludge management in highly urbanized areas. En: A global atlas of wastewater sludge and biosolids use and disposal. IAWQ. Inglaterra. Scientific and technical report 4.

Marambio, C. y Ortega, R. 2003. Uso potencial de lodos derivados del tratamiento de aguas servidas en la producción de cultivos en Chile. *Revista Agronómica y Forestal UC*. 20: 20-23.

Martínez, V. E. 2004. Metales pesados en lodos residuales generados en una planta de tratamiento de aguas residuales de Aguascalientes, AGS. Tesis licenciatura. Chapingo, Texcoco, Edo de México.

Del Campo, M. G; Vaca, R; Lugo, J; Esteller, M, Gomez G. y Garrido E. 2001. Application of municipal sewage sludge in broad bean cultivation (*Vicia Faba*) in agricultural lands the valley of Toluca, Mexico. TWA ( internationalWater association) Specialised conference sludge management, Acapulco, Gro. Mexico. 465-469 p.p.

Martínez, J. C; Hinojosa, J. T; Romero, L. H; Olivares, E. S; Montes, F. C. y Bolívar, S. S. 2001. Residual effect of biosolids in cauliflower (*brassica oleracea* var. *Batrytis*) IWA (international Eater association) Specialised conference sludge management, Acapulco, Gro. Mexico. 403-409 p.p.

Miralles, R; Beltrán, E; Porcel, M. A; Delgado, M; Beringola, M. L; Valero. J; Calvo, R. y Walter, I. 2002. Emergencia de seis cultivos tratados con lodo, fresco y compostados de estaciones depuradoras. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 18(3): 139-146.

Mohammad – Jamil, M; Atlamneh, M. y Bayan. 2004. Changes in Soil Fertility and Plant Uptake of Nutrients and Heavy Metals in Response to Sewage Sludge Application to Calcareous Soils. *Journal of Agronomy.* 3(3): 229-236.

Morales, R. P. M. 2005. Digestión anaerobia de lodos de plantas de tratamiento de aguas y su aprovechamiento. Tesis de licenciatura. Ingeniería química con area de ingeniería ambiental. Universidad de las Américas. Puebla.

Mori, A.; Lehmann, S.; O'kelli, J.; Kumngai, T.; Desmond, J. C.; Pervan, M.; McBride, W. H.; Kizaki, M.; Koeffler, H. P. 2006. Capsaicin, a component of red pepper, inhibits the growth of androgen-independent, p 53 mutant prostate cancer cells. *Cancer Research* 66: 3222-3229.

Munir, J. M; Bayan M. A. 2004. Changes in Soil Fertility and Plant Uptake of Nutrients and Heavy Metals in Response to Sewage Sludge Application to Calcareous Soils. Department of Natural Resources and the Environment, Faculty of Agriculture, *Journal of Agronomy* 3 (3): 229-236,

Nirmal-Kummar, J. I; Soni, H. y Kummar R. N. 2007. Characterization of heavy metals in vegetables using inductive coupled plasma analyzer (ICPA). *Journal of Applied Sciences & Environmental Management*, 11(3):75-79.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002. Secretaria del medio ambiente y recursos naturales. Protección ambiental. Lodos y Biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. Revisado: Lunes 20 de febrero de 2012

Pahren, H. R; Lucas, J. L; Ryan, J. A. and Dotson, G. K. 1979. Health Risks Associated with Land Application of municipal Sludge. *Journal of the Water pollution control federation* 51:2588-2601.

Rodríguez, P. J. M.; Méndez, L. J. R.; Trujillo, Y. 2001. Radicales libres en la biomedicina y el estrés oxidativo. *Revista Cubana de Medicina Militar* 30: 36-44.

Rodríguez D; Torres F; Gutiérrez E; López M; Martínez M; Carrascal A. 2008. Determinación de *Salmonella Typhimurium* en compost inoculado artificialmente empleado en un cultivo de lechuga. *Acta biol.Colomb.* [online]. 2008, vol.13, n.3, pp. 61-72. ISSN 0120-548X.

Sadovnikova, L. K; Resnetnikov, S. L. y Ladonin, D. V. 1993. The heavy-metals content of activated sludge used as organic fertilizer. *Eurasian soil science*, 25(11): 60-70.

Sahlströma, L; Aspana, A; Baggea, E; Danielsson- Thamb, M. L y Albihna A. 2004. "Bacterial pathogen incidences in sludge from Swedish sewage treatment plants". *Water research*, 38: 1989-1994.

SEMARNAT (Secretaria del medio ambiente y recursos naturales). 1996. Norma oficial mexicana que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales y bienes nacionales. NOM-001-Ecol-1996. Publicada en el diario oficial de la federación el 24 de diciembre de 1996. México, D.F.

Sen, S; Demirer, G. N. 2003. Anaerobic Treatment of real textile wastewater with fluidized bed reactor (FBR). *Water Research*. 37:1868-1878.

Terry, E; Nuñez, M; Pino, M. A. y Medina, N. 2001. Efectividad de la combinación Biofertilizantes-Analogo de brasinoesteroides en la nutrición del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Cultivos tropicales*, 22(2): 59-65.

Uribe M. H. 2001. Uso de biosolidos para incrementar la productividad en alfalfa. Campo experimental Delicias –INIFAP, México.

Uribe, M. H., N, Chaves S., 2000. El uso de los biosolidos para mejorar la productividad de los suelos agrícolas. Informe anual de actividades CEDEL-INIFAP. México.

US EPA, 1989. "Environmental regulations and technology. Control of pathogens in municipal wastewater sludge". Report EPA 625 10-89006, US EPA, Cincinnati OH.

US EPA, 1999. Environmental regulations and technology. Control of pathogens and vector attraction in sewage sludge". Report EPA/625/R-92/013, US EPA, Washington DC.

Wilkinson KG. 2007. The biosecurity of on-farm mortality composting. J Applied Microbiol. 102:609-618.

Zamora – Natera, F; Salcedo, E; Aguayo, A. 1999. Efecto de la aplicación de los lodos residuales como abono orgánico en el cultivo de maíz. Memorias del VII congreso nacional de biotecnología y bioingeniería y del IV congreso latinoamericano de biotecnología y bioingeniería. Huatulco, Oax, México.



## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1. Estudio CRETIB de los lodos textiles.

**Intertek Caleb Brett**

MX05-1521

12 de Septiembre de 2005.

Fábrica La Estrella, S.A. de C.V.  
Av. 16 de Septiembre No. 5, Zona Centro, Parras, Coahuila

AT'N: Ing. Saúl Hurtado

Anexo a la presente le remitimos los resultados analíticos de la muestra del residuo identificado como: **Lodos** efectuaron las pruebas y se recabó la información necesaria para determinar sus características de Corrosividad, Reactividad, Toxicidad, Inflamabilidad y Biológico Infeccioso de acuerdo a los procedimientos y parámetros considerados en las Normas **NOM 052 SEMARNAT 1993** y **NOM 053 SEMARNAT 1993**.

Los resultados de las pruebas efectuadas y evaluación de la información recabada al residuo identificado como: **Lodos** con No. de lab: **MX05-1521** y No. de muestra: **1** se resumen a continuación:

| PARÁMETRO                          | NUMERAL (NOM-052-SEMARNAT 1993) | ALCANCE | RESULTADO                                       | LMP                       | LDM   |
|------------------------------------|---------------------------------|---------|---|---------------------------|---|
| <b>CORROSIVIDAD 5.5.1</b>          |                                 |         |   |                           |   |
|                                    | 5.5.1.1                         | A       | 7,253 ± 0.118                                   | U de pH                   | 2 ≤ pH ≤ 12.5                               |
|                                    | 5.5.1.2                         | A       | ND  | mm/año                    | 6.35 mm/ año                                |
| <b>REACTIVIDAD 5.5.2</b>           |                                 |         |   |                           |   |
|                                    | 5.5.2.1@                        | C       | No se combina o polimeriza<br>Ver anexo cliente | Negativo                  | NA  |
|                                    | 5.5.2.2 H <sub>2</sub> O        | B       | NR  | Negativo                  | NA  |
|                                    | 5.5.2.3 HCl                     | B       | NR  | Negativo                  | NA  |
|                                    | 5.5.2.3 NaOH                    | B       | NR  | Negativo                  | NA  |
|                                    | 5.5.2.4                         | A       | ND  | mg/Kg de HCN              | 250 mg HCN/Kg                               |
|                                    | 5.5.2.4                         | A       | ND  | mg/Kg de H <sub>2</sub> S | 500 mg H <sub>2</sub> S/Kg                  |
|                                    | 5.5.2.5                         | C       | No produce radicales libres                     | Negativo                  | NA  |
| <b>EXPLOSIVIDAD 5.5.3</b>          |                                 |         |   |                           |   |
|                                    | 5.5.3.1                         | C       | No es explosiva                                 | Menor                     | NA  |
|                                    | 5.5.3.2 @                       | C       | No es Explosiva                                 | Negativo                  | NA  |
| <b>TOXICIDAD AL AMBIENTE 5.5.4</b> |                                 |         |   |                           |   |
|                                    | 5.5.4.1                         | A       | Ver anexo de resultados                         | mg/L                      | Ver Tablas 5, 6 y 7 (NOM-052-SEMARNAT 1993) |
| <b>INFLAMABILIDAD 5.5.5</b>        |                                 |         |   |                           |   |
|                                    | 5.5.5.1                         | A       | < 24,0 %  | % vol                     | 24% Vol de Alcohol (Etanol)                 |
|                                    | 5.5.5.2                         | A       | No Inflamable > 60                              | °C                        | 60°C  |
|                                    | 5.5.5.3 @                       | C       | No provoca fuego o cambios espontáneos          |                           | Negativo                                    |
|                                    | 5.5.5.4                         | C       | No es gas u oxidante                            |                           | Negativo                                    |

Queda Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización previa por escrito de Intertek Testing Services. Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

OFICIO DE ACREDITACION DE LA RAMA DE RESIDUOS: FRA-186-027/02

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**  
Bldv. Manuel Avila Camacho No. 182 Col. Lomas de Chapultepec  
C.P. 11650, México, D.F. Tel.: 50912150 Fax 55407863

3da Edición 1da Revisión Febrero, 2004

ILTA/003/GENS-F2

Pag. 1 de 7

|                                   |       |   |   |       |          |     |
|-----------------------------------|-------|---|---|-------|----------|-----|
| <b>BIOLÓGICO INFECCIOSO 5.5.6</b> |       |   |   |       |          |     |
|                                   | 5.5.6 | B | >= 3 000 000,0  | UFC/g | NA       | 1,0 |
|                                   | 5.5.6 | C | NOM 087 SEMARNAT SSA1 2002 (No corresponde a lo que marca la norma como Biológico Infeccioso) |       | Negativo | NA  |

ALCANCE A. DISPOSICION DE METODOLOGIA OFICIAL Y LMP NUMERICO (5511; 5512; 5524; 554; 5551; 5552)  
 ALCANCE B. DISPOSICION DE METODOLOGIA PROPIA Y LMP CUALITATIVO (5522; 5523)  
 ALCANCE C. DISPOSICION DE INFORMACION PROPORCIONADA POR EL GENERADOR (5521; 5525; 5531; 5532; 5553; 5554; 556)

Como se puede observar de los datos anteriores, el residuo:

- No Es Corrosivo
- No Es Reactivo
- No Es Explosivo
- No Es Tóxico
- No Es Inflamable
- No Es Biológico-Infeccioso.

Esperando que la información le sea de utilidad, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración al respecto.  
**Este Crefib es el promedio de 3 muestras analizadas.**

**ATENTAMENTE**

*[Firma manuscrita]*  
**SIGNATARIO AUTORIZADO**

Consideraciones:

- @. A condiciones normales de presión y temperatura de la Cd. de México
- φ. Solo se reportan los valores que exceden el LMP, para detalles ver anexo de resultados
- NP No proporcionado
- E. Estimado
- NA. No Aplica
- ♦ Prueba subcontratada

Para determinar el LCE (límite de cuantificación estimado) se deberá multiplicar el LDM por el factor de dilución requerido (Solicitar al Laboratorio) y el resultado por 5. En caso de que el resultado sea menor al LDM y el Factor de dilución sea diferente a 1, considerar el LCE. El muestreo no esta acreditado.

ANEXOS:

- Informe de Resultados
- Informe de otros compuestos químicos detectados no sancionados
- Documentos analíticos de soporte - cromatogramas
- Protocolo de Muestreo
- Documentación proporcionada por el Generador.

Queda Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización previa por escrito de Intertek Testing Services. Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

OFICIO DE ACREDITACION DE LA RAMA DE RESIDUOS: FRA-186-027/02

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Bld. Manuel Avila Camacho No. 182 Col. Lomas de Chapultepec  
 C.P. 11650, México, D.F. Tel.: 50912150 Fax 55407863

*[Firma manuscrita]*

*[Firma manuscrita]*

|  |   |
|--|---|
| IDENTIFICACION DE LA MUESTRA:                            | MX05-1521                                   |
| IDENTIFICACION DEL CLIENTE:                              | Lodos                                       |
| PROCEDENCIA DEL RESIDUO:                                 | Se anexa descripción detallada del proceso. |
| PROCESO PRODUCTOR DEL RESIDUO:                           | Ver carta proporcionada por el cliente      |
| No. DE ORDEN:  | MX05-1521                                   |
| No. DE LABORATORIO:                                      | MX05-1521                                   |
| FECHA DE MUESTREO:                                       | 2005-08-22,23,24                            |
| NOMBRE DE LA PERSONA AUTORIZADA QUE REALIZO EL MUESTREO: | ITS (César González)                        |
| FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA EN EL LABORATORIO:      | 2005-08-25                                  |

## INFORME DE RESULTADOS

### APARIENCIA:

|                               |                       |
|-------------------------------|-----------------------|
| ESTADO FISICO:                | Sólido (Lodo)         |
| DESCRIPCION FISICA:           | Lodo con poca agua    |
| COLOR:                        | Negro / Verdoso-Negro |
| No. FASES (SOLO EN LIQUIDOS): | NA                    |
| ACUOSA      % v/v             | NA                    |
| ORGANICA   % v/v              | NA                    |
| SÓLIDA      % v/v             | NA                    |

|       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| OLOR: | Muy fuerte fétido y a hidrocarburo |
|-------|------------------------------------|

|   |                          |
|---|--------------------------|
| COMPOSICION FISICA (NOM 053 SEMANAT 93) : |                          |
| % (p/p) DE SÓLIDOS HUMEDOS:               | 25,5 % / 22,8 % / 20,2 % |
| % (p/p) DE LIQUIDO DRENADO:               | 74,5 % / 77,2 % / 79,8 % |

### CORROSIVIDAD (INCISO 5.5.1 NOM 052)

#### 5.5.1.1 pH:

|                                   |       |         |                 |
|-----------------------------------|-------|---------|-----------------|
| MUESTRAS SOLIDAS (EPA 9045C-1995) | 7,253 | u de pH | I.C.<br>± 0,118 |
| pH DISPERSION ACUOSA (1:1 p/p)    |       |         |                 |

LMP: MAYOR O IGUAL A 2.0 MENOR O IGUAL A 12.5

|                     |                   |                       |
|---------------------|-------------------|-----------------------|
| Analizado por: MELA | Fecha: 2005-08-29 | Referencia: BAL347p35 |
|---------------------|-------------------|-----------------------|

#### 5.5.1.2 CORROSIVIDAD AL ACERO

EPA 1110-1996: ND

|                    |                   |                       |
|--------------------|-------------------|-----------------------|
| Analizado por: FDC | Fecha: 2005-08-26 | Referencia: BAL331p26 |
|--------------------|-------------------|-----------------------|

LMP: MENOR O IGUAL A 6.35 mm/año

Queda Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización previa por escrito de Intertek Testing Services. Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

OFICIO DE ACREDITACION DE LA RAMA DE RESIDUOS: FRA-186-027/02

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**  
 Blvd. Manuel Avila Camacho No. 182 Col. Lomas de Chapultepec  
 C.P. 11650, México, D.F. Tel.: 50912150 Fax 55407863

**REACTIVIDAD (INCISO 5.5.2 NOM-052)**

5.5.2.1 **NO SE COMBINA O POLIMERIZA VIOLENTAMENTE Y CON DETONACION A CONDICIONES DE PRESION Y TEMPERATURA DE LA CD. DE MEXICO.**

|                         |                          |                              |
|-------------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>Visual por:</b> MELA | <b>Fecha:</b> 2005-08-29 | <b>Referencia:</b> BAL254p75 |
|-------------------------|--------------------------|------------------------------|

5.5.2.2 **NO REACCIONA VIOLENTAMENTE FORMANDO GASES VAPORES O HUMOS EN CONDICIONES NORMALES (25° C Y PRESION ATMOSFERICA) CUANDO SE PONE EN CONTACTO CON AGUA EN RELACION (RESIDUO-AGUA) DE 5:1, 5:3, 5:5.**

5.5.2.3 **NO REACCIONA VIOLENTAMENTE FORMANDO GASES VAPORES O HUMO BAJO CONDICIONES NORMALES CUANDO SE PONE EN CONTACTO CON SOLUCIONES DE pH; ACIDO (HCl 1.0 N) EN RELACION (RESIDUO-SOLUCION) DE 5:1, 5:3, 5:5.**

5.5.2.3 **NO REACCIONA VIOLENTAMENTE FORMANDO GASES, VAPORES O HUMOS BAJO CONDICIONES NORMALES CUANDO SE PONE EN CONTACTO CON SOLUCIONES DE pH BASICO (NaOH 1.0 N) EN RELACION (RESIDUO-SOLUCION) DE 5:1, 5:3, 5:5.**

|            | 5:1 | 5:3 | 5:5 |
|------------|-----|-----|-----|
| Agua       | NR  | NR  | NR  |
| HCl 1.0 N  | NR  | NR  | NR  |
| NaOH 1.0 N | NR  | NR  | NR  |

R/NR Reactivo / No Reactivo  
Observaciones generales:

|                            |                          |                              |
|----------------------------|--------------------------|------------------------------|
| <b>Analizado por:</b> MELA | <b>Fecha:</b> 2005-08-29 | <b>Referencia:</b> BAL254p75 |
|----------------------------|--------------------------|------------------------------|

|   | LMP<br>mg/kg B.H. | RESULTADO<br>mg/kg B.H. | I.C. |
|---|-------------------|-------------------------|------|
| 5.5.2.4 CIANUROS LIBERABLES (EPA SW846 CAP. 7.3.3.2-1994) | 250.0             | ND                      | NA   |
| 5.5.2.4 SULFUROS LIBERABLES (EPA SW846 CAP. 7.3.4.2-1994) | 500.0             | ND                      | NA   |

**EXPLOSIVIDAD (INCISO 5.5.3 NOM 052)**

5.5.3.2 **EXPLOSIVIDAD (NO ES CAPAZ DE PRODUCIR UNA REACCION O DESCOMPOSICIÓN DETONANTE O EXPLOSIVA A CONDICIONES NORMALES DE LA CIUDAD DE MÉXICO.**

**INFLAMABILIDAD (INCISO 5.5.5 NOM 052)**

5.5.5.1 **NO CONTIENE MAS DE 24% DE ALCOHOL ETILICO EN VOLUMEN CUANDO ESTA EN SOLUCION ACUOSA. (EPA 8260B)**

% DE ALCOHOL = < 24,0 %

|                           |                          |                               |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| <b>Analizado por:</b> GSN | <b>Fecha:</b> 2005-09-01 | <b>Referencia:</b> BAL313p222 |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|

5.5.5.2 **NO ES LIQUIDO POR LO TANTO ESTE PUNTO NO APLICA**

LMP: > 60° C

|                           |                          |                               |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| <b>Analizado por:</b> ILM | <b>Fecha:</b> 2005-08-31 | <b>Referencia:</b> BAL302p222 |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|

5.5.5.4 **NO ES GAS COMPRIMIDO INFLAMABLE O AGENTE OXIDANTE Y POR LO TANTO ESTE PUNTO NO APLICA.**

|                           |                          |                               |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| <b>Analizado por:</b> ILM | <b>Fecha:</b> 2005-08-31 | <b>Referencia:</b> BAL302p222 |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------------|

Queda Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización previa por escrito de Intertek Testing Services. Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

OFICIO DE ACREDITACION DE LA RAMA DE RESIDUOS: FRA-186-027/02

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**  
Blvd. Manuel Avila Camacho No. 182 Col. Lomas de Chapultepec  
C.P. 11650, México, D.F. Tel.: 50912150 Fax 55407863



**TOXICIDAD AL AMBIENTE POR LA CONCENTRACION DE COMPUESTOS EN EL LIXIVIADO DURANTE EL PROCESO DE EXTRACCION (INCISO 5.5.4 DE LA NOM 052)**

| EXTRACCION DEL PECT                  | METODO                  | ANALISTA | FECHA DE EXTRACCION | REFERENCIA |
|--------------------------------------|-------------------------|----------|---------------------|------------|
| EXTRACCION DE VOLATILES              | NOM 053 SEMARNAT (1993) | LNA/MGC  | 2005-08-29          | BAL328p198 |
| EMIVOLÁTIL DE EMIVOLÁTILES Y METALES | NOM 053 SEMARNAT (1993) | LNA/MGC  | 2005-08-29          | BAL328p197 |

| CLAVE            | NOMBRE                     | METODO           | LMP (mg/L) | LDM/LDME* (mg/L) | RESULTADO (mg/L) | U Expand | ANALISTA | FECHA DE ANALISIS |
|------------------|----------------------------|------------------|------------|------------------|------------------|----------|----------|-------------------|
| <b>METALES</b>   |                            |                  |            |                  |                  |          |          |                   |
| C.1.01           | ARSENICO                   | EPA 7062         | 5          | 0,0006*          | 0,0011±0,001     | 0,08     | LTN      | 2005-09-07        |
| C.1.02           | BARIO                      | EPA 7080         | 100        | 0,2              | 0,31±0,05        | Q        | EERM     | 2005-09-08        |
| C.1.03           | CADMIO                     | EPA 7130         | 1          | 0,007            | ND               | 0,05     | AVL      | 2005-09-05        |
| C.1.04           | CROMO HEXAVALENTE          | EPA 7197         | 5          | 0,08             | ND               | 0,13     | LTN      | 2005-09-08        |
| C.1.05           | NIQUEL                     | EPA 7520         | 5          | 0,013            | 0,014±0,013      | 0,20     | AVL      | 2005-09-08        |
| C.1.06           | MERCURIO                   | EPA 7470         | 0,2        | 0,0005           | ND               | 0,10     | LTN      | 2005-09-06        |
| C.1.07           | PLATA                      | EPA 7760         | 5          | 0,01             | ND               | 0,06     | EERM     | 2005-09-07        |
| C.1.08           | PLOMO                      | EPA 7420         | 5          | 0,02             | ND               | 0,12     | AVL      | 2005-09-06        |
| C.1.09           | SELENIO                    | EPA 7742         | 1          | 0,0008*          | ND               | 0,13     | LTN      | 2005-09-06        |
| <b>ORGANICOS</b> |                            |                  |            |                  |                  |          |          |                   |
| C.V.01           | BENCENO                    | EPA 8260(B-1996) | 0,5        | 0,0250*          | ND               | 0,20     | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.022          | TOLUENO                    | EPA 8260(B-1996) | 14,4       | 0,0250*          | ND               | 0,10     | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.04           | CLOROFORMO                 | EPA 8260(B-1996) | 6          | 0,0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.05           | CLORURO DE METILENO        | EPA 8260(B-1996) | 8,6        | 0,100*           | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.06           | CLORURO DE VINILO          | EPA 8260(B-1996) | 0,2        | 0,0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.09           | 1,2-DICLOROETANO           | EPA 8260(B-1996) | 0,5        | 0,0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.010          | 1,1 DICLOROETILENO         | EPA 8260(B-1996) | 0,7        | 0,0250*          | ND               | 0,24     | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.018          | 1,1,1,2-TETRACLOROETANO    | EPA 8260(B-1996) | 10         | 0,0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.019          | 1,1,2,2-TETRACLOROETANO    | EPA 8260(B-1996) | 1,3        | 0,0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.020          | TETRACLORURO DE CARBONO    | EPA 8260(B-1996) | 0,5        | 0,0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.021          | TETRACLOROETILENO          | EPA 8260(B-1996) | 0,7        | 0,0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.023          | 1,1,1-TRICLOROETANO        | EPA 8260(B-1996) | 30         | 0,0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.024          | 1,1,2-TRICLOROETANO        | EPA 8260(B-1996) | 1,2        | 0,0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.025          | TRICLOROETILENO            | EPA 8260(B-1996) | 0,5        | 0,0250*          | ND               | 0,17     | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.03           | CLOROBENCENO               | EPA 8260(B-1996) | 100        | 0,0250*          | ND               | 0,13     | GSN      | 2005-09-01        |
| C.O.01           | ACRILONITRILLO             | EPA 8260(B-1996) | 5          | 0,100*           | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.02           | ETER BIS (2-CLORO ETILICO) | EPA 8270(B-1996) | 0,05       | 0,0080*          | ND               |          | ENA      | 2005-09-06        |
| C.V.011          | DISULFURO DE CARBONO       | EPA 8260(B-1996) | 14,4       | 0,0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.015          | ISOBUTANOL                 | EPA 8260(B-1996) | 36         | 1,5*             | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.016          | ETILMETILCETONA            | EPA 8260(B-1996) | 200        | 0,150*           | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.017          | PIRIDINA                   | EPA 8270(C-1996) | 5          | 0,0080*          | ND               |          | ENA      | 2005-09-06        |

Queda Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización previa por escrito de Intertek Testing Services. Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

OFICIO DE ACREDITACION DE LA RAMA DE RESIDUOS: FRA-186-027/02

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**  
 Blvd. Manuel Avila Camacho No. 182 Col. Lomas de Chapultepec  
 C.P. 11650, México, D.F. Tel.: 50912150 Fax 55407863

MX05-1521

| CLAVE           | NOMBRE                                      | METODO           | LMP (mg/L) | LDM/LDME* (mg/L) | RESULTADO (mg/L) | U (mg/L) | ANALISTA | FECHA DE ANALISIS |
|-----------------|---|------------------|------------|------------------|------------------|----------|----------|-------------------|
| C.V.07          | 1,2-DICLOROBENCENO                          | EPA 8260(C-1996) | 4.3        | 0.0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.08          | 1,4-DICLOROBENCENO                          | EPA 8260(C-1996) | 7.5        | 0.0250*          | ND               |          | GSN      | 2005-09-01        |
| C.V.010         | HEXAFLOROETANO                              | EPA 8270(C-1996) | 3          | 0.0080*          | ND               |          | ENA      | 2005-09-06        |
| C.V.013         | HEXAFLOROETANO                              | EPA 8270(C-1996) | 0.13       | 0.0080*          | ND               |          | ENA      | 2005-09-06        |
| C.V.014         | HEXAFLORO 1,3-BUTADIENO                     | EPA 8270(C-1996) | 0.5        | 0.0080*          | ND               |          | ENA      | 2005-09-06        |
| C.O.07          | 2,4-DINITROTOLUENO                          | EPA 8270(C-1996) | 0.13       | 0.0080*          | ND               |          | ENA      | 2005-09-06        |
| C.O.013         | NITROBENCENO                                | EPA 8270(C-1996) | 2          | 0.0080*          | ND               |          | ENA      | 2005-09-06        |
| C.O.02          | CLORDANO                                    | EPA 8081         | 0.03       | 0.0001           | ND               |          | LZR      | 2005-09-05        |
| C.O.08          | ENDRIN                                      | EPA 8081         | 0.02       | 0.0002           | ND               | 0.25     | LZR      | 2005-09-05        |
| C.O.09          | HEPTACLORO                                  | EPA 8081         | 0.008      | 0.0002           | ND               | 0.35     | LZR      | 2005-09-05        |
|                 | HEPTACLORO EPOXIDO                          | EPA 8081         | 0.008      | 0.0001           | ND               | 0.36     | LZR      | 2005-09-05        |
| C.O.011         | LINDANO                                     | EPA 8081         | 0.4        | 0.0001           | ND               | 0.41     | LZR      | 2005-09-05        |
| C.O.012         | METOXICLORO                                 | EPA 8081         | 10         | 0.001            | ND               |          | LZR      | 2005-09-05        |
| C.O.016         | TOXAFENO                                    | EPA 8081         | 0.5        | 0.0055           | ND               |          | LZR      | 2005-09-05        |
| C.O.03          | p-CRESOL                                    | EPA 8270(C-1996) | 200        | 0.0080*          |                  |          | ENA      | 2005-09-06        |
| C.O.04 / C.O.05 | m-CRESOL / p-CRESOL                         | EPA 8270(C-1996) | 200        | 0.0080*          | ND               |          | ENA      | 2005-09-06        |
| C.V.012         | FENOL                                       | EPA 8270(C-1996) | 14.4       | 0.0080*          | ND               | 0.34     | ENA      | 2005-09-06        |
| C.O.014         | PENTACLOROFENOL                             | EPA 8270(C-1996) | 100        | 0.0080*          | ND               | 0.58     | ENA      | 2005-09-06        |
| C.O.015         | 2,3,4,6-TETRAFLOROFENOL                     | EPA 8270(C-1996) | 1.5        | 0.0080*          | ND               |          | ENA      | 2005-09-06        |
| C.O.017         | 2,4,5-TRICLOROFENOL                         | EPA 8270(C-1996) | 400        | 0.0080*          | ND               |          | ENA      | 2005-09-06        |
| C.O.018         | 2,4,6-TRICLOROFENOL                         | EPA 8270(C-1996) | 2          | 0.0080*          | ND               |          | ENA      | 2005-09-06        |
| ◆               | <b>HERBICIDAS</b>                           |                  |            |                  |                  |          |          |                   |
| C.O.06          | 2,4-DICLOROFENOXIACETICO (2,4-D)            | EPA 8321         | 10         | 0.01             | ND               | 0.29     | CEN      | 2005-09-08        |
| C.O.019         | AC. 2,4,5-TRICLOROFENOXIPROPIONICO (SILVEX) | EPA 8321         | 1          | 0.06             | ND               | 0.27     | CEN      | 2005-09-08        |

La muestra no es explosiva a condiciones normales de presión y temperatura.

Reactividad: Hubo desprendimiento de vapores y ligera efervescencia con la adición del HCl.

Cuando la muestra es sólida la inflamabilidad no aplica.

Se reporta el resultado conjunto de 3 unidades de producto como se indica en el protocolo del procedimiento para la obtención de muestras representativas y su manejo para el análisis de residuos industriales con objeto de determinar su peligrosidad, elaborado y autorizado por la Dirección General de Gestión Integral de Materias y Actividades Riesgosas en oficio No. DGGIMAR.710/001285 con fecha del 05 Abril del 2004.

**Intervalo de confianza al 80 % de confiabilidad.**

**COMPUESTOS ENCONTRADOS NO SANCIONADOS:**

| Compuesto no sancionado encontrado | Concentración estimada |
|------------------------------------|------------------------|
|                                    |                        |
|                                    |                        |
|                                    |                        |

Queda Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización previa por escrito de Intertek Testing Services. Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

OFICIO DE ACREDITACION DE LA RAMA DE RESIDUOS: FRA-186-027/02

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Bld. Manuel Avila Camacho No. 182 Col. Lomas de Chapultepec  
C.P. 11650, México, D.F. Tel.: 50912150 Fax 55407863

## DATOS DEL ANALISIS

### Metales

|                   |                        |          |             |            |        |            |      |         |
|-------------------|------------------------|----------|-------------|------------|--------|------------|------|---------|
| Arsénico          | Método de Preparación: | EPA 3010 | Referencia: | BAL344p352 | Fecha: | 2005-08-31 | Por: | AVL     |
|                   | Método de Análisis:    | EPA 7062 | Referencia: | BEQ109p68  | Fecha: | 2005-09-07 | Por: | LTN     |
| Bario             | Método de Preparación: | EPA 3010 | Referencia: | BAL344p352 | Fecha: | 2005-08-31 | Por: | AVL     |
|                   | Método de Análisis:    | EPA 7080 | Referencia: | BEQ117p70  | Fecha: | 2005-09-08 | Por: | EERM    |
| Cadmio            | Método de Preparación: | EPA 3010 | Referencia: | BAL344p352 | Fecha: | 2005-08-31 | Por: | AVL     |
|                   | Método de Análisis:    | EPA 7130 | Referencia: | BEQ117p68  | Fecha: | 2005-09-05 | Por: | AVL     |
| Cromo Hexavalente | Método de Preparación: | EPA 7197 | Referencia: | BAL297p43  | Fecha: | 2005-09-08 | Por: | LTN/VLM |
|                   | Método de Análisis:    | EPA 7197 | Referencia: | BEQ117p70  | Fecha: | 2005-09-08 | Por: | LTN     |
| Níquel            | Método de Preparación: | EPA 3010 | Referencia: | BAL344p352 | Fecha: | 2005-08-31 | Por: | AVL     |
|                   | Método de Análisis:    | EPA 7520 | Referencia: | BEQ117p70  | Fecha: | 2005-09-08 | Por: | AVL     |
| Mercurio          | Método de Preparación: | EPA 7470 | Referencia: | NAL344p368 | Fecha: | 2005-09-02 | Por: | EERM    |
|                   | Método de Análisis:    | EPA 7470 | Referencia: | BEQ109p68  | Fecha: | 2005-09-06 | Por: | LTN     |
| Plata             | Método de Preparación: | EPA 7760 | Referencia: | BAL344p352 | Fecha: | 2005-08-31 | Por: | AVL     |
|                   | Método de Análisis:    | EPA 7760 | Referencia: | BEQ117p70  | Fecha: | 2005-09-07 | Por: | EERM    |
| Plomo             | Método de Preparación: | EPA 3010 | Referencia: | BAL344p352 | Fecha: | 2005-08-31 | Por: | AVL     |
|                   | Método de Análisis:    | EPA 7420 | Referencia: | BEQ117p68  | Fecha: | 2005-09-06 | Por: | AVL     |
| Selenio           | Método de Preparación: | EPA 3010 | Referencia: | BAL344p352 | Fecha: | 2005-08-31 | Por: | AVL     |
|                   | Método de Análisis:    | EPA 7742 | Referencia: | BEQ109p68  | Fecha: | 2005-09-06 | Por: | LTN     |

### Compuestos orgánicos volátiles

|                        |          |             |                                   |        |            |      |     |
|------------------------|----------|-------------|-----------------------------------|--------|------------|------|-----|
| Método de Preparación: | EPA 5030 | Referencia: | BAL313p22                         | Fecha: | 2005-09-01 | Por: | GSN |
| Método de Análisis:    | EPA 8260 | Referencia: | SEC/8260/CRG010/01SP05/AB17,18,19 | Fecha: | 2005-09-01 | Por: | GSN |

### Compuestos orgánicos semivolátiles

|                        |          |             |                                   |        |            |      |         |
|------------------------|----------|-------------|-----------------------------------|--------|------------|------|---------|
| Método de Preparación: | EPA 3510 | Referencia: | BAL306p288                        | Fecha: | 2005-09-01 | Por: | HCE,AVE |
| Método de Análisis:    | EPA 8270 | Referencia: | SEC/8270/CRG002/06SP05/SV08,09,10 | Fecha: | 2005-09-06 | Por: | ENA     |

### Pesticidas

|                        |          |             |                        |        |            |      |         |
|------------------------|----------|-------------|------------------------|--------|------------|------|---------|
| Método de Preparación: | EPA 3510 | Referencia: | BAL328p201             | Fecha: | 2005-09-02 | Por: | LNA,MGC |
| Método de Análisis:    | EPA 8081 | Referencia: | SEC/8081/CRG004/05SP05 | Fecha: | 2005-09-05 | Por: | LZR     |

### ◆ Herbicidas

|                        |          |             |                |        |            |      |     |
|------------------------|----------|-------------|----------------|--------|------------|------|-----|
| Método de Preparación: | EPA 8321 | Referencia: | 4429,4430,4431 | Fecha: | 2005-08-31 | Por: | CEN |
| Método de Análisis:    | EPA 8321 | Referencia: | 4429,4430,4431 | Fecha: | 2005-09-08 | Por: | CEN |

### NOTAS:

- 1.- Todas las confirmaciones de los compuestos orgánicos se efectúan por cromatografía de gases con columnas capilares acoplado a espectrometría de masas o con un sistema de doble columna-doble detector de captura de electrones
- 2.- LMP = Límite Máximo Permisible.
- 3.- LDM = Límite de Detección del Método
- 4.- U = Incertidumbre expandida en las mismas unidades que el compuesto o elemento de interés.
- 5.- EPA = United States Environmental Protection Agency.
- 6.- EPA SW846 = Environmental Protection Agency, Solid Waste 846.
- 7.- Se anexan todos los cromatogramas.

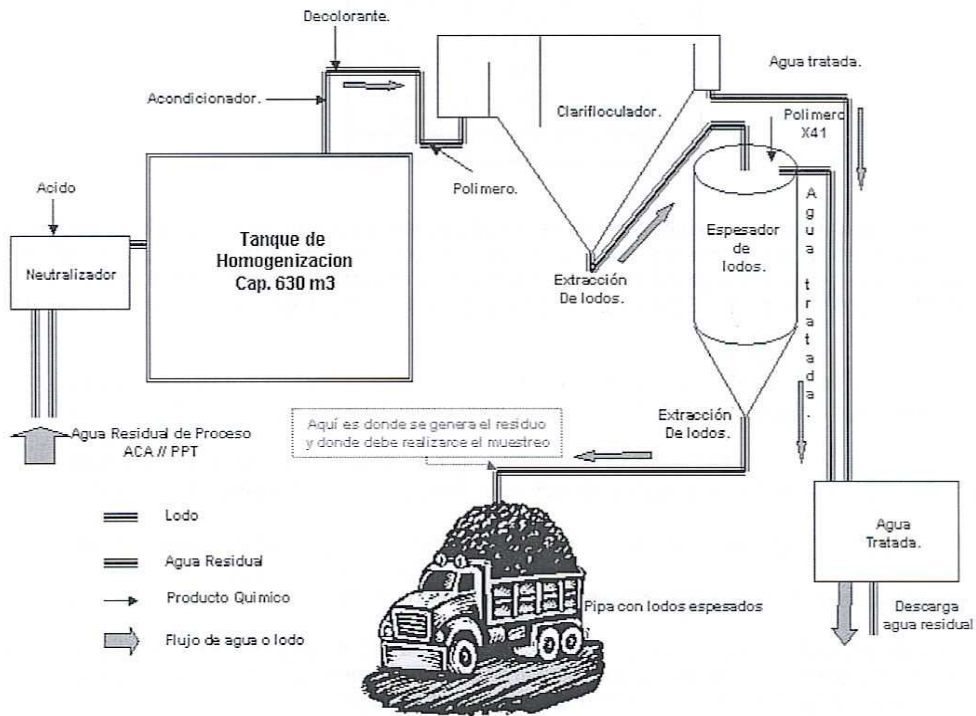
Queda Prohibida la reproducción parcial de este documento sin la autorización previa por escrito de Intertek Testing Services. Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

OFICIO DE ACREDITACION DE LA RAMA DE RESIDUOS: FRA-186-027/02

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Bldv. Manuel Avila Camacho No. 182 Col. Lomas de Chapultepec  
C.P. 11650, México, D.F. Tel.: 50912150 Fax 55407863

Diagrama de Flujo





## ANEXO 2. Análisis de las muestras de lechuga con lodo textil.



### RESUMEN

Identificación de la Muestra: Testigo 0% Matriz de Muestra: Sólido  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-01 Fecha de Muestreo: NP

| Química General    |               |  |         |             |                       |
|--------------------|---------------|--|---------|-------------|-----------------------|
| Parámetro          | Resultado     | Limite Máximo Permisible NOM-004-SEMARNAT-2002 |         |             | Unidades en Base seca |
|                    |               | A  | B       | C           |                       |
| Coliformes Fecales | < 3,0 NMP/gST | < 1 000  | < 1 000 | < 2 000 000 | NMP/g                 |
| Salmonella         | < 3,0 NMP/gST | < 3  | < 3     | < 300       | NMP/g                 |
| Huevos de Helminto | < 0,5 HH/gST  | < 1  | < 10    | < 35        | HH/g                  |

TABLA 2

| Metales   |                     |  |        |  |                    |
|-----------|---------------------|--|--------|--|--------------------|
| Parámetro | Resultado Base Seca | Limite Máximo Permisible NOM-004-SEMARNAT-2002 |        |  | mg/kg en base seca |
|           |                     | Excelentes                                     | Buenos |  |                    |
| Arsénico  | ND                  | 41   | 75     |  | mg/kg              |
| Cadmio    | ND                  | 39   | 85     |  | mg/kg              |
| Cromo     | ND                  | 1 200  | 3 000  |  | mg/kg              |
| Cobre     | ND                  | 1 500  | 4 300  |  | mg/kg              |
| Plomo     | ND                  | 300  | 840    |  | mg/kg              |
| Mercurio  | ND                  | 17   | 57     |  | mg/kg              |
| Níquel    | ND                  | 420  | 420    |  | mg/kg              |
| Zinc      | 82,75 mg/kg         | 2 800  | 7 500  |  | mg/kg              |

TABLA 3

| Aprovechamiento de Biosólidos |       |   |
|-------------------------------|-------|---|
| TIPO                          | CLASE | APROVECHAMIENTO   |
| EXCELENTE                     | A     | Uso urbano con contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase B y C |
| EXCELENTE O BUENO             | B     | Uso urbano sin contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase C     |
| EXCELENTE O BUENO             | C     | Usos forestales.<br>Mejoramiento de Suelos<br>Usos agrícolas  |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com



Identificación de la Muestra: Testigo 5% lodo Industrial  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-02

Matriz de Muestra: Sólido  
 Fecha de Muestreo: NP

| Química General    |               |                          |         |             |                       |
|--------------------|---------------|--------------------------|---------|-------------|-----------------------|
| Parámetro          | Resultado     | Limite Máximo Permisible |         |             | Unidades en Base seca |
|                    |               | NOM-004-SEMARNAT-2002    |         |             |                       |
|                    |               | A                        | B       | C           |                       |
| Coliformes Fecales | < 3,0 NMP/gST | < 1 000                  | < 1 000 | < 2 000 000 | NMP/g                 |
| Salmonella         | < 3,0 NMP/gST | < 3                      | < 3     | < 300       | NMP/g                 |
| Huevos de Helminto | < 0,5 HH/gST  | < 1                      | < 10    | < 35        | HH/g                  |

**TABLA 2**

| Metales   |                     |                          |        |                    |
|-----------|---------------------|--------------------------|--------|--------------------|
| Parámetro | Resultado Base Seca | Limite Máximo Permisible |        |                    |
|           |                     | NOM-004-SEMARNAT-2002    |        |                    |
|           |                     | Excelentes               | Buenos | mg/kg en base seca |
| Arsénico  | ND                  | 41                       | 75     | mg/kg              |
| Cadmio    | ND                  | 39                       | 85     | mg/kg              |
| Cromo     | ND                  | 1 200                    | 3 000  | mg/kg              |
| Cobre     | ND                  | 1 500                    | 4 300  | mg/kg              |
| Plomo     | ND                  | 300                      | 840    | mg/kg              |
| Mercurio  | ND                  | 17                       | 57     | mg/kg              |
| Níquel    | ND                  | 420                      | 420    | mg/kg              |
| Zinc      | 100,4 mg/kg         | 2 800                    | 7 500  | mg/kg              |

**TABLA 3**

| Aprovechamiento de Biosólidos |       |   |
|-------------------------------|-------|---|
| TIPO                          | CLASE | APROVECHAMIENTO   |
| EXCELENTE                     | A     | Uso urbano con contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase B y C |
| EXCELENTE O BUENO             | B     | Uso urbano sin contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase C     |
| EXCELENTE O BUENO             | C     | Usos forestales.<br>Mejoramiento de Suelos<br>Usos agrícolas  |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com

2da Edición Enero 2001, 7ª Revisión Septiembre 03,2010

ILT-A002/CL 5.10-F3

Página 3 de 15



Identificación de la Muestra: Testigo 10% lodo Industrial Matriz de Muestra: Sólido  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-03 Fecha de Muestreo: NP

| Química General    |               |                          |         |             |                       |
|--------------------|---------------|--------------------------|---------|-------------|-----------------------|
| Parámetro          | Resultado     | Limite Máximo Permisible |         |             | Unidades en Base seca |
|                    |               | NOM-004-SEMARNAT-2002    |         |             |                       |
|                    |               | A                        | B       | C           |                       |
| Coliformes Fecales | < 3,0 NMP/gST | < 1 000                  | < 1 000 | < 2 000 000 | NMP/g                 |
| Salmonella         | < 3,0 NMP/gST | < 3                      | < 3     | < 300       | NMP/g                 |
| Huevos de Helminto | < 0,5 HH/gST  | < 1                      | < 10    | < 35        | HH/g                  |

TABLA 2

| Metales   |                     |                          |        |  |                    |
|-----------|---------------------|--------------------------|--------|--|--------------------|
| Parámetro | Resultado Base Seca | Limite Máximo Permisible |        |  | mg/kg en base seca |
|           |                     | NOM-004-SEMARNAT-2002    |        |  |                    |
|           |                     | Excelentes               | Buenos |  |                    |
| Arsénico  | ND                  | 41                       | 75     |  | mg/kg              |
| Cadmio    | ND                  | 39                       | 85     |  | mg/kg              |
| Cromo     | ND                  | 1 200                    | 3 000  |  | mg/kg              |
| Cobre     | ND                  | 1 500                    | 4 300  |  | mg/kg              |
| Plomo     | ND                  | 300                      | 840    |  | mg/kg              |
| Mercurio  | ND                  | 17                       | 57     |  | mg/kg              |
| Níquel    | ND                  | 420                      | 420    |  | mg/kg              |
| Zinc      | 127,6 mg/kg         | 2 800                    | 7 500  |  | mg/kg              |

TABLA 3

| Aprovechamiento de Biosólidos |       |   |
|-------------------------------|-------|---|
| TIPO                          | CLASE | APROVECHAMIENTO   |
| EXCELENTE                     | A     | Uso urbano con contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase B y C |
| EXCELENTE O BUENO             | B     | Uso urbano sin contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase C     |
| EXCELENTE O BUENO             | C     | Usos forestales.<br>Mejoramiento de Suelos<br>Usos agrícolas  |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com



Identificación de la Muestra: Testigo 15 %  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-04

Matriz de Muestra: Sólido  
 Fecha de Muestreo: NP

| Química General    |               |                          |         |             |                       |
|--------------------|---------------|--------------------------|---------|-------------|-----------------------|
| Parámetro          | Resultado     | Limite Máximo Permisible |         |             | Unidades en Base seca |
|                    |               | NOM-004-SEMARNAT-2002    |         |             |                       |
|                    |               | A                        | B       | C           |                       |
| Coliformes Fecales | < 3,0 NMP/gST | < 1 000                  | < 1 000 | < 2 000 000 | NMP/g                 |
| Salmonella         | < 3,0 NMP/gST | < 3                      | < 3     | < 300       | NMP/g                 |
| Huevos de Helminto | < 0,5 HH/gST  | < 1                      | < 10    | < 35        | HH/g                  |

**TABLA 2**

| Metales   |                     |                          |        |  |                    |
|-----------|---------------------|--------------------------|--------|--|--------------------|
| Parámetro | Resultado Base Seca | Limite Máximo Permisible |        |  | mg/kg en base seca |
|           |                     | NOM-004-SEMARNAT-2002    |        |  |                    |
|           |                     | Excelentes               | Buenos |  |                    |
| Arsénico  | ND                  | 41                       | 75     |  | mg/kg              |
| Cadmio    | ND                  | 39                       | 85     |  | mg/kg              |
| Cromo     | ND                  | 1 200                    | 3 000  |  | mg/kg              |
| Cobre     | ND                  | 1 500                    | 4 300  |  | mg/kg              |
| Plomo     | ND                  | 300                      | 840    |  | mg/kg              |
| Mercurio  | ND                  | 17                       | 57     |  | mg/kg              |
| Níquel    | ND                  | 420                      | 420    |  | mg/kg              |
| Zinc      | 81,81 mg/kg         | 2 800                    | 7 500  |  | mg/kg              |

**TABLA 3**

| Aprovechamiento de Biosólidos |       |   |
|-------------------------------|-------|---|
| TIPO                          | CLASE | APROVECHAMIENTO   |
| EXCELENTE                     | A     | Uso urbano con contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase B y C |
| EXCELENTE O BUENO             | B     | Uso urbano sin contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase C     |
| EXCELENTE O BUENO             | C     | Usos forestales.<br>Mejoramiento de Suelos<br>Usos agrícolas  |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com



Identificación de la Muestra: Testigo 20 %  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-05

Matriz de Muestra: Sólido  
 Fecha de Muestreo: NP

| Química General    |               |                          |         |             |                       |
|--------------------|---------------|--------------------------|---------|-------------|-----------------------|
| Parámetro          | Resultado     | Limite Máximo Permisible |         |             | Unidades en Base seca |
|                    |               | NOM-004-SEMARNAT-2002    |         |             |                       |
|                    |               | A                        | B       | C           |                       |
| Coliformes Fecales | < 3,0 NMP/gST | < 1 000                  | < 1 000 | < 2 000 000 | NMP/g                 |
| Salmonella         | < 3,0 NMP/gST | < 3                      | < 3     | < 300       | NMP/g                 |
| Huevos de Helminto | < 0,5 HH/gST  | < 1                      | < 10    | < 35        | HH/g                  |

TABLA 2

| Metales   |                     |                          |        |  |                    |
|-----------|---------------------|--------------------------|--------|--|--------------------|
| Parámetro | Resultado Base Seca | Limite Máximo Permisible |        |  | mg/kg en base seca |
|           |                     | NOM-004-SEMARNAT-2002    |        |  |                    |
|           |                     | Excelentes               | Buenos |  |                    |
| Arsénico  | ND                  | 41                       | 75     |  | mg/kg              |
| Cadmio    | ND                  | 39                       | 85     |  | mg/kg              |
| Cromo     | ND                  | 1 200                    | 3 000  |  | mg/kg              |
| Cobre     | ND                  | 1 500                    | 4 300  |  | mg/kg              |
| Plomo     | ND                  | 300                      | 840    |  | mg/kg              |
| Mercurio  | ND                  | 17                       | 57     |  | mg/kg              |
| Níquel    | ND                  | 420                      | 420    |  | mg/kg              |
| Zinc      | 305,4 mg/kg         | 2 800                    | 7 500  |  | mg/kg              |

TABLA 3

| Aprovechamiento de Biosólidos |       |   |
|-------------------------------|-------|---|
| TIPO                          | CLASE | APROVECHAMIENTO   |
| EXCELENTE                     | A     | Uso urbano con contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase B y C |
| EXCELENTE O BUENO             | B     | Uso urbano sin contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase C     |
| EXCELENTE O BUENO             | C     | Usos forestales.<br>Mejoramiento de Suelos<br>Usos agrícolas  |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com



**DETALLE DE RESULTADOS**

Identificación de la Muestra: Testigo 0%      Matriz de Muestra: Sólido  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-01      Fecha de Muestreo: NP

| Química Húmeda              |                          | Análisis Realizados |            |               |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------|------------|---------------|
| Parámetro                   | LC                       | Resultado           |            |               |
| Coliformes Fecales          | 3,0 NMP/gST              | < 3,0 NMP/gST       |            |               |
| Factor de Dilución:         | 10 <sup>-1</sup>         | Fecha:              | 2012-02-02 | Analista: TGG |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A3 |                     |            |               |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2011-18p20,21         |                     |            |               |
| Huevos de Helminto          | 0,5 HH/gST               | < 0,5 HH/gST        |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:              | 2012-02-07 | Analista: TGG |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A5 |                     |            |               |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2010-19p66            |                     |            |               |
| Salmonella                  | 3,0 NMP/gST              | < 3,0 NMP/gST       |            |               |
| Factor de Dilución:         | 10 <sup>-1</sup>         | Fecha:              | 2012-02-02 | Analista: TGG |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A4 |                     |            |               |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2011-10p30,31         |                     |            |               |
| Sólidos Totales             | 3 168,5 mg/kg            | 67 342,2 mg/kg      |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:              | 2012-02-01 | Analista: TGG |
| Analizado usando:           | SM 2540B                 |                     |            |               |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p62,64         |                     |            |               |
| Sólidos Volátiles           | 17,69 mg/kg              | 61 093,5 mg/kg      |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:              | 2012-02-01 | Analista: TGG |
| Analizado usando:           | SM 2540E                 |                     |            |               |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p62,64         |                     |            |               |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com



Identificación de la Muestra: Testigo 0% Matriz de Muestra: Sólido  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-01 Fecha de Muestreo: NP

| Metales                     |                          | Análisis Realizados      |                        |  |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--|
| Parámetro                   | LC<br>Húmedo / Seco      | Resultado Base<br>Húmedo | Resultado Base<br>Seco |  |
| Mercurio                    | 0,2500 / 3,731 mg/kg     | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-08        | Analista: AKSC,RNC     |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-10        | Analista: JMV,RNC      |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p155            |                          |                        |  |
| Cromo                       | 2,5 / 37 mg/kg           | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Cadmio                      | 1,25 / 18,7 mg/kg        | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Cobre                       | 2,5 / 37 mg/kg           | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Níquel                      | 2,5 / 37 mg/kg           | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Plomo                       | 12,5 / 187 mg/kg         | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Zinc                        | 1,25 / 18,7 mg/kg        | 5,544 mg/kg              | 82,75 mg/kg            |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Arsénico                    | 0,0250 / 0,373 mg/kg     | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-08        | Analista: RNC,UBM      |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com

2da Edición Enero 2001, 7ª Revisión Septiembre 03 2010

ILT-A002/CL 5.10 - F3

Página 8 de 16



Identificación de la Muestra: Testigo 5% lodo Industrial Matriz de Muestra: Sólido  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-02 Fecha de Muestreo: NP

| Química Húmeda              |                          | Análisis Realizados |            |               |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------|------------|---------------|
| Parámetro                   | LC                       | Resultado           |            |               |
| Coliformes Fecales          | 3,0 NMP/gST              | < 3,0 NMP/gST       |            |               |
| Factor de Dilución:         | 10 <sup>-1</sup>         | Fecha:              | 2012-02-02 | Analista: TGG |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A3 |                     |            |               |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2011-18p20,21         |                     |            |               |
| Huevos de Helminto          | 0,5 HH/gST               | < 0,5 HH/gST        |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:              | 2012-02-07 | Analista: TGG |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A5 |                     |            |               |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2010-19p66            |                     |            |               |
| Salmonella                  | 3,0 NMP/gST              | < 3,0 NMP/gST       |            |               |
| Factor de Dilución:         | 10 <sup>-1</sup>         | Fecha:              | 2012-02-02 | Analista: TGG |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A4 |                     |            |               |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2011-10p30,31         |                     |            |               |
| Sólidos Totales             | 3 168,5 mg/kg            | 53 742,8 mg/kg      |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:              | 2012-02-01 | Analista: TGG |
| Analizado usando:           | SM 2540B                 |                     |            |               |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p62,64         |                     |            |               |
| Sólidos Volátiles           | 17,69 mg/kg              | 44 326,9 mg/kg      |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:              | 2012-02-01 | Analista: TGG |
| Analizado usando:           | SM 2540E                 |                     |            |               |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p62,64         |                     |            |               |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com





Identificación de la Muestra: Testigo 5% Iodo Industrial Matriz de Muestra: Sólido  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-02 Fecha de Muestreo: NP

| o Metales                   |                          | Análisis Realizados      |                        |  |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--|
| Parámetro                   | LC<br>Húmedo / Seco      | Resultado Base<br>Húmedo | Resultado Base<br>Seco |  |
| Mercurio                    | 0,2500 / 4,63 mg/kg      | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      | Fecha: 2012-02-08        | Analista: AKSC,RNC     |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-10        | Analista: JMV,RNC      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                          |                        |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p155            |                          |                        |  |
| Cromo                       | 2,5 / 46 mg/kg           | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                          |                        |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Cadmio                      | 1,25 / 23,2 mg/kg        | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                          |                        |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Cobre                       | 2,5 / 46 mg/kg           | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                          |                        |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Níquel                      | 2,5 / 46 mg/kg           | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                          |                        |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Plomo                       | 12,5 / 231 mg/kg         | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                          |                        |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Zinc                        | 1,25 / 23,2 mg/kg        | 5,419 mg/kg              | 100,4 mg/kg            |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                          |                        |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Arsénico                    | 0,0250 / 0,463 mg/kg     | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-08        | Analista: RNC,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                          |                        |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com



**Identificación de la Muestra:** Testigo 10% lodo Industrial      **Matriz de Muestra:** Sólido  
**No. De Muestra Lab:** 2012-MEXC-000187-03      **Fecha de Muestreo:** NP

| Química Húmeda              |                          | Análisis Realizados |            |               |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------|------------|---------------|
| Parámetro                   | LC                       | Resultado           |            |               |
| Coliformes Fecales          | 3,0 NMP/gST              | < 3,0 NMP/gST       |            |               |
| Factor de Dilución:         | 10 <sup>-1</sup>         |                     |            |               |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A3 | Fecha:              | 2012-02-02 | Analista: TGG |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2011-18p20,21         |                     |            |               |
| Huevos de Helminto          | 0,5 HH/gST               | < 0,5 HH/gST        |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       |                     |            |               |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A5 | Fecha:              | 2012-02-07 | Analista: TGG |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2010-19p66            |                     |            |               |
| Salmonella                  | 3,0 NMP/gST              | < 3,0 NMP/gST       |            |               |
| Factor de Dilución:         | 10 <sup>-1</sup>         |                     |            |               |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A4 | Fecha:              | 2012-02-02 | Analista: TGG |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2011-10p30,31         |                     |            |               |
| Sólidos Totales             | 3 168,5 mg/kg            | 58 592,7 mg/kg      |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       |                     |            |               |
| Analizado usando:           | SM 2540B                 | Fecha:              | 2012-02-01 | Analista: TGG |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p62,64         |                     |            |               |
| Sólidos Volátiles           | 17,69 mg/kg              | 47 425,5 mg/kg      |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       |                     |            |               |
| Analizado usando:           | SM 2540E                 | Fecha:              | 2012-02-01 | Analista: TGG |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p62,64         |                     |            |               |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com



Identificación de la Muestra: Testigo 10% lodo Industrial  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-03

Matriz de Muestra: Sólido  
 Fecha de Muestreo: NP

| Metales                     | Análisis Realizados      |                      |                          |                        |
|-----------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|------------------------|
|                             | Parámetro                | LC<br>Húmedo / Seco  | Resultado Base<br>Húmedo | Resultado Base<br>Seco |
| Mercurio                    |                          | 0,2500 / 4,237 mg/kg | ND                       | ND                     |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                      |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-08        | Analista: AKSC,RNC     |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-10        | Analista: JMV,RNC      |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p155            |                      |                          |                        |
| Cromo                       |                          | 2,5 / 42 mg/kg       | ND                       | ND                     |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                      |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                      |                          |                        |
| Cadmio                      |                          | 1,25 / 21,2 mg/kg    | ND                       | ND                     |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                      |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JFHA,UBM     |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                      |                          |                        |
| Cobre                       |                          | 2,5 / 42 mg/kg       | ND                       | ND                     |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                      |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JFHA,UBM     |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                      |                          |                        |
| Níquel                      |                          | 2,5 / 42 mg/kg       | ND                       | ND                     |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                      |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                      |                          |                        |
| Plomo                       |                          | 12,5 / 212 mg/kg     | ND                       | ND                     |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                      |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                      |                          |                        |
| Zinc                        |                          | 1,25 / 21,2 mg/kg    | 7,53 mg/kg               | 127,6 mg/kg            |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                      |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                      |                          |                        |
| Arsénico                    |                          | 0,0250 / 0,424 mg/kg | ND                       | ND                     |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                      |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                      | Fecha: 2012-02-08        | Analista: RNC,UBM      |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                      |                          |                        |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com



Identificación de la Muestra: Testigo 15 % Matriz de Muestra: Sólido  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-04 Fecha de Muestreo: NP

| Química Húmeda              |                          | Análisis Realizados |            |               |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------|------------|---------------|
| Parámetro                   | LC                       | Resultado           |            |               |
| Coliformes Fecales          | 3,0 NMP/gST              | < 3,0 NMP/gST       |            |               |
| Factor de Dilución:         | 10 <sup>-1</sup>         |                     |            |               |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A3 | Fecha:              | 2012-02-02 | Analista: TGG |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2011-18p20,21         |                     |            |               |
| Huevos de Helminto          | 0,5 HH/gST               | < 0,5 HH/gST        |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       |                     |            |               |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A5 | Fecha:              | 2012-02-07 | Analista: TGG |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2010-19p66            |                     |            |               |
| Salmonella                  | 3,0 NMP/gST              | < 3,0 NMP/gST       |            |               |
| Factor de Dilución:         | 10 <sup>-1</sup>         |                     |            |               |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A4 | Fecha:              | 2012-02-02 | Analista: TGG |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2011-10p30,31         |                     |            |               |
| Sólidos Totales             | 3 168,5 mg/kg            | 57 578,1 mg/kg      |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       |                     |            |               |
| Analizado usando:           | SM 2540B                 | Fecha:              | 2012-02-01 | Analista: TGG |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p62,64         |                     |            |               |
| Sólidos Volátiles           | 17,69 mg/kg              | 48 950,3 mg/kg      |            |               |
| Factor de Dilución:         | NA                       |                     |            |               |
| Analizado usando:           | SM 2540E                 | Fecha:              | 2012-02-01 | Analista: TGG |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p62,64         |                     |            |               |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com



Identificación de la Muestra: Testigo 15 % Matriz de Muestra: Sólido  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-04 Fecha de Muestreo: NP

| Metales                     |                          | Análisis Realizados      |                        |  |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--|
| Parámetro                   | LC<br>Húmedo / Seco      | Resultado Base<br>Húmedo | Resultado Base<br>Seco |  |
| Mercurio                    | 0,2500 / 4,31 mg/kg      | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-08        | Analista: AKSC,RNC     |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-10        | Analista: JMV,RNC      |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p155            |                          |                        |  |
| Cromo                       | 2,5 / 43 mg/kg           | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Cadmio                      | 1,25 / 21,6 mg/kg        | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Cobre                       | 2,5 / 43 mg/kg           | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Niquel                      | 2,5 / 43 mg/kg           | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Plomo                       | 12,5 / 216 mg/kg         | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Zinc                        | 1,25 / 21,6 mg/kg        | 4,745 mg/kg              | 81,81 mg/kg            |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-03        | Analista: JFHA,UBM     |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |
| Arsénico                    | 0,0250 / 0,431 mg/kg     | ND                       | ND                     |  |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                          |                        |  |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-02        | Analista: JMV,UBM      |  |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 | Fecha: 2012-02-08        | Analista: RNC,UBM      |  |
| Lote de Control de Calidad: | MET2012-2p118            |                          |                        |  |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com



Identificación de la Muestra: Testigo 20 % Matriz de Muestra: Sólido  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-05 Fecha de Muestreo: NP

| Química Húmeda              | Análisis Realizados      |                |            |
|-----------------------------|--------------------------|----------------|------------|
| Parámetro                   | LC                       | Resultado      |            |
| Coliformes Fecales          | 3,0 NMP/gST              | < 3,0 NMP/gST  |            |
| Factor de Dilución:         | 10 <sup>-1</sup>         | Fecha:         | 2012-02-02 |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A3 | Analista:      | TGG        |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2011-18p20,21         |                |            |
| Huevos de Helminto          | 0,5 HH/gST               | < 0,5 HH/gST   |            |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:         | 2012-02-07 |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A5 | Analista:      | TGG        |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2010-19p66            |                |            |
| Salmonella                  | 3,0 NMP/gST              | < 3,0 NMP/gST  |            |
| Factor de Dilución:         | 10 <sup>-1</sup>         | Fecha:         | 2012-02-02 |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A4 | Analista:      | TGG        |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2011-10p30,31         |                |            |
| Sólidos Totales             | 3 168,5 mg/kg            | 50 634,5 mg/kg |            |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:         | 2012-02-01 |
| Analizado usando:           | SM 2540B                 | Analista:      | TGG        |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p62,64         |                |            |
| Sólidos Volátiles           | 17,69 mg/kg              | 42 955,1 mg/kg |            |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:         | 2012-02-01 |
| Analizado usando:           | SM 2540E                 | Analista:      | TGG        |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p62,64         |                |            |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com



Identificación de la Muestra: Testigo 20 % Matriz de Muestra: Sólido  
 No. De Muestra Lab: 2012-MEXC-000187-05 Fecha de Muestreo: NP

| Parámetro   | Análisis Realizados  |  |   |
|---|--|--|---|
|   | LC<br>Húmedo / Seco  | Resultado Base<br>Húmedo               | Resultado Base<br>Seco                  |
| Mercurio  | 0,2500 / 4,902 mg/kg   | ND                                     | ND                                      |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2012-2p155 | Fecha: 2012-02-08<br>Fecha: 2012-02-10 | Analista: AKSC,RNC<br>Analista: JMV,RNC |
| Cromo   | 2,5 / 49 mg/kg   | ND                                     | ND                                      |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2012-2p118 | Fecha: 2012-02-02<br>Fecha: 2012-02-03 | Analista: JMV,UBM<br>Analista: JFHA,UBM |
| Cadmio  | 1,25 / 24,5 mg/kg  | ND                                     | ND                                      |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2012-2p118 | Fecha: 2012-02-02<br>Fecha: 2012-02-02 | Analista: JMV,UBM<br>Analista: JFHA,UBM |
| Cobre   | 2,5 / 49 mg/kg   | ND                                     | ND                                      |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2012-2p118 | Fecha: 2012-02-02<br>Fecha: 2012-02-02 | Analista: JMV,UBM<br>Analista: JFHA,UBM |
| Níquel  | 2,5 / 49 mg/kg   | ND                                     | ND                                      |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2012-2p118 | Fecha: 2012-02-02<br>Fecha: 2012-02-03 | Analista: JMV,UBM<br>Analista: JFHA,UBM |
| Plomo   | 12,5 / 245 mg/kg   | ND                                     | ND                                      |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2012-2p118 | Fecha: 2012-02-02<br>Fecha: 2012-02-03 | Analista: JMV,UBM<br>Analista: JFHA,UBM |
| Zinc  | 1,25 / 24,5 mg/kg  | 15,57 mg/kg                            | 305,4 mg/kg                             |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2012-2p118 | Fecha: 2012-02-02<br>Fecha: 2012-02-03 | Analista: JMV,UBM<br>Analista: JFHA,UBM |
| Arsénico  | 0,0250 / 0,490 mg/kg   | ND                                     | ND                                      |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2012-2p118 | Fecha: 2012-02-02<br>Fecha: 2012-02-08 | Analista: JMV,UBM<br>Analista: RNC,UBM  |

**FIN DEL REPORTE**

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 680, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com

## ANEXO 3. Análisis fisicoquímico del lodo industrial textil



### RESUMEN

Identificación de la Muestra: Lodos Deshidratados      Matriz de Muestra: Lodo  
 No. De Muestra Lab: MX11-0556-01      Fecha de Muestreo: 2011-02-18

| Química General    |                             |   |         |             |                       |
|--------------------|-----------------------------|---|---------|-------------|-----------------------|
| Parámetro          | Resultado                   | Limite Máximo Permisible<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 |         |             | Unidades en Base seca |
|                    |                             | A   | B       | C           |                       |
| Coliformes Fecales | 2,7X10 <sup>5</sup> NMP/gST | < 1 000   | < 1 000 | < 2 000 000 | NMP/g                 |
| Salmonella         | Ausente                     | < 3   | < 3     | < 300       | NMP/g                 |
| Huevos de Helminto | 0,5 HH/gST                  | < 1   | < 10    | < 35        | HH/g                  |

TABLA 2

| Metales   |                     |   |        |                    |
|-----------|---------------------|---|--------|--------------------|
| Parámetro | Resultado Base Seca | Limite Máximo Permisible<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 |        |                    |
|           |                     | Excelentes  | Buenos | mg/kg en base seca |
| Arsénico  | 0,165 mg/kg         | 41  | 75     | mg/kg              |
| Cadmio    | 2,56 mg/kg          | 39  | 85     | mg/kg              |
| Cromo     | 66 mg/kg            | 1 200   | 3 000  | mg/kg              |
| Cobre     | 323 mg/kg           | 1 500   | 4 300  | mg/kg              |
| Plomo     | 17,6 mg/kg          | 300   | 840    | mg/kg              |
| Mercurio  | 7,991 mg/kg         | 17  | 57     | mg/kg              |
| Níquel    | 22 mg/kg            | 420   | 420    | mg/kg              |
| Zinc      | 285,7 mg/kg         | 2 800   | 7 500  | mg/kg              |

TABLA 3

| Aprovechamiento de Biosólidos |       |   |
|-------------------------------|-------|---|
| TIPO                          | CLASE | APROVECHAMIENTO   |
| EXCELENTE                     | A     | Uso urbano con contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase B y C |
| EXCELENTE O BUENO             | B     | Uso urbano sin contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase C     |
| EXCELENTE O BUENO             | C     | Usos forestales.<br>Mejoramiento de Suelos<br>Usos agrícolas  |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).



**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
[www.intertek.com](http://www.intertek.com)





Identificación de la Muestra: Lodos Líquidos  
 No. De Muestra Lab: MX11-0556-02

Matriz de Muestra: Lodo  
 Fecha de Muestreo: 2011-02-18

| Química General    |              |   |         |             |                       |
|--------------------|--------------|---|---------|-------------|-----------------------|
| Parámetro          | Resultado    | Limite Máximo Permisible<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 |         |             | Unidades en Base seca |
|                    |              | A   | B       | C           |                       |
| Coliformes Fecales | 25,0 NMP/gST | < 1 000   | < 1 000 | < 2 000 000 | NMP/g                 |
| Salmonella         | Ausente      | < 3   | < 3     | < 300       | NMP/g                 |
| Huevos de Helminto | 3,0 HH/gST   | < 1   | < 10    | < 35        | HH/g                  |

TABLA 2

| Metales   |                     |   |        |                    |
|-----------|---------------------|---|--------|--------------------|
| Parámetro | Resultado Base Seca | Limite Máximo Permisible<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 |        |                    |
|           |                     | Excelentes  | Buenos | mg/kg en base seca |
| Arsénico  | ND                  | 41  | 75     | mg/kg              |
| Cadmio    | ND                  | 39  | 85     | mg/kg              |
| Cromo     | ND                  | 1 200   | 3 000  | mg/kg              |
| Cobre     | ND                  | 1 500   | 4 300  | mg/kg              |
| Plomo     | ND                  | 300   | 840    | mg/kg              |
| Mercurio  | 11,86 mg/kg         | 17  | 57     | mg/kg              |
| Niquel    | ND                  | 420   | 420    | mg/kg              |
| Zinc      | 206,9 mg/kg         | 2 800   | 7 500  | mg/kg              |

TABLA 3

| Aprovechamiento de Biosólidos |       |   |
|-------------------------------|-------|---|
| TIPO                          | CLASE | APROVECHAMIENTO   |
| EXCELENTE                     | A     | Uso urbano con contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase B y C |
| EXCELENTE O BUENO             | B     | Uso urbano sin contacto público directo durante su aplicación.<br>Los establecidos para clase C     |
| EXCELENTE O BUENO             | C     | Usos forestales.<br>Mejoramiento de Suelos<br>Usos agrícolas  |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).



**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

www.intertek.com

2da Edición Enero 2001, 7ª Revisión Septiembre 03,2010

ILT-A/002/CL 5.10 -F3

Pag. 3 de 7



## DETALLE DE RESULTADOS

Identificación de la Muestra: Lodos Deshidratados      Matriz de Muestra: Lodo  
No. De Muestra Lab: MX11-0556-01      Fecha de Muestreo: 2011-02-18

| Química Húmeda              | Análisis Realizados      |                             |            |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------|
| Parámetro                   | LC                       | Resultado                   |            |
| Coliformes Fecales          | 3,0 NMP/gST              | 2,7X10 <sup>3</sup> NMP/gST |            |
| Factor de Dilución:         | 10,0 <sup>-1</sup>       | Fecha:                      | 2011-03-23 |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A3 | Analista:                   | RLV,PALA   |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2010-17p45            |                             |            |
| Huevos de Helminto          | 0,5 HH/gST               | 0,5 HH/gST                  |            |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:                      | 2011-03-23 |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A5 | Analista:                   | RLV        |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2010-19p26            |                             |            |
| Salmonella                  | 3,0 NMP/gST              | ND                          |            |
| Factor de Dilución:         | 10,0 <sup>-1</sup>       | Fecha:                      | 2011-03-23 |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A4 | Analista:                   | RLV,PALA   |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2010-18p50            |                             |            |
| Sólidos Totales             | 3 158,52 mg/kg           | 921 169,5 mg/kg             |            |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:                      | 2011-03-22 |
| Analizado usando:           | SM 2540E                 | Analista:                   | MELA       |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p7             |                             |            |
| Sólidos Volátiles           | 3 158,52 mg/kg           | 429 825,9 mg/kg             |            |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:                      | 2011-03-22 |
| Analizado usando:           | SM 2540E                 | Analista:                   | MELA       |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p7             |                             |            |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).



### Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
[www.intertek.com](http://www.intertek.com)



Identificación de la Muestra: Lodos Deshidratados  
 No. De Muestra Lab: MX11-0556-01

Matriz de Muestra: Lodo  
 Fecha de Muestreo: 2011-02-18

| Metales                     | Análisis Realizados      |                       |                          |                        |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|
|                             | Parámetro                | LC<br>Húmedo / Seco   | Resultado Base<br>Húmedo | Resultado Base<br>Seco |
| Mercurio                    |                          | 0,2500 / 0,2714 mg/kg | 7,36 mg/kg               | 7,991 mg/kg            |
| Factor de Dilución:         | 5,0                      |                       |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-25        | Analista: RNC          |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-26        | Analista: RNC          |
| Lote de Control de Calidad: | MET2011-3p95             |                       |                          |                        |
| Cromo                       |                          | 2,5 / 2,7 mg/kg       | 61 mg/kg                 | 66 mg/kg               |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                       |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-23        | Analista: MARY         |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-30        | Analista: DCL          |
| Lote de Control de Calidad: | MET2011-3p88             |                       |                          |                        |
| Cadmio                      |                          | 1,25 / 1,36 mg/kg     | 2,36 mg/kg               | 2,56 mg/kg             |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                       |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-23        | Analista: MARY         |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-29        | Analista: DCL          |
| Lote de Control de Calidad: | MET2011-3p88             |                       |                          |                        |
| Cobre                       |                          | 2,5 / 2,71 mg/kg      | 298 mg/kg                | 323 mg/kg              |
| Factor de Dilución:         | 20,0                     |                       |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-23        | Analista: MARY         |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-29        | Analista: DCL          |
| Lote de Control de Calidad: | MET2011-3p88             |                       |                          |                        |
| Níquel                      |                          | 2,5 / 2,7 mg/kg       | 20 mg/kg                 | 22 mg/kg               |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                       |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-23        | Analista: MARY         |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-30        | Analista: DCL          |
| Lote de Control de Calidad: | MET2011-3p88             |                       |                          |                        |
| Plomo                       |                          | 12,5 / 13,6 mg/kg     | 16,2 mg/kg               | 17,6 mg/kg             |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                       |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-23        | Analista: MARY         |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-29        | Analista: DCL          |
| Lote de Control de Calidad: | MET2011-3p88             |                       |                          |                        |
| Zinc                        |                          | 1,25 / 1,357 mg/kg    | 263,1 mg/kg              | 285,7 mg/kg            |
| Factor de Dilución:         | 20,0                     |                       |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-23        | Analista: MARY         |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-29        | Analista: DCL          |
| Lote de Control de Calidad: | MET2011-3p88             |                       |                          |                        |
| Arsénico                    |                          | 0,0250 / 0,0271 mg/kg | 0,152 mg/kg              | 0,165 mg/kg            |
| Factor de Dilución:         | 1,0                      |                       |                          |                        |
| Preparando usando:          | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-23        | Analista: MARY         |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A6 |                       | Fecha: 2011-03-25        | Analista: JAPM         |
| Lote de Control de Calidad: | MET2011-3p88             |                       |                          |                        |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).



**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com



Identificación de la Muestra: Lodos Líquidos  
No. De Muestra Lab: MX11-0556-02

Matriz de Muestra: Lodo  
Fecha de Muestreo: 2011-02-18

| Química Húmeda              |                          | Análisis Realizados |            |           |          |
|-----------------------------|--------------------------|---------------------|------------|-----------|----------|
| Parámetro                   | LC                       | Resultado           |            |           |          |
| Coliformes Fecales          | 3,0 NMP/gST              | 25,0 NMP/gST        |            |           |          |
| Factor de Dilución:         | 10,0 <sup>-1</sup>       | Fecha:              | 2011-03-23 | Analista: | RLV,PALA |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A3 |                     |            |           |          |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2010-17p45            |                     |            |           |          |
| Huevos de Helminto          | 0,5 HH/gST               | 3,0 HH/gST          |            |           |          |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:              | 2011-03-23 | Analista: | RLV      |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A5 |                     |            |           |          |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2010-19p26            |                     |            |           |          |
| Salmonella                  | 3,0 NMP/gST              | ND                  |            |           |          |
| Factor de Dilución:         | 10,0 <sup>-1</sup>       | Fecha:              | 2011-03-23 | Analista: | RLV,PALA |
| Analizado usando:           | NOM-004-SEMARNAT-2002 A4 |                     |            |           |          |
| Lote de Control de Calidad: | MIC2010-18p50            |                     |            |           |          |
| Sólidos Totales             | 3 158,52 mg/kg           | 33 638,0 mg/kg      |            |           |          |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:              | 2011-03-22 | Analista: | MELA     |
| Analizado usando:           | SM 2540E                 |                     |            |           |          |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p7             |                     |            |           |          |
| Sólidos Volátiles           | 3 158,52 mg/kg           | 21 070,0 mg/kg      |            |           |          |
| Factor de Dilución:         | NA                       | Fecha:              | 2011-03-22 | Analista: | MELA     |
| Analizado usando:           | SM 2540E                 |                     |            |           |          |
| Lote de Control de Calidad: | QHU2011-20p7             |                     |            |           |          |

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).

**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150

[www.intertek.com](http://www.intertek.com)



Identificación de la Muestra: Lodos Líquidos  
 No. De Muestra Lab: MX11-0556-02

Matriz de Muestra: Lodo  
 Fecha de Muestreo: 2011-02-18

| Metales   | Análisis Realizados   |  |                                  |
|---|---|--|----------------------------------|
|   | LC<br>Húmedo / Seco   | Resultado Base<br>Húmedo               | Resultado Base<br>Seco           |
| Mercurio  | 0,2500 / 7,353 mg/kg  | 0,4033 mg/kg                           | 11,86 mg/kg                      |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2011-3p95 | Fecha: 2011-03-25<br>Fecha: 2011-03-26 | Analista: RNC<br>Analista: RNC   |
| Cromo   | 2,5 / 74 mg/kg  | ND                                     | ND                               |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 4,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2011-3p88 | Fecha: 2011-03-23<br>Fecha: 2011-03-30 | Analista: MARY<br>Analista: DCL  |
| Cadmio  | 1,25 / 36,8 mg/kg   | ND                                     | ND                               |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2011-3p88 | Fecha: 2011-03-23<br>Fecha: 2011-03-29 | Analista: MARY<br>Analista: DCL  |
| Cobre   | 2,5 / 73,5 mg/kg  | ND                                     | ND                               |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2011-3p88 | Fecha: 2011-03-23<br>Fecha: 2011-03-29 | Analista: MARY<br>Analista: DCL  |
| Níquel  | 2,5 / 74 mg/kg  | ND                                     | ND                               |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2011-3p88 | Fecha: 2011-03-23<br>Fecha: 2011-03-30 | Analista: MARY<br>Analista: DCL  |
| Plomo   | 12,5 / 368 mg/kg  | ND                                     | ND                               |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2011-3p88 | Fecha: 2011-03-23<br>Fecha: 2011-03-29 | Analista: MARY<br>Analista: DCL  |
| Zinc  | 1,25 / 36,77 mg/kg  | 7,034 mg/kg                            | 206,9 mg/kg                      |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2011-3p88 | Fecha: 2011-03-23<br>Fecha: 2011-03-29 | Analista: MARY<br>Analista: DCL  |
| Arsenico  | 0,0250 / 0,735 mg/kg  | ND                                     | ND                               |
| Factor de Dilución:<br>Preparando usando:<br>Analizado usando:<br>Lote de Control de Calidad: | 1,0<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>NOM-004-SEMARNAT-2002 A6<br>MET2011-3p88 | Fecha: 2011-03-23<br>Fecha: 2011-03-25 | Analista: MARY<br>Analista: JAPM |

**FIN DEL REPORTE**

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este documento, así como cualquier modificación o alteración en ninguna de sus partes sin la autorización previa de Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V. En caso contrario Intertek se reserva el derecho de proceder de forma legal en contra de quien(es) resulten responsable(s).  
 Los resultados que aparecen en este reporte pertenecen únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s).



**Intertek Testing Services de México, S.A. de C.V.**

Poniente 134 No. 660, Col. Industrial Vallejo  
 C.P. 02300, Del. Azcapotzalco, México, D.F. Tel.: 50912150  
 www.intertek.com