

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**ANÁLISIS DE COMPUESTOS ORGÁNICOS  
(ORGANOCOLORADOS) EN BIOSÓLIDOS APLICADOS A  
COLUMNAS DE SUELO**

**POR**

**LIZZY CERDA AYALA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN PROCESOS AMBIENTALES**

**TORREÓN, COAH.**

**MARZO DE 2006**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TESIS DE LA C. LIZZY CERDA AYALA ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN  
DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**Ingeniero en Procesos Ambientales**

**Aprobada por:**

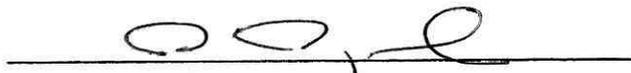
**Asesor Principal:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. MARIO GARCIA CARRILLO**

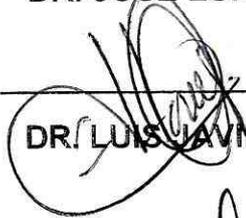
**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. CARMEN POTISEK TALAVERA**

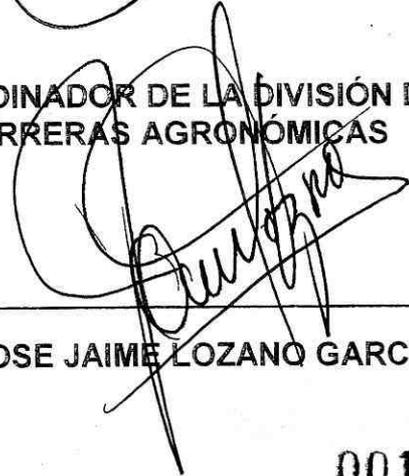
**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO**

**Asesor:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. LUIS JAVIER HERMOSILLO SALAZAR**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. JOSE JAIME LOZANO GARCIA**

**Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas**



**TORREÓN, COAH.**

**MARZO DE 2006**

**00144**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

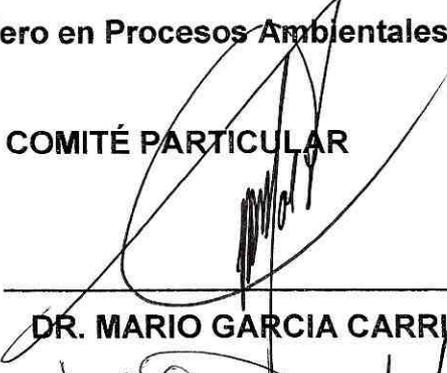
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**TESIS DE LA C. LIZZY CERDA AYALA ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN  
DEL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

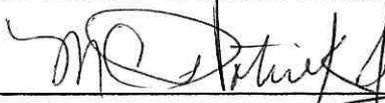
**Ingeniero en Procesos Ambientales**

**COMITÉ PARTICULAR**

**Presidente:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. MARIO GARCIA CARRILLO**

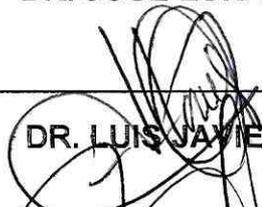
**Vocal:**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. CARMEN POTISEK TALAVERA**

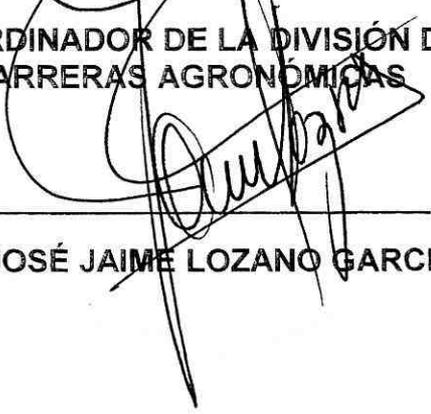
**Vocal:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO**

**Vocal suplente:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. LUIS JAVIER HERMOSILLO SALAZAR**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
CARRERAS AGRONÓMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**MC. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA**

**Coordinación de la División  
de Carreras Agronómicas**



**TORREÓN, COAH.**

**MARZO DE 2006**

## DEDICATORIAS

### A DIOS:

*Gracias por iluminar mi camino, por acompañarme siempre en mis triunfos, alegrías, y por levantarme cuando he estado a punto de caer, por darme dicha y felicidad. Por no dejar que en estos años de estudio me diera por vencida, permitir que este con vida y a lado de mis seres queridos y por ultimo siempre estar a mi lado escuchándome.*

### A MIS PADRES:

*Jesús Cerda Montejano y María Ayala Pacheco, los quiero y admiro, gracias por haberme permitido darme estudios, gracias Dios por permitirme todavía tenerlos a mi lado, ya que sin ellos no hubiera podido llegar tan lejos, por la sabiduría que me han dado, sus consejos al tener un problema y darme casi por vencida, apoyarme en todo momento y nunca dejarme sola, por siempre ser un buen ejemplo para mi, al igual que una inspiración para llegar hasta aquí y gracias también por todo el amor que me han dado a lo largo de mi vida, por tenerme fe y por la confianza que depositaron en mi, en todo momento. No encuentro las palabras correctas y suficientes para agradecerles todo lo que han hecho por mi y por mi felicidad, así que no me queda mas que pedirle a Dios que me permita tenerlos a mi lado por muchos años mas. Ya que en las buenas y en las malas siempre estuvieron a mi lado, así que este es un pequeño reconocimiento de mi parte hacia ustedes, dedicándoselos con todo mi corazón y cariño.*

### *A MIS HERMANOS:*

*José Iván, Rosa Yesenia y Jesús Manuel gracias por haber depositado en mi toda su confianza, por estar conmigo en todo momento apoyándome en las buenas y en las malas, por compartir conmigo alegrías y tristezas de la vida, mil gracias hermanos nunca los olvidare, siempre los llevare en mi corazón.*

### *A FRAY:*

*Gracias, por todo el apoyo que me brindaste en la llegada a la escuela, por haber compartido alegrías y tristezas a mi lado, en estos cuatro años y medio de mi carrera y sobre todo, por haberme dado lo más hermoso de esta vida para mi, a DAVID (nuestro bebé) razón que ha sido de gran apoyo para inspirarme y así haber logrado lo que hoy soy, mil gracias por todo mis amores.*

### *A MIS AMIGOS:*

*Lucio, Yasmín, Jorge, Maria Luisa, Homero, Chano, Briza, Katty, Jesús, Pingo, Yafet, Eulogio, Poncho, gracias por haber estado a mi lado siempre en las buenas y en las malas, siempre apoyándome, aconsejándome y nunca dejarme caer y por su amistad desinteresada que me demostraron.*

*A MIS COMPAÑEROS:*

*Katty, Susana, Isabel, Rosario, Esther, Elizabeth, Julián, Marcos, Moisés, Aurelin, Yobani, Guilber, Gumer, Felipe, Nelly, Miguel, Juan, Porfirio, Emiliano, Celene, Perla, Mayra, Andrea, Aarón y Rodolfo, por los momentos de alegría y tristeza que pasamos juntos en las aulas. Gracias.*

*A MI "ALMA TERRA MATER"*

*Por darme el honor de pertenecer a la gran Familia "Buitre".*

*Siempre llevare tus colores y los defenderé para poner en alto tu nombre: UAAAN – UL.*

*A MIS MAESTROS*

*Por transmitirme sus conocimientos que me ayudaron en mi preparación y así poderlos llevar y demostrarlos en mi trabajo.*

## AGRADECIMIENTOS

*Dr. Mario García Carrillo, por su tiempo dedicado para la realización de esta tesis, por el asesoramiento, correcciones, motivación y el ánimo que me dio.*

*Mc. Carmen Potisek Talavera, por brindarme la oportunidad de trabajar a su lado, por asesorarme y guiarme en la realización del presente trabajo.*

*Dr. José Luis Reyes Carrillo, por su apoyo como una gran persona, por las revisiones y correcciones del presente trabajo.*

*Dr. Luis Javier Hermosillo Salazar, por haber contribuido a mi formación profesional durante el periodo que estuve en la Universidad.*

*Mc. Alejandro Moreno Resendez, por contribuir a mi formación académica y brindarme su amistad durante este tiempo.*

*Ing. Armando Moreno Rubio, por ser mi gran amigo y apoyarme cuando lo necesito.*

*M.V. José de Jesús Quezada Aguirre, por ser un gran amigo, por orientarme en mi vida y mi carrera, por su apoyo incondicional cuando más lo necesite. Gracias.*

*Al COECYT, por el apoyo brindado en la realización del presente trabajo y por otorgarme la beca tesis. Gracias.*

*¡A TODOS ELLOS MUCHAS GRACIAS!*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Páginas</b>
<b>DEDICATORIA</b>	iv
<b>AGRADECIMIENTO</b>	vii
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	3
<b>RESUMEN</b>	4
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	6
<b>1.1 OBJETIVO</b>	8
<b>1.2 HIPÓTESIS</b>	8
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	9
2.1 Generalidades sobre los biosólidos	9
2.2 El proceso de lodos activados y sus productos	9
2.3 Compuestos tóxicos orgánicos	10
2.4 Biosólidos	11
2.5 Uso del biosólido en el suelo	12
2.6 Generalidades sobre los plaguicidas organoclorados	14
2.7 Que son los plaguicidas	14
2.8 Plaguicidas organoclorados	14
2.9 Clasificación	16
2.10 Estudios realizados en agua	17
2.11 Estudios realizados en la atmósfera	19
2.12 Estudios realizados en especies animales	21
2.13 Estudio realizados en suelos	23
2.14 Estudios realizados en plantas	25
2.15 Estudios realizados en alimentos	26
2.16 Estudios realizados en salud humana	28
2.17 Legislación sobre el manejo de organoclorados	33

<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	36
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera	36
3.2 Localización del estudio	36
3.3 Origen del biosólido	36
3.4 Suelos usados en el empaque de columnas	37
3.5 Agua utilizada	37
3.6 Análisis del biosólido	37
3.7 Muestreo y análisis de los suelos	37
3.8 Análisis del agua	38
3.9 Columnas utilizadas	38
3.10 Tratamientos evaluados	39
3.11.- Procesamiento de las muestras	40
3.12 Análisis de residuos de plaguicidas organoclorados	41
3.12.1 Extracción	41
3.12.2 Concentración	41
3.12.3 Limpieza	42
3.12.4 Estándares	42
3.12.5 Equipo utilizado	42
3.12.6 Materiales utilizados	43
3.12.7 Reactivos utilizados	43
3.12.8 Fórmula utilizada para determinar las concentraciones de residuos de plaguicidas	44
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	45
<b>5. CONCLUSIÓN</b>	58
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	59
<b>7. LITERATURA CITADA</b>	60
<b>8. ANEXOS</b>	68
Anexo I	68
Anexo II	71
Anexo III	78

## ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas
<b>CUADROS</b>	
Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados.	40
Cuadro 2. Resultado del análisis de los suelos usados en el empaque de columnas.	45
Cuadro 3. Resultado del análisis de agua aplicada en las columnas de suelo.	47
Cuadro 4. Comparación de los tiempos de retención de estándares DDE (0.1 ppm) y muestras de 2 tipos de suelo a diferentes profundidades.	48
Cuadro 5. Parámetros requeridos para calcular las concentraciones de DDE a diferentes profundidades de un suelo arenoso.	50
Cuadro 6. Parámetros requeridos para calcular las concentraciones de DDE a diferentes profundidades de un suelo migajón.	52
Cuadro 7. Resultados del análisis de plaguicidas organoclorados DDE por tratamientos del suelo arenoso.	54
Cuadro 8. Resultados del análisis de plaguicidas organoclorados DDE por tratamientos del suelo migajón.	56

## RESUMEN

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de suelos del CENID - RASPA – INIFAP y en el Laboratorio de análisis de la UJED en Gómez Palacio, Durango, con el objetivo de determinar los niveles de residuos de plaguicidas organoclorados en cuatro diferentes tratamientos de biosólidos aplicados al suelo, dada la consistencia en el medio ambiente y su acumulación a través del tiempo en el suelo. Dichos contaminantes pueden ser absorbidos y llegar a formar parte de las cadenas tróficas hasta llegar al hombre. En este estudio se tomaron muestras de dos tipos de suelo (arena y migajón), con los cuales se establecieron columnas de suelo. Los 4 tratamientos evaluados para detectar la presencia de compuestos organoclorados en las columnas de suelo fueron: biosólido en dosis de 200 Ton Ha<sup>-1</sup> y 100 Ton Ha<sup>-1</sup>, fertilizante y un testigo a dos profundidades (0-5 y 5-10 cm.). Con la aplicación del biosólido alto a las columnas con suelo de textura arenosa se encontraron concentraciones de 0.00003 mg kg<sup>-1</sup> de plaguicidas DDE en las 2 profundidades de (0-5 y 5-10 cm.). Al aplicar el biosólido bajo la concentración fue de 0.00004 mg kg<sup>-1</sup> en la profundidad de 0-5 cm. y en el estrato de 5-10 cm. el valor encontrado fue de 0.00005 mg kg<sup>-1</sup> del mismo plaguicida, los cuales son relativamente bajos en comparación con la aplicación del fertilizante, donde las concentraciones fueron de 0.00008 mg kg<sup>-1</sup> en ambas profundidades. En el caso del tratamiento testigo se encontraron valores de 0.00006 mg kg<sup>-1</sup> en las dos profundidades del compuesto DDE. Los resultados de la aplicación del biosólido alto en las columnas del suelo migajón, mostraron concentraciones

de  $0.00015 \text{ mg kg}^{-1}$  y  $0.00013 \text{ mg kg}^{-1}$  del compuesto DDE en ambas profundidades; con el biosólido bajo los valores encontrados fueron de  $0.00016 \text{ mg kg}^{-1}$  y  $0.00015 \text{ mg kg}^{-1}$  del mismo compuesto mencionado. Con la aplicación del fertilizante los resultados fueron de  $0.00021 \text{ mg kg}^{-1}$  y  $0.00025 \text{ mg kg}^{-1}$  de DDE y el testigo presentó valores de  $0.00023 \text{ mg kg}^{-1}$  y  $0.00026 \text{ mg kg}^{-1}$  del mismo compuesto.

## 1. INTRODUCCIÓN

Se estima que la generación de biosólidos en Estados Unidos, es de 12 millones de toneladas expresadas en materia seca (MS), para la comunidad Europea de 7.5 millones y en México se estima que alcanzará aproximadamente 650 000 toneladas por año (De La Peña, 1983).

En la actualidad se observa una tendencia creciente de los índices demográficos y consecuentemente un incremento en la utilización de agua para consumo humano, industrial y agrícola. Por tanto se espera también un volumen de lodos producidos de las plantas tratadoras de agua residual (PTAR), lo anterior ha conducido a buscar como aprovechar estos lodos; por lo que la aplicación en suelos agrícolas es una alternativa importante de disposición final.

Cuando los lodos residuales cumplen con las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-052/ECOL-93) y de calidad (NOM-004-SEMARNAT-2002) son llamados biosólidos y pueden ser reutilizados en los suelos (EPA, 2000). Los biosólidos pueden servir como una alternativa o sustituto de los costosos fertilizantes químicos. Los nutrientes contenidos en los biosólidos ofrecen diversas ventajas en comparación con los fertilizantes químicos debido a que son orgánicos y pueden ser incorporados lentamente por las plantas.

Los contaminantes potenciales en los biosólidos son muy variados, incluyen iones electrolitos y no electrolitos disueltos, metales pesados, patógenos y compuestos orgánicos dentro de los cuales se encuentran

plaguicidas organoclorados como el DDT, DDE, Aldrín, Dieldrín, etc. Al respecto en México se usa el 60% de los 22 plaguicidas considerados como perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. De ellos el 42 % se fabrica en el país. De 90 plaguicidas que han sido cancelados o restringidos en los Estados Unidos, 30 se usan en México. Se ha estimado que México en la década de los 70's, utilizó el uno por ciento de la producción mundial DDT en el cultivo del algodón y el uso de este fue el mayor de Latinoamérica (INEGI, 1992; Bordas, 1973).

En México, en 1987 se crea la Comisión Internacional para el Control de Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST); para 1990 el uso de DDT fue restringido a campañas de salud pública y su uso se redujo a 3000 Ton año<sup>-1</sup>; en 1997 se anuncia un programa que plantea la reducción del uso de DDT y en los siguientes cinco años en un 80% , esto es a 600 Ton año<sup>-1</sup> y se plantea su gradual disminución hasta el cese total para el año 2007 (Luévano *et al.*, 2003).

Al ser utilizados los lodos residuales se desconocen los niveles de plaguicidas en los mismos; por tal motivo el presente estudio pretendió analizar los niveles de concentración de estos plaguicidas organoclorados en biosólidos aplicados a suelos agrícolas de diferente textura y que la disposición de los biosólidos sea una alternativa segura.

## **1.1 OBJETIVO**

Evaluar la presencia y concentración de plaguicidas organoclorados en 4 tratamientos en columnas de suelo de textura arenosa y migajón al aplicar diferentes dosis de biosólido obtenidos de una PTAR municipal.

## **1.2 HIPÓTESIS**

Al aplicar diferentes dosis de biosólidos en las columnas de suelo de textura arenosa y migajón se agregan plaguicidas organoclorados.

El tratamiento de biosólido alto aporta mayores concentraciones de residuos de plaguicidas organoclorados al suelo.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades sobre los biosólidos

A medida que se incrementa el funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales, también la generación de lodos aumenta ya que es un subproducto inevitable de este proceso. La calidad de estos lodos no es constante y varía según las características de diseño de cada planta, el tipo de aguas residuales tratadas, las industrias que los producen, la época del año, la climatología, etc. ( Bontoux *et al.*, 2003).

La tecnología más común para el tratamiento de aguas residuales municipales, aplicada en Europa, es el proceso de lodos activados, un proceso biológico que consume grandes cantidades de energía y genera grandes cantidades de lodos orgánicos. Estos lodos, separados del agua tratada en la última etapa del proceso, contienen más del 90 % de agua y son altamente biodegradables. Para facilitar el manejo y la eliminación de los lodos se suelen aplicar procesos de desecación. Hasta ahora, las principales vías de eliminación han sido transportar los lodos a vertederos, esparcirlos en la tierra, verterlos al mar (sobre todo en el Reino Unido) e incinerarlos (EPA, 2000).

### 2.2 El proceso de lodos activados

El concepto de "tratamiento secundario" de las aguas residuales se basa en el proceso de lodos activados. En este proceso, la materia orgánica

de las aguas residuales se oxida y se transforma en biomasa microbiana, mediante una amplia gama de organismos. El proceso se lleva a cabo generalmente en un gran tanque aireado, donde las aguas residuales y los microorganismos permanecen en contacto durante algunas horas. La mezcla fluye después a un tanque de decantación, donde los coágulos microbianos (agregados) caen al fondo y el agua residual tratada fluye por el desagüe. Los coágulos acumulados en el fondo del tanque se extraen después en forma de lodo: una parte se recicla al tanque de aireación, para mantener el proceso, mientras que el exceso de lodo, producido por el crecimiento microbiano, debe ser eliminado (Bontoux *et al.*, 2003).

### **2.3 Compuestos tóxicos orgánicos**

Muchos de los procesos industriales que generan aguas conteniendo compuestos tóxicos orgánicos se caracterizan por su variabilidad. En efecto, en las industrias química, farmacéutica, de plásticos, papel y celulosa, petroquímica, etc., muchos de los procesos de manufactura son en lotes. De esta manera, al efectuar el lavado de los tanques de proceso se generan aguas residuales con altas concentraciones de tóxicos de manera puntual y, posteriormente, la concentración disminuye o se vuelve nula. Estas variaciones temporales de la concentración de sustrato tienen como efecto una gran variabilidad en la actividad de los microorganismos presentes en las plantas de tratamiento de aguas residuales (Boehncke *et al.*, 1990).

Los plaguicidas, los disolventes industriales, los colorantes, los plastificantes, los agentes tensoactivos y muchas otras moléculas orgánicas complejas, generalmente con poca solubilidad en agua y elevada capacidad de adsorción, tienden a acumularse en los lodos (Bontoux *et al.*, 2003).

## **2.4 Biosólidos**

Las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) generan un subproducto conocido como "biosólidos" en México o como "sewage sludge" en otros países. Es un material semisólido, oscuro, con alto contenido de materia orgánica y nutrientes que puede ser utilizado como abono en suelos deteriorados (Jurado, 2004).

Los biosólidos están formados principalmente por materia orgánica degradable (entre un 60% y 88%) y una población microbiológica no estabilizada capaz de causar un impacto negativo al ambiente en el caso de no ser tratado adecuadamente (Seoanez , 1995).

El término "biosólidos" define a un lodo de aguas servidas, que después de ser tratado, permite un uso benéfico. Dentro de sus aplicaciones, lo más común es su uso en agricultura, como fertilizante y acondicionador de suelos degradados, por su contenido de nutrientes y materia orgánica. Sin embargo, esta práctica presenta ciertas restricciones como son el contenido de metales, organismos patógenos y la presencia de compuestos fitotóxicos (Castillo *et al.*, 2002).

## 2.5 Uso del biosólido en el suelo

La aplicación de biosólidos en suelos es reconocida como una alternativa de disposición para los barros agroindustriales y cloacales, porque estos pueden ser tratados a un costo reducido y de una manera ambientalmente controlada (Campaña *et al.*, 2002).

El uso de biosólidos en pastizales como fertilizante y mejorador de suelos ha sido evaluado en zonas áridas de Nuevo México y Texas en zonas semiáridas de Colorado. En dichos estudios, los biosólidos aplicados superficialmente en dosis moderadas han demostrado efectos benéficos sobre las propiedades del suelo y vegetación sin efectos perjudiciales (Jurado, 2004).

La aplicación de lodos residuales a suelos agrícolas es una práctica habitual en países desarrollados por razones prácticas y económicas (Ottaviani, 1991).

Los lodos residuales tienen un valor como fertilizantes y mejora las propiedades físicas de los suelos (Tester, 1996). La dosis de aplicación se suele fijar en función de los requerimientos del cultivo en cuanto a nitrógeno y fósforo. La productividad del suelo aumenta frecuentemente, a causa del llamado efecto de la materia orgánica que se produce después de la aplicación de lodos residuales (Quinteiro *et al.*, 1998).

La aplicación de los biosólidos al suelo es el método más antiguo y común de uso de los biosólidos. Inicialmente éste manejo consistía principalmente en su aplicación como relleno en el suelo, sin embargo, la tendencia es fomentar la aplicación de técnicas de compostaje para reutilizar el producto como un mejorador de suelo. Esto ha dado como resultado el desarrollo de nuevas regulaciones a nivel mundial que establecen las condiciones y estándares necesarios para que el uso y disposición de los biosólidos no constituya un riesgo para el medio ambiente ni para la salud humana (Jurado, 2004).

El reciclaje de los biosólidos a través de la aplicación al terreno tiene varios propósitos. Estos mejoran las características del suelo, tales como la textura y la capacidad de absorción de agua, las cuales brindan condiciones más favorables para el crecimiento de raíces e incrementan la tolerancia de la vegetación a la sequía (EPA, 2000).

Además la USEPA (United States Environmental Protection Agency) recomienda realizar las siguientes prácticas de manejo para el uso de biosólidos en la agricultura. 1) No aplicar biosólidos en lugares que contengan una planta amenazada o en peligro de extinción; 2) restricción en sitios inundados, congelados o cubiertos de nieve para evitar contaminación de agua; 3) no aplicar biosólidos a una distancia de 10 m. o menos de cualquier fuente de agua; 4) no exceder la dosis agronómica de Nitrógeno; 5) etiquetar envases y contenedores de biosólidos (Jurado, 2004).

## **2.6 Generalidades sobre los plaguicidas organoclorados**

### **2.7 ¿Que son los plaguicidas?**

Una de las definiciones mas completas es la propuesta por la FAO en 1986 (OMS, 1992), la cual establece que un plaguicida es cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de organismos causantes de enfermedades humanas o de los animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera, productos de esta o alimentos para animales.

### **2.8 Plaguicidas organoclorados**

Los organoclorados son un grupo diverso de químicos sintéticos que incluyen el bifenil del policloroetano (PCBs), dioxinas, y pesticidas del organoclorado como el diclorodifenil -tricloroetano (DDT), lindano y hexaclorobenceno (Calle *et al.*, 2002).

Los plaguicidas organoclorados (OC) se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente terrestre y acuático, como resultado de que en las últimas dos décadas han sido utilizados constantemente para combatir plagas en la industria, la agricultura, e incluso durante las campañas de

salud donde son aplicados para contrarrestar enfermedades como la malaria. Sus propiedades fisicoquímicas los hacen muy resistentes a la degradación biológica, por lo que son altamente persistentes (Calva y Torres, 1998).

El dicloro-difenil-tricloroetano (DDT) es un plaguicida organoclorado que presenta una persistencia media de aproximadamente 20 años (Cuevas *et al.*, 2003).

El DDT —1,1,1- tricloro- 2,2- bis (4-clorofenil) etano—, es un compuesto organoclorado sintético cuya eficacia como plaguicida se descubrió en la década de 1940 en la que se empezó a emplear en el combate de mosquitos transmisores (vectores) del paludismo, así como para interrumpir la transmisión por los piojos del tifus exantemático o la de otras enfermedades transmitidas por insectos; padecimientos todos ellos causantes en ese entonces de una alta tasa de mortalidad (se calcula, por ejemplo, que en la primera mitad de este siglo, 300 millones de personas en todo el mundo padecían anualmente paludismo, de las cuales 3 millones morían) (SEMARNAP, 1995).

El DDT y sus metabolitos —entre los que destaca el DDE, 1, 1' - (2, 2 - dicloretenilideno) - bis (4-clorobenceno)— son altamente solubles en las grasas (su coeficiente de partición octanol-agua es de 6.19) y casi insolubles en el agua, por lo cual pueden depositarse y concentrarse en el tejido graso de los organismos con los que entran en contacto (ATSDR-EPA, 1989).

## 2.9 Clasificación

Los agroquímicos organoclorados son agrupados en cinco clases: a) DDT y sustancias análogas; b) Hexaclorociclohexanos; c) Ciclodienos y compuestos similares; d) Toxafeno y químicos relacionados, y e) Mirex y Clordecano. (Badii-Zabeh *et al.*, 2005).

En la actualidad, son miles los productos químicos orgánicos que son utilizados para control de plagas y de enfermedades que se manifiestan en las actividades agrícolas y ganaderas, los cuales, dependiendo del objetivo para el cual están destinados, pueden clasificarse en:

Insecticidas. Utilizados para la destrucción de insectos.

Fungicidas. Destrucción de hongos y prevención de enfermedades en los cultivos.

Herbicidas. Eliminación de malas hierbas y plantas indeseables.

Rodenticidas. Eliminación de roedores.

Nematicidas. Eliminación de gusanos.

Moluscicidas. Eliminación de caracoles.

La mayoría de los insecticidas son biodegradables y se hidrolizan en otros productos que no resultan peligrosos, sin embargo, los hidrocarburos clorados son resistentes a la degradación y se hidrolizan con mucha lentitud, razón por la cual han sido denominados plaguicidas persistentes o “duros” (Rutherford, 1996).

## 2.10 Estudios de compuestos organoclorados realizados en agua

La presencia y distribución de los compuestos orgánicos persistentes (COPs) en núcleos de sedimentos de los lagos Chica y Grande de San Pedro, Lleu-Lleu e Icalma fueron evaluados por (Barral *et al*, 2005), los plaguicidas identificados en los sedimentos se enlistan: alfa-HCH, gamma-HCH, Heptacloro, Aldrín, Endrín, para-para-DDT (p-p'-DDT), para-para-DDE (p-p'-DDE) y para-para-DDD (p-p'-DDD). Los resultados indican variaciones en la distribución y concentración de los COPs, al comparar los lagos urbanos con los lagos prístinos. Destaca la presencia de para-para-DDE (rango: no detectable -1.68 ng g<sup>-1</sup> peso seco) y para-para-DDT (rango: no detectable -0.89 ng g<sup>-1</sup> peso seco) en tres de los cuatro cuerpos de agua analizados. El análisis estadístico identificó correlaciones significativas entre el para-para-DDE y para-para-DDD. No se detectaron correlaciones entre el para-para-DDT y sus metabolitos. El Análisis estadístico de Componentes Principales (ACP) permitió agrupar algunos compuestos orgánicos en función de sus concentraciones y degradación a través del tiempo. Se concluye que Laguna Chica de San Pedro presentó las concentraciones más altas de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs), las cuales son bajas al ser comparadas con concentraciones detectadas en áreas limpias del Sur de Chile.

El DDT, puede arribar a los cuerpos de agua superficial, adsorbido a partículas de suelo. Pueden llegar también, por la precipitación húmeda o seca de la atmósfera, por derrames accidentales y/o por la aplicación

directa. Una vez que el DDT hubo arribado a los cuerpos de agua, lo primero que debe tomarse en cuenta es su baja solubilidad en este medio. Por ejemplo, el DDT tiene una solubilidad en agua de 3.4 partes por billón (ppb); el DDD de 160 partes por billón (ppb); y el DDE de 120 partes por billón (ppb). Por consiguiente, uno de los primeros fenómenos que ocurren es la sedimentación del insecticida. Dicho fenómeno además, se facilita por su afinidad con las partículas de suelo. La sedimentación es entonces el principal mecanismo de amortiguación de los cuerpos de agua (ATSDR, 1994).

Los individuos de las comunidades palúdicas podrían exponerse a los cuerpos de agua contaminados por los insecticidas a través de diversas rutas: (A) ingesta de agua; (B) contacto con el agua en actividades recreativas; (C) contacto durante actividades de limpieza (personal o lavado de ropa); (D) contacto con el agua en actividades de pesca o en la siembra de peces; y (E) contacto con el agua durante la preservación de áreas naturales (por ejemplo, en una comunidad palúdica observamos que la principal fuente de empleo era la preservación de un manglar, para lo cual, los habitantes tenían que realizar constantes limpiezas) (Ortiz *et al.*, 2000).

Una preocupación actual es la presencia de DDE (diclorodifenildicloroetileno) y los PCBs (policlorobencenos) en el ambiente y cuerpo, ya que en América Latina y del Norte todavía persisten PCBs en cantidades significativas en peces de agua dulce y en sedimentos de estuarios (Mary *et al.*, 2000).

Un estudio efectuado en costas de California, demostró que la concentración de DDT va decreciendo desde los sedimentos hasta la superficie del cuerpo de agua, tanto en su forma soluble como adsorbido a las partículas suspendidas (Zeng *et al.*, 1999).

## **2.11 Estudios realizados en la atmósfera**

Uno de los grandes desafíos mundiales a enfrentar hoy en día es el relacionado con la contaminación atmosférica global. La identificación de algunos contaminantes orgánicos persistentes (COPs) en regiones alejadas de la influencia antrópica, como es el caso de los Polos, ha despertado el interés por estudiar las tendencias en la deposición atmosférica y distribución de estos contaminantes (Barral *et al.*, 2005).

En el aire, el DDT puede sufrir la fotólisis (degradación por la acción de la luz) y la fotodegradación (por interacción con radicales hidroxilo). A pesar de que en condiciones de laboratorio, ambos fenómenos son muy rápidos (por ejemplo, la fotodegradación tiene una vida media de dos días), en la realidad, los procesos deben ser más lentos, ya que el compartimento aire participa en el transporte del DDT a grandes distancias. Una de las razones por las cuales la degradación atmosférica del DDT no se presenta con rapidez en su remoción, fuere por precipitación húmeda o seca. Se ha demostrado que para algunos plaguicidas, las concentraciones en el aire es inversamente proporcional a la altura, registrándose la mayor concentración en los primeros 50 m. No obstante, el DDT se ha registrado a

concentraciones tan altas como 800 m. A solo tres años de la suspensión de su uso, los niveles en aire del DDT en zonas agrícolas tratadas ya había caído en un 92% (Boehncke *et al.*, 1990).

Una vez que el DDT o sus metabolitos se encuentran en el aire, pueden ser transportados a la atmósfera y distribuidos a largas distancias, para luego depositarse en lugares lejanos (SEMARNAP, 1995).

Las concentraciones atmosféricas extraordinariamente altas de hexaclorobenceno (HCB) se encontraron en una población de 5000 habitantes en la vecindad de una fábrica electroquímica (Flix, Cataluña, España). La fábrica construida en 1898, ha estado produciendo los solventes tratados con cloro durante 4 décadas. La producción de DDT se acabó en 1971, y la producción de PCB se discontinuó en 1987 (Sala *et al.*, 2003).

En los países tropicales como México el extenso uso de plaguicidas organoclorados en acciones sanitarias tienen grandes implicaciones debido a su persistencia en el ambiente y la subsecuente contaminación humana. El DDT es útil en la sanidad como el insecticida de elección en el combate contra los vectores de la malaria; la volatilidad del DDT y la amplia propagación y su principal ruta hacia la exposición humana en áreas tropicales consiste en la inhalación de aire contaminado (Waliszewski *et al.*, 2000).

Después de que el DDT es aplicado ocurre un rompimiento de la molécula, produciendo metabolitos como el DDE (1,1'-(dicloroetenilideno)bis[4-clorobenceno]), el cual se encuentra en el ambiente en mayor proporción que el DDT (Beyer y Gish, 1980).

## **2.12 Estudios realizados en especies animales**

Recientemente se han estudiado el (DDT) y sus metabolitos, como el (DDE) y otros, por su efecto en la inhibición de los receptores androgénicos. La evidencia se basa en estudios experimentales hechos en animales. Dichos estudios mostraron la capacidad de los plaguicidas para atravesar la barrera placentaria induciendo a bajas dosis, disminución de la distancia anogenital y pezones supernumerarios y en, dosis medias o altas, hipospadias, criptorquidia y alteraciones ependimarias (Luévano *et al.*, 2003).

En el caso de las aves, los efectos más espectaculares se han registrado por exposición al DDE y el efecto más notorio ha sido el adelgazamiento del cascarón, sobre todo de los huevos de las aves de presa (como el halcón). Además, estudios de laboratorio mostraron efectos reproductivos; por ejemplo, en la conducta de cortejamiento y en la tardanza en el apareamiento. Todos estos efectos se presentan en las aves, no tanto como resultado de exposiciones agudas sino de la cronicidad (Ritter *et al.*, 1995).

Con respecto al daño inmunológico, el DDT ha mostrado ser inmunosupresor. Inclusive en ratones se reportó, que una exposición en útero o por lactancia, generó inmunosupresión en las crías, efecto que fue observado hasta por tres meses después de la exposición (Banerjee, 1999).

De hecho, recientemente se reportó que el DDT causa apoptosis en timocitos y genera atrofia del timo en ratas. Dos puntos que también merecen apuntarse con respecto al carácter inmunosupresor del DDT, es que sus efectos se incrementan en animales con dietas deficientes de proteínas y que los efectos de los metabolitos DDD y DDE pueden ser mayores que los del DDT (Rehana y Rao, 1992).

El grado técnico del DDT en realidad es una mezcla de tres isómeros de DDT, el principal es el p,p'-DDT (85%), y los isómeros o,p'-DDT y o,o'-DDT se presentan en cantidades mucho menores. En los sistemas animales el DDT y sus isómeros se transforman lentamente. Los primeros metabolitos en mamíferos son el 1,1-dicloro-2,2-bis (p-diclorodifenil) etileno (DDE) y el 1,1-dicloro-2,2-bis(p-clorofenil) etano (DDD), ambos tienen la capacidad de almacenarse en el tejido adiposo. Estos compuestos pueden transformarse a su vez en el bis (diclorodifenil) ácido acético (DDA) y en el DDE metil sulfonato (DDE-ms). El DDA se excreta por orina y el DDE-ms se concentra en la glándula suprarrenal (Moysich *et al.*, 1999).

En Jordania, se analizaron peces que habitan en las profundidades y en la superficie, hubo una tendencia a que los primeros tuvieran mayores

niveles de DDT que los segundos, con una concentración máxima de 7.9 mg kg<sup>-1</sup> en los de las profundidades y de 2.5 mg kg<sup>-1</sup> en los de la superficie (Alawi *et al.*, 1995).

Algunos pesticidas especialmente organoclorados inducen una respuesta biológicamente comparable a la de los estrógenos que incrementan el peso interior y la cronificación del epitelio vaginal, algunos estudios experimentales han mostrado la actividad promotora de componentes organoclorados en el desarrollo de estrógenos relacionados a tumores en animales (Charlier *et al.*, 2003).

### **2.13 Estudios realizados en suelos**

La producción de cultivos agrícolas bajo sistemas intensivos requieren de grandes cantidades de plaguicidas para control fitosanitario, tal es el caso de la Comarca Lagunera (García, 1997), quien menciona que en la región lagunera, se han hecho aplicaciones de Dieldrín, Endrín, etc.

El uso de la tierra agrícola y las prácticas están en constante cambio, prácticas previamente aceptadas como el uso de pesticidas organoclorados persistentes, puede resultar como residuos no deseables en productos agrícolas, particularmente cuando hay un cambio primario en el uso de suelo (Willett *et al.*, 1993).

La concentración de los plaguicidas en el suelo puede ser disminuída por la fotólisis, la hidrólisis, la biodegradación, la volatilidad y por el lavado del suelo debido a la presencia de corrientes de agua en épocas de lluvia (Exttoxnet, 1999).

Cuando los residuos de pesticidas orgánicos fueron detectados en los tejidos de animales, los estudios fueron analizados para entender mejor la cinética de los componentes organoclorados de suelo a planta y finalmente en leche y tejido adiposo en ganado de pastoreo (Willett *et al.*, 1993).

Desde su aplicación en la agricultura y la salud pública los organoclorados persistentes semejantes al 1 – triclor – 22 – bis (4 clorofenil) etano DDT hexaclorociclohexano han provocado daño a los humanos. Su uso intensivo a través de décadas ha sugerido el interés de conocerlos a partir de investigaciones en todos los elementos del ambiente humano (Waliszewski *et al.*, 2000).

Compuestos orgánicos tóxicos pueden estar presentes en regiones o áreas que han estado sometidas a una explotación agrícola intensiva y/o que presentan características hidrológicas y edáficas que favorezcan la presencia de residuos de plaguicidas en el medio; tal es el caso de la Comarca Lagunera, región que ha sido sometida a un sistema de producción agrícola intensiva a través del algodnero, aunado a que esta región se encuentra formando parte de una cuenca endorréica; por lo cual es probable la presencia de residuos de plaguicidas en el suelo y agua subterránea (Jensen *et al.*, 1992).

## 2.14 Estudios realizados en plantas

A pesar de la alta afinidad del DDT por el suelo, el insecticida y sus metabolitos son biodisponibles para las plantas. Así, cultivos como el arroz y el maíz pueden absorber DDT, aunque la mayor proporción queda en las raíces. En tanto que en malezas de estanques, el factor de bioacumulación de DDT puede llegar a valores relativamente altos (ATSDR, 1994).

Los compuestos semivolátiles, como el DDT y sus metabolitos, pueden acumularse en la superficie serosa de la cutícula de las hojas. Aprovechando esta característica, recientemente se ha utilizado la concentración de contaminantes en las hojas en espina de los pinos para el monitoreo ambiental del DDT y sus metabolitos (Jensen *et al.*, 1992).

De acuerdo a Alpuche, (1991). Se ha calculado que en los últimos 25 años se ha aplicado 20.000 millones de libras de insecticidas sobre el planeta y de ellos 3 mil millones han sido de DDT.

De acuerdo al tiempo en que tardan en degradarse, los plaguicidas se dividen en diferentes grupos por ejemplo el DDT se identifica como un insecticida de alta persistencia (vida media mayor a 100 días), y como ejemplo; se encontró que en algunos bosques su vida media llega a ser de 20 a 30 años (Aigner *et al.*, 1998).

## 2.15 Estudios realizados en alimentos

La exposición de la población general al DDT ocurre principalmente a través de los alimentos, encontrándose que los vegetarianos ingieren menos insecticida que los que incluyen carne en su dieta (SEMARNAP, 1995).

El tipo de alimentos en la dieta (por ejemplo la ingesta de pescado) y el vivir en áreas agrícolas, también incrementan el contenido del DDT y del DDE en leche materna. Esto se reflejó en las zonas rurales de algunos países palúdicos (Barriga, 2000).

La exposición como consecuencia de la bioacumulación es por vía oral, cuando estos fenómenos impactan en la cadena alimenticia del hombre. Como sería el caso de la ingesta de pescados o leche de vaca con altos contenidos de DDT (Ortiz *et al.*, 2000).

Los Organoclorados químicos y otros contaminantes orgánicos persistentes viajan a través del aire y agua y gradualmente entran en la cadena alimenticia. El mar es bioacumulante de los animales costeros, los niveles altos de estos químicos se ingieren entonces por los humanos. La acumulación medioambiental de contaminantes orgánicos persistentes durante los últimos 50 años se ha sugerido como una causa mayor de trastorno reproductor en los humanos y otros animales (Safe, 2000).

Las personas que viven en el Ártico están expuestas a una amplia variedad de organoclorados a través de su dieta tradicional, por consiguiente, elevados niveles de contaminantes se han encontrado en sangre y leche materna (Dewailly *et al.*, 1999).

La exposición a los compuestos organoclorados ocurre en el ambiente debido a la presencia de estos compuestos duraderos y sus metabolitos en los alimentos. Aunque los compuestos como el DDT y los PCBs, son otra clase de organoclorados, estructuralmente similar al DDT, que estuvieron alejados del mercado de Estados Unidos en los años setenta, aunque la exposición continúa como resultado de persistencia en el medio ambiente (Longnecker *et al.*, 1997).

Cuando el ganado es pastoreado en los potreros, residuos de DDT fueron detectados en la grasa de la leche y tejido adiposo. Las rutas y los mecanismos por los cuales el ganado es contaminado de fuentes ambientales de residuos químicos son identificados y cuantificados muy poco, por la imprecisión con lo cual el ambiente puede ser muestreado y el número de factores que pueden influenciar la disponibilidad de químicos hacia la relación de alimento-animal (Willett *et al.*, 1993); este mismo autor menciona que es necesario prevenir la contaminación de alimentos para el ser humano y regular los químicos.

Los estudios de la exposición humana a los organoclorados han sido principalmente dirigidos a las poblaciones con exposición profesional o

accidental conocida o sospechosa; sin embargo casi todo individuo se expone diariamente a concentraciones más bajas de estos compuestos a través del medio ambiente, hábitos dietéticos, fuentes de agua y la cadena alimenticia (Charlier *et al.*, 2003)

Una ruta alterna de exposición humana consiste en el consumo de alimentos contaminados especialmente de origen animal; ya que los plaguicidas organoclorados debido a su acumulación en la cadena alimenticia y especialmente en tejido rico en grasa se encuentran en el cuerpo humano (Waliszewski *et al.*, 2000).

#### **2.16 Estudios realizados en salud humana**

Los numerosos estudios han examinado la relación entre los compuestos organoclorados y cáncer del pecho, pero los resultados no son consistentes. En la mayoría de los estudios, la presencia de compuestos organoclorados eran moderados en el suero, pero los niveles en el tejido adiposo del pecho fue más alto y representa la exposición interior acumulativa al sitio designado para el cáncer del pecho. Por consiguiente, fue dirigido un estudio del caso por un hospital de Ontario, Canadá para evaluar la asociación entre el riesgo de cáncer de pecho, las concentraciones de varios organoclorados en el tejido adiposo. Como resultado, varios organoclorados son ahora perceptibles en suero humano, tejido adiposo, y leche materna (Aronson *et al.*, 2000).

El DDT y sus metabolitos se distribuyen en diferentes tejidos de acuerdo al contenido de grasa, al flujo sanguíneo y al coeficiente de partición sangre: lípido de cada uno de dichos tejidos. Por ejemplo, el cociente de concentración tejido adiposo/ sangre llega a 280. El almacén en el tejido adiposo es más firme para el p, p'-DDE y le siguieron en el siguiente orden el p, p'-DDT el orto-para-DDT (o-p'-DDT) y el p,p'-DDD. Además del tejido adiposo, el DDT se almacena en otros tejidos y órganos de mayor a menor concentración: hígado, suprarrenales, corazón, páncreas, riñones, bazo y tiroides. El insecticida es capaz de traspasar la barrera placentaria hacia fetos para p,p'-DDT, p,p'-DDE y p,p'-DDD los tres tejidos en los que más se concentran son el riñón, el corazón y el tejido adiposo (aunque para el p,p'-DDT las suprarrenales son igualmente importantes). En comparación, el o-p'-DDT se almacena preferentemente en tejido adiposo, donde incluso su concentración llega a ser cuatro veces superior al p,p'-DDT (Barriga, 2000).

La exposición de los compuestos organoclorados en el medio ambiente se ha sugerido como una posible causa de cáncer del pecho. Este grupo de compuestos persistentes, a los químicos del lipofílico comprenden los compuestos industriales como PCBs y los plaguicidas agrícolas, como el clordano, DDT, y mirex que se usaron extensivamente en el pasado y pueden encontrarse en todos los ecosistemas del planeta. Se han documentado vida media biológica de varios años en los humanos para el organoclorado más persistente, produciendo su acumulación con la edad en la grasa del cuerpo, incluyendo tejido adiposo, en lípidos de sangre, y grasa de leche (Dewailly *et al.*, 1996).

Algunos organoclorados pueden alterar los sistemas endocrinos y reproductores de humanos imitando u oponiéndose a la acción de la hormona endógena, modulando la síntesis y metabolismo de hormonas endógenas, o alterando la expresión receptora de las hormonas (Sonnenschein y Soto, 1998).

Al estudiar 108 pacientes con cáncer pancreático y 82 controles entre 32 y 85 años en la Bahía de San Francisco entre 1996 y 1998 (Hoppin *et al.*, 2000) encontraron que la exposición del para-para diclorodifeniltricloroetano (DDT) ha sido asociado con el riesgo de cáncer pancreático.

Los plaguicidas organoclorados y los químicos industriales se acumulan en tejido adiposo en la porción de grasa de la leche. La distribución de algunos de estos componentes químicos ha sido por cantidades conocidas de hidrocarburos halogenados que tienen un comportamiento cinético similar en vacas lactantes incluyendo congéneros de bifenilos policlorinatos, bifenilos polibrominatos, y DDT así también metabolitos de DDE (Willett *et al.*, 1993).

La exposición en el humano a compuestos organoclorados (OCs) ocurre en el útero y a través del amamantamiento. Los niveles de hexaclorobenceno (HCB) se encuentran en el suero del cordón umbilical de recién nacidos de una población localizada en la vecindad de una fábrica electroquímica en España. Se estudio la asociación entre la exposición a

OCs y amamantados en los infantes de un año de edad de esta población (Fito *et al.*, 2003).

Recientes estudios informan que la lactación y la pérdida de peso seres humanos pueden asociarse a las concentraciones de los organoclorados con el cáncer de pecho. Otros informes de cáncer incluyen asociaciones positivas de PCBs con el linfoma, pero no con el cáncer del endometrio, también se han asociado efectos con la exposición a organoclorados con resultados a la salud neurológica que incluyen la posible presencia de una pubertad precoz y delirio neurológico (Mary *et al.*, 2000).

Se llevo acabó una investigación entre la probable relación entre la exposición a organoclorados y el cáncer de pecho en Nueva York en un estudio de salud en mujeres universitarias. Los casos fueron individuales, entre las mujeres cuya sangre se había obtenido seis meses antes para hacer el diagnóstico de cáncer. Se tomaron dos muestras de sangre anuales para estimar la vida media del DDE y PCBs. Estas diferencias siguen siendo las que se encuentran en los estrógenos y tumores. La vida media del DDE y PCBs no se diferenciaron en casos de pacientes con control de DDE y vida media de los PCBs, se encontró una fuerte correlación entre la vida media del DDE y los PCBs, la relación con la masa corporal y en el suero de la sangre (Charlier *et al.*, 2003).

Los plaguicidas organoclorados expuestos al ambiente se acumulan en tejidos ricos en grasa, como el adiposo materno y se distribuyen en el

suero materno y el suero del cordón umbilical. Para establecer la distribución en el organismo humano se compara el gradiente de concentración de los plaguicidas organoclorados, tomando muestras de tejido adiposo materno y suero del cordón umbilical de 64 participantes voluntarios en un hospital de la ciudad de Veracruz, México durante el periodo de 1997-1998. Los resultados más significativos indican que las concentraciones de DDE fueron más altas en el tejido adiposo materno (4.51 mg/kg DDE y 1.27 mg/kg DDE), suero materno (4.51 mg/kg DDE y 0.78 mg/kg DDE), debido a su mayor afinidad a los lípidos (Waliszewski *et al.*, 2000).

Los COPs son sustancias de difícil degradación, con una elevada persistencia en el medio. Sus altas concentraciones pueden llegar a tener efectos nocivos en la reproducción, desarrollo y función inmunológica de los organismos. Dentro de estos compuestos se incluyen los pesticidas organoclorados como: Toxafeno, DDT (Diclorodifeniltricloroetano), HCHs (Hexaclorociclohexanos) y PCBs (Bifenilos policlorados) (Barral *et al.*, 2005).

Las problemáticas regionales y estatales en el estado de Coahuila se refieren a los efectos de cierre del tubo neural (DCTN) que son un problema importante de salud, cuya prevalencia es elevada en la Comarca Lagunera, dado que es una región agrícola en donde se han utilizado abundantemente plaguicidas, principalmente organofosforados y organoclorados (OC) y que se debe determinar si existe asociación entre la presencia de OC durante el primer trimestre del embarazo y el desarrollo DCTN en el recién nacido (Charlier *et al.*, 2003).

## 2.17 Legislación sobre el manejo de organoclorados

Los organoclorados como el bifenil policloroetano (PCBs), clordano, diclorodifeniltricloroetano (DDT), diclorodifenildicloroetileno (DDE), se usaron mundialmente durante varias décadas para los propósitos agrícolas e industriales. Aunque su uso se prohibió y restringió en muchos países, estos persisten en el ambiente y constituyen los riesgos potenciales a la fauna y la salud humana, sobre todo para poblaciones que confían en los productos del mar para la subsistencia (Swain, 1991).

México suscribió un Convenio de Cooperación Ambiental con Canadá y Estados Unidos en 1994. En el marco de este Convenio, en octubre 1995, el Consejo de la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte (CCAAN), del cual forma parte la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) de México, adoptó una Resolución sobre manejo racional de sustancias químicas, en la cual se incluyó el desarrollo de planes de acción para reducir las emisiones al ambiente, la exposición y los riesgos de sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulables. El DDT fue seleccionado como parte del grupo de cuatro sustancias sobre las cuales se establecerán los planes de acción que se someterán a consideración del citado Consejo en diciembre de 1996 (las otras tres sustancias son: bifenilos policlorados, clordano y mercurio) (SEMARNAP, 1995).

Por el hecho de ser el DDT una sustancia con propiedades moderadamente tóxicas, persistente y bioacumulable; por sus efectos en

peces y aves; por las evidencias de exposición humana a través de los alimentos y por los hallazgos que indican que la exposición continua al DDT puede ocasionar efectos crónicos en los seres humanos, diversos países han prohibido todos sus usos o los han restringido (FAO-PNUMA, 1991).

En México, durante la década de 1950, se emplearon alrededor de 1000 toneladas de DDT al año para uso agropecuario. Su utilización y producción tuvo su pico máximo en la década de 1960, durante la cual se llegó a producir, en 1968, más de 80000 toneladas al año; debido a las evidencias de toxicidad en animales y a su alta persistencia en el ambiente en 1970 se prohíbe su uso en EUA y Canadá (Luévano *et al.*, 2003).

El uso de los plaguicidas en los marcos agrícolas, en la salud pública, en los comercios y en las familias individuales así como en todo el mundo expone a la población en diversas fuentes incluyendo residuos en alimentos y agua. Por el hecho de que se continúa encontrando efectos de salud asociados con estos químicos, debe ser vigilada la venta de estos productos y sus impactos a la salud humana (Alavanja *et al.*, 2004).

El uso de DDT alcanzó el máximo en los Estados Unidos en los años 1960s y se prohibió en 1972. Los bifenilos Policloroetanos (PCBs) se usaron extensivamente en los Estados Unidos en los fluidos dieléctricos, los transformadores eléctricos y condensadores, lubricantes, fluidos de traslado de calor, y en la fabricación de productos como las pinturas hasta que su uso fuera descontinuado en 1977. Los PCBs representan una clase diversa de

organoclorados que normalmente incluyen 209 posibles congéneros más usados en otros productos comerciales: las dioxinas también son organoclorados que se producen como los subproductos de la combustión de procesos industriales o como el contaminante de herbicidas. Otros organoclorados incluyen plaguicidas usados en cantidades menores, como el lindano y hexaclorobenceno. El uso de DDT y PCBs se ha prohibido en los Estados Unidos desde los años setenta, algunos compuestos organoclorados han aumentado y han persistido dentro del ambiente (Calle *et al.*, 2002).

Durante las dos décadas pasadas los niveles de uso de DDT y PCBs ha cesado en la población Estadounidense, Canadiense y Europea. No obstante hay algunos informes que han medido las proporciones de la eliminación de estos componentes en los individuos y de hecho algunos informes han sugerido que los niveles de PCBs son constantes o bien se han incrementado. Es de interés para los humanos conocer los efectos de la exposición continúa a los organoclorados aunque el uso de DDT y PCBs se ha prohibido hace más de 20 años (Mary *et al.*, 2000).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.**

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos  $101^{\circ}40'$  y  $104^{\circ}45'$  de longitud Oeste, y los paralelos  $25^{\circ}05'$  y  $26^{\circ}54'$  de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan áreas agrícolas, así como las áreas urbanas (Schmidt, 1989).

#### **3.2 Localización del estudio**

El estudio se llevó a cabo en el laboratorio de suelos en el Centro Nacional de Investigación Interdisciplinario Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera del INIFAP, ( CENID-RASPA ) y en el laboratorio de análisis de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez Del Estado del Durango (UJED), en un experimento de columnas a nivel Laboratorio.

#### **3.3 Origen del biosólido**

Los lodos empleados para éste experimento fueron obtenidos del proceso de tratamiento de aguas residuales municipales de la planta tratadora Club Campestre La Rosita ubicada en la Ciudad de Torreón Coahuila.

### **3.4 Suelos usados en el empaque de columnas**

Los suelos utilizados en el experimento fueron dos, uno de textura franco migajón limoso, y el otro suelo usado fue el arenoso esto se puede observar en el Anexo I.

### **3.5 Agua utilizada**

El agua utilizada para simular el riego en las columnas de suelo fue obtenida de una cisterna del CENID – RASPA – INIFAP.

### **3.6 Análisis del biosólido**

Al biosólido se le realizó el análisis de calidad Corrosivo, Reactivo, Tóxico, Biológico Infeccioso (CRETIB) que exige la norma oficial mexicana NOM 004-SEMARNAT-2002 en un laboratorio certificado, con resultados dentro de los valores límites permisibles en cuanto a metales pesados. El análisis microbiológico se realizó en un laboratorio de análisis microbiológico sanitario con resultados que estuvieron dentro de los límites permisibles para patógenos. Esto con la finalidad del uso seguro de los biosólidos al aplicarse en suelos agrícolas. Estos se pueden observar en el Anexo II.

### **3.7 Muestreo y análisis de los suelos**

La muestra de suelo de textura arenosa fue extraída luego de que se abrió un pozo agrológico para la descripción de los horizontes. Se tomaron

muestras correspondientes a cada profundidad del perfil del suelo arenoso de (0-40 y 40-60 cm.).

De igual manera se hizo la descripción del perfil de suelo de textura franco-migajón-limoso realizando los muestreos del suelo correspondientes a la profundidad de 0-30 cm.

Se llevó a cabo el análisis de suelo para los dos tipos de texturas, en los cuales se determinó el potencial de hidrógeno mediante una relación 1:2 con agua, conductividad eléctrica mediante una relación 1:5 con agua, materia orgánica por el método Walkley y Black, el fósforo determinado por el método Olsen y el potasio por extracción con acetato de amonio (Plenecassagne *et al.*, 1997).

### **3.8 Análisis del agua**

Se realizó el análisis del agua utilizada en las columnas de suelo donde el potencial de hidrógeno y la conductividad eléctrica se determinaron directamente empleando el potenciómetro y el conductivímetro respectivamente. Los cationes se determinaron directamente por absorción atómica, y los aniones por volumetría (Plenecassagne *et al.*, 1997).

### **3.9 Columnas utilizadas**

Las columnas de suelo son réplicas de perfiles naturales con estructura alterada, por las que se hace pasar agua simulando la aplicación

de riegos superficiales en cantidades que exceden la capacidad de retención de agua por la matriz del suelo.

Para el empaque de columnas fueron utilizados tramos de PVC de 10.2 cm. de diámetro por 60 cm. de largo. Los tramos se parafinaron para minimizar el flujo de agua por las paredes.

Para el empaque de las columnas de suelo de textura arenosa se hizo en tres estratos: el estrato de 40-60 cm. (arena de río, con una densidad aparente de  $1.5 \text{ g cm}^{-3}$  el estrato medio de 10-40 cm. (arena de duna), con una densidad aparente igual a  $1.4 \text{ g cm}^{-3}$  y el estrato superficial de 0-10 cm. fue mezclado el suelo con los tratamientos correspondientes al biosólido y fertilizante.

En el empaque de las columnas de textura franco-arcillo-limoso se hizo de igual manera, se considero una densidad aparente de  $1.3 \text{ g cm}^{-3}$ , en un perfil uniforme hasta los 60 cm.

### **3.10 Tratamientos evaluados**

Los tratamientos evaluados para detectar la presencia de compuestos organoclorados en las columnas de suelo se describen en el Cuadro No. 1 las cuales se hicieron por dos repeticiones de cada una de las muestras. Se evaluó el biosólido carga alta **B** aplicando una dosis de ( $200 \text{ Ton Ha}^{-1}$ ); biosólido carga baja **b** aplicando una dosis de ( $100 \text{ Ton Ha}^{-1}$ ) comparándolo con aplicaciones de fertilizante **F** aplicando  $100 \text{ kg de N Ha}$  empleando como fuente el (sulfato de amonio) y un testigo **T** (sin aplicación de biosólido, ni fertilizante).

**Cuadro 1. Descripción de los tratamientos evaluados.**

Tratamientos		Dosis
Biosólido alto	B	200 Ton Ha <sup>-1</sup>
Biosólido bajo	b	100 Ton Ha <sup>-1</sup>
Fertilizante (cero biosólido)	F	100 Kg. N Ha <sup>-1</sup> (fuente: sulfato de amonio)
Testigo	T	Sin aplicación de biosólido ni fertilizante

### **3.11.- Procesamiento de las muestras**

Las columnas de suelo fueron seccionadas en cuatro profundidades (0-5, 5-10, 10-35 y 35-60 cm.), en los cuales se analizaron los compuestos orgánicos únicamente en las profundidades de 0-5 y 5-10cm.

Las muestras de suelo fueron secadas al aire, tamizadas primero por la malla de 2 mm. y posteriormente por la malla de 0.5 mm. para un posterior análisis.

## **3.12 Análisis de residuos de plaguicidas organoclorados**

### **3.12.1 Extracción**

El método 3540C propuesta por la Environmental Protection Agency (EPA, 1990), es un procedimiento para la extracción de compuestos orgánicos de los sólidos tales como suelo, lodos y basura. La extracción Soxhlet es un proceso que asegura el contacto íntimo de la matriz de la muestra con los solventes de extracción (Hexano - Acetona).

El peso de 5 g de suelo seco se colocó en un dedal de extracción de asbesto en un equipo soxhlet usando una mezcla de 100 ml. de acetona con 100 ml. de hexano, dejándose durante 22 horas continuas en extracción.

### **3.12.2 Concentración**

Para realizar la concentración de las muestras hasta un volumen de 10 ml. se utilizó un equipo Kuderna Danish, obteniendo extractos líquidos derivados del proceso de extracción del suelo. Posterior a este proceso se efectuó una segunda concentración hasta reducir el volumen a 4 ml. a través de un baño maria a una temperatura de 40°C, mediante inyección de gas nitrógeno (N<sub>2</sub>) que permite evaporar el solvente. Las muestras se inyectaron por duplicado, siguiendo el método 3540C (Extracción Soxhlet).

**00144**

### **3.12.3 Limpieza**

Todas las muestras extraídas, estuvieron limpias (sin turbidez) de tal forma que no se requirió realizar la limpieza de las mismas.

### **3.12.4 Estándares**

Para la determinación cuantitativa y cualitativa de los plaguicidas se usó un estándar con una mezcla de 22 plaguicidas organoclorados que fueron los siguientes: (alfa, beta, delta y gama, BHC, heptaclor, aldrín, heptaclor epóxido, endosulfan I, II y sulfato, para-para-DDE, orto-para-DDE, dieldrín, endrín, para-para-DDD, orto-para-DDD, para-para-DDT, orto-para-DDT, endrín aldehído, metoxicloro, alfa y beta clordano). Las determinaciones se realizaron inyectando al cromatógrafo de gases un microlitro del estándar por duplicado. De las muestras se tomó un microlitro de muestra de cada repetición por duplicado.

### **3.12.5 Equipo utilizado**

Se utilizó un cromatógrafo de gases Hewlett Packard serie 5890 equipado con un detector de captura de electrones. Con una columna H.P 608 de 30 m y 0.53 mm. de diámetro. La temperatura de inyección fue de 220°C y la temperatura del detector fue de 300°C.

### 3.12.6 Materiales utilizados

Extractor Soxhlet	Bolsas
Columnas de limpieza	Tapón ground-glass
Probetas graduadas	Columnas snyder
Etiquetas	Resortes 1.5 pulg
Jeringas	Pipeta
Concentrador Kuderna Danish	Capsula de porcelana
Columna cromatográfica	Balanza analítica
Fibra de vidrio	

### 3.12.7.- Reactivos utilizados

Hexano destilado en vidrio	Florisil
Acetona destilado en vidrio	Éter etílico
Agua HPLC marca caledon	Nitrógeno
Sulfato de sodio anhidro	Cloruro de metileno
Mezcla de plaguicidas organoclorados	Detergente (extran)
Estándares individuales de plaguicidas organoclorados	

### 3.12.8 Formula utilizada para determinar las concentraciones de residuos de plaguicidas

$$C = \frac{(Ax) (Vt) (D)}{(CF) (Vi) (WS)}$$

Donde:

Ax = Altura del pico en el cromatógrama

Vt = Volumen del extracto en microlitos = 4000 µl.

D = Factor de dilución = 1

Cf = Media del factor de calibración = 2041489.301

Vi = Volumen inyectado = 1 µl.

Ws = Peso de la muestra = 5 g.

El Cuadro 2. Muestra los resultados del análisis de los tipos de suelo, empleados en las columnas de suelo. La muestra de suelo de textura **franco - arenoso**, se analizó y los resultados obtenidos fueron los siguientes: en la profundidad de 0 – 40 cm. en cuanto a la materia orgánica se considera como suelo extremadamente pobre; con respecto a su pH se clasifica como moderadamente alcalino; el fósforo presenta un contenido medio; el potasio indica que es extremadamente rico; la conductividad eléctrica es ligeramente salina y el contenido de nitrógeno disponible es relativamente bajo (Castellanos *et al.*, 2000).

En la profundidad de 40 – 60 cm. se tiene un suelo de textura **arenosa** donde la materia orgánica indica un suelo extremadamente pobre, el pH es moderadamente alcalino; el fósforo refleja un suelo bajo en su contenido; la presencia del potasio en el suelo es extremadamente rico; en relación con la conductividad eléctrica se le considera un suelo no salino. (Castellanos *et al.*, 2000).

Los resultados del perfil de suelo de textura **franco arcillo limoso** fueron los siguientes; en el estrato de 0-30 cm. presenta un pH alcalino, la conductividad eléctrica se encuentra en la clasificación de un suelo no salino, la materia orgánica indica un suelo pobre, el nitrógeno disponible es bajo, el fósforo se considera pobre en su contenido y el potasio es extremadamente rico (Castellanos *et al.*, 2000; Velasco, 1983).

De igual manera que en los suelos se realizó un análisis físico-químico del agua usada en las columnas de suelo, con el objeto de determinar los elementos que se presentan en el agua empleada, esto se observa en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Resultado del análisis de agua aplicada en las columnas de suelo**

CARACTERÍSTICAS	CONCENTRACIÓN
Ph	7.35
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	7.35
Cationes (meq/lto)	11.54
Aniones (meq/lto)	11.39
RAS	1.25

El Cuadro 3. Presenta los resultados del análisis de **agua** utilizada en las columnas empacadas de suelo, donde los resultados obtenidos fueron los siguientes: el pH indica que el agua es ligeramente alcalino, la conductividad eléctrica indica que es altamente salina. Los cationes son igual a 11.54 y los aniones son igual a 11.39. Esta agua esta clasificada como C3-SI según (Richards, 1973), que considera agua altamente salina (C3) no debe usarse en suelos cuyo drenaje sea deficiente, respecto al agua baja en sodio (SI) puede usarse para el riego en la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable de acuerdo a (Ayers y westcot, 1987).

**Cuadro 4. Comparación de los tiempos de retención en minutos de estándares DDE (0.1 ppm) y muestras de dos tipos de suelo a diferentes profundidades.**

SUELO MIGAJÓN				SUELO ARENOSO			
No. MUESTRA	PROFUNDIDAD (centímetros.)	T. Retención ESTÁNDAR	T. Retención MUESTRA	No. MUESTRA	PROFUNDIDAD (centímetros)	T. Retención ESTÁNDAR	T. Retención MUESTRA
		<b>19.276</b>				<b>19.276</b>	
MB3 (1)	0 - 5		19.263	AB1 (1)	0 - 5		19.272
Mb3 (1)	0 - 5		19.277	AB1 (2)	5 - 10		19.274
Mb3 (2)	5 - 10		19.273	AB2 (1)	0 - 5		19.272
MF3 (2)	5 - 10		19.270	AB2 (2)	5 - 10		19.269
MF2 (1)	0 - 5		19.270	Ab3 (1)	0 - 5		19.279
MF2 (2)	5 - 10		19.276	Ab3 (2)	5 - 10		19.278
MT1 (1)	0 - 5		19.271			<b>19.286</b>	
MT1 (2)	5 - 10		19.272	AF1 (1)	0 - 5		19.289
MT3 (1)	0 - 5		19.278	AF2 (1)	0 - 5		19.287
MT3 (2)	5 - 10		19.273	AF2 (2)	5 - 10		19.287
		<b>19.288</b>				<b>19.288</b>	
MB2 (1)	0 - 5		19.334	AF3 (2)	5 - 10		19.307
MB2 (2)	5 - 10		19.335	AT1 (1)	0 - 5		19.299
MB3 (2)	5 - 10		19.330	AT1 (2)	5 - 10		19.306
Mb2 (1)	0 - 5		19.330	AT2 (1)	0 - 5		19.298
Mb2 (2)	5 - 10		19.325	AT2 (2)	5 - 10		19.300

NOTA: Biosólido alto (B), biosólido bajo (b), fertilizante (F), testigo (T), Migajón (M), Arena (A).

En el Cuadro 4. Se presentan los tiempos de retención de los estándares correspondientes al compuesto organoclorado DDE (diclorodifenildicloroetileno), los cuales son comparados con los tiempos de retención de las muestras evaluadas en ambas texturas (migajón y arena), el compuesto orgánico DDE fué encontrado en todas las muestras analizadas.

El tiempo de retención que presentó el compuesto organoclorado DDE en el estándar de la mezcla de compuestos orgánicos inyectados en el cromatógrafo de gases corresponden a (19.276, 19.286 y 19.288 minutos), con los cuales se compararon los tiempos de retención de cada una de las muestras de ambas texturas analizadas, las muestras se inyectaron por duplicado.

También se muestran las profundidades en cm de cada tratamiento correspondientes al biosólido alto, biosólido bajo, fertilizante y el testigo, en el mismo cuadro se observa que el valor en el tiempo de retención del estándar (DDE) de tanto es idéntico al tiempo de retención de las muestras problema; lo cual indica que el plaguicida organoclorado DDE se encuentra presente en todas las muestras analizadas.

**Cuadro 5. Parámetros requeridos para calcular las concentraciones de DDE en diferentes profundidades de un suelo arenoso**

No. DE LA MUESTRA	TIEMPO DE RETENCIÓN (minutos)	ALTURA DE LA MUESTRA	VOL. DEL EXTRACTO $\mu$ l (microlitos)	DILUCIÓN	FACTOR DE CALIBRACIÓN	VOLUMEN INYECTADO	PESO DE LA MUESTRA (g)	CONCENTRACIÓN en $\text{mg.kg}^{-1}$ de la altura
AB1 (1)	19.272	55.921	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00002
AB1 (2)	19.274	72.932	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00003
AB2 (1)	19.272	78.044	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00003
AB2 (2)	19.269	64.584	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00003
Ab3 (1)	19.279	98.978	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00004
Ab3 (2)	19.278	119.51	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00005
AF1 (1)	19.289	255.09	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00010
AF2 (1)	19.287	177.687	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00007
AF2 (2)	19.287	220.247	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00009
AF3 (2)	19.307	176.373	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00007
AT1 (1)	19.299	166.445	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00007
AT1 (2)	19.306	130.742	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00007
AT2 (1)	19.299	157.095	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00005
AT2 (2)	19.300	153.616	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00006

NOTA: Biosólido alto (B), biosólido bajo (b), fertilizante (F), testigo (T), Migajón (M), Arena (A).  
 Profundidad: 0 - 5 cm (1), 5 -10 cm (2)

El Cuadro 5. Muestra el cálculo de la concentración en  $\text{mg kg}^{-1}$  de DDE en cada uno de los tratamientos inyectados por repetición al cromatógrafo de gases (biosólido alto, biosólido bajo, fertilizante y el testigo) de un suelo de textura arenosa, a diferentes profundidades (0-5 y 5-10 cm.).

Se puede observar que en el tratamiento de textura arenosa con aplicación de fertilizante en la profundidad de 0-5 cm. hay una concentración de DDE de  $0.00010 \text{ mg kg}^{-1}$  la cual es muy elevada en comparación con la del biosólido alto a la misma profundidad de 0-5 cm. que presenta una concentración de DDE de  $0.00002 \text{ mg kg}^{-1}$ .

También se muestran las concentraciones a la profundidad de 5-10 cm en la que la concentración del biosólido bajo fue de  $0.00003 \text{ mg kg}^{-1}$  de DDE el cual es relativamente bajo; en cambio el fertilizante presenta una concentración de  $0.00009 \text{ mg kg}^{-1}$  de DDE más alta.

En estos tratamientos se observa que la concentración de DDE en  $\text{mg kg}^{-1}$  es mayor en el fertilizante en la profundidad de 0-5 y de 5-10 cm. en relación al biosólido alto que presenta muy bajas concentraciones de DDE en ambas profundidades, esto debido a que las muestras de suelo analizadas para este experimento se tomaron de suelos donde se produjo algodón décadas atrás (alrededor de 20 años) y al cual se le hicieron aplicaciones frecuentes de insecticidas por lo cual estos suelos ya contenían contaminantes organoclorados como lo es el DDE.

**Cuadro 6. Parámetros requeridos para calcular las concentraciones de DDE en diferentes profundidades de un suelo migajón**

Nº. DE LA MUESTRA	TIEMPO DE RETENCIÓN (minutos)	ALTURA DE LA MUESTRA	VOL. DEL EXTRACTO $\mu$ l (microlitos)	DILUCIÓN	FACTOR DE CALIBRACIÓN	VOLUMEN INYECTADO	PESO DE LA MUESTRA(g)	CONCENTRACIÓN en $\text{mg.kg}^{-1}$ de la altura
MB2 (1)	19.334	348.7105	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00014
MB2 (2)	19.335	252.087	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00010
MB3 (1)	19.263	406.473	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00016
MB3 (2)	19.330	390.498	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00015
Mb2 (1)	19.330	384.945	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00015
Mb2 (2)	19.325	381.749	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00015
Mb3 (1)	19.277	435.67	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00017
Mb3 (2)	19.273	999.974	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00039
MF2 (1)	19.270	541.457	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00021
MF2 (2)	19.276	710.857	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00028
MF3 (2)	19.270	577.767	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00023
MT1 (1)	19.271	589.629	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00023
MT1 (2)	19.272	633.167	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00025
MT3 (1)	19.278	568.17	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00022
MT3 (2)	19.273	696.412	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00027

NOTA: Biosólido alto (B), biosólido bajo (b), fertilizante (F), testigo (T), Migajón (M), Arena (A).  
Profundidad: 0 - 5 cm (1), 5 -10 cm (2)

En el cuadro 6. Se muestra como se realizó el cálculo de la concentración en  $\text{mg kg}^{-1}$  de DDE en cada uno de los tratamientos (biosólido alto, biosólido bajo, fertilizante y el testigo) del suelo con textura migajón, a diferentes profundidades (0-5 y 5-10 cm.).

En este cuadro se presentan las concentraciones de DDE en  $\text{mg kg}^{-1}$  a la profundidad de 0-5 cm. donde el tratamiento testigo no se le aplicó ni biosólido ni fertilizante ; sin embargo muestra la mayor concentración de DDE de  $0.00023 \text{ mg kg}^{-1}$ , comparado con el biosólido alto donde se encontró una concentración de  $0.00014 \text{ mg kg}^{-1}$  que es relativamente baja, con lo que se confirma la presencia del mismo componente en el suelo y acorde a lo mencionado por (García, 1997) que menciona que en la Comarca Lagunera los suelos contienen plaguicidas como el Aldrín, Dieldrín muy probable debido a la aplicación frecuente de insecticidas durante la época de los 70's cuando la producción de algodón estuvo en su máxima expresión.

En el mismo cuadro se aprecia la diferencia que hay entre el suelo migajón con la mezcla del biosólido bajo a la profundidad de 5-10 cm, que presenta una concentración de DDE con un valor de  $0.00039 \text{ mg kg}^{-1}$ , que es comparado con el tratamiento de biosólido alto en la misma profundidad con un valor de concentración de  $0.00010 \text{ mg kg}^{-1}$ , la cual es menor que la ya mencionada, puesto que no se observó un efecto directamente proporcional debido a los tratamientos.

**Cuadro 7. Resultados del análisis de plaguicidas organoclorados DDE por tratamientos del suelo arenoso**

No. DE LA MUESTRA	TIEMPO DE RETENCIÓN (minutos)	ALTURA DE LA MUESTRA	VOL. DEL EXTRACTO $\mu$ l (microlitos)	DILUCIÓN	FACTOR DE CALIBRACIÓN	VOLUMEN INYECTADO	PESO DE LA MUESTRA (g)	CONCENTRACIÓN en $\text{mg kg}^{-1}$ de la altura
AB (1)	19.272	66.983	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00003
AB (2)	19.272	68.758	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00003
Ab (1)	19.279	98.978	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00004
Ab (2)	19.278	119.510	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00005
AF (1)	19.288	216.389	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00008
AF (2)	19.297	198.310	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00008
AT (1)	19.299	161.770	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00006
AT (2)	19.303	142.179	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00006

NOTA: Biosólido alto (B), biosólido bajo (b), fertilizante (F), testigo (T), Migajón (M), Arena (A).  
 Profundidad: 0 - 5 cm (1), 5 - 10 cm (2)

En el Cuadro 7 se presentan los resultados del suelo de textura arenosa por tratamiento. Se observa que en el tratamiento donde se aplicó el fertilizante químico nitrogenado ( $100 \text{ Ton ha}^{-1}$ ) a las profundidades de 0-5 y 5-10 cm, presentó el más alto valor con concentraciones de DDE de  $0.00008 \text{ mg kg}^{-1}$  en ambas profundidades; los valores más bajos se observaron con el tratamiento de biosólido alto ( $200 \text{ Ton ha}^{-1}$ ) con los valores iguales de  $0.00003 \text{ mg kg}^{-1}$  del mismo compuesto en ambos estratos. El tratamiento testigo sin aplicación de biosólido ni fertilizante (suelo), presentó valores iguales de  $0.00006 \text{ mg kg}^{-1}$  en las dos profundidades (0-5, 5-10 cm.). Si el tratamiento testigo presentó valores de DDE es indicador de que el suelo ya contenía este compuesto.

Respecto a la aplicación del biosólido ya sea en carga alta ó baja, se afirma que éste subproducto no aporta compuestos organoclorados al suelo por lo que no ocasiona daños al ecosistema. Por otro lado, también se confirma la persistencia del compuesto organoclorado en el suelo y coincidiendo con lo mencionado por (Jurado, 2000; Ottaviani, *et al.*, 1991). Entonces, el empleo del biosólido como fertilizante ofrece ventajas comparativas con los fertilizantes químicos en cuanto a costo y su incorporación de lenta liberación de nutrimentos.

**Cuadro 8. Resultados del análisis de plaguicidas organoclorados DDE en tratamientos de suelo migajón**

No. DE LA	TIEMPO DE	ALTURA DE	VOL. DEL	DILUCIÓN	FACTOR DE	VOLUMEN	PESO DE LA	CONCENTRACIÓN
CMUESTRA	RETENCIÓN	LA MUESTRA	EXTRACTO $\mu$ l		CALIBRACIÓN	INYECTADO	MUESTRA	en mg kg <sup>-1</sup>
	(minutos)		(microlitos)				(gramos)	de la altura
MB (1)	19.299	377.5918	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00015
MB (2)	19.333	321.2925	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00013
Mb (1)	19.304	410.3075	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00016
Mb (2)	19.299	381.7490	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00015
MF (1)	19.270	541.4570	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00021
MF (2)	19.273	644.3120	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00025
MT (1)	19.275	578.8995	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00023
MT (2)	19.273	664.7895	4000	1	2041489.3010	1	5	0.00026

NOTA: Biosólido alto (B), biosólido bajo (b), fertilizante (F), testigo (T), Migajón (M), Arena (A).  
 Profundidad: 0 - 5 cm (1), 5 - 10 cm (2)

En el cuadro 8. Se presentan los resultados del análisis de plaguicidas organoclorados DDE en un suelo migajón con diferentes tratamientos y por repetición. En la aplicación de biosólido alto de (200 Ton Ha<sup>-1</sup>) en las profundidades de (0-5 y 5-10 cm.), se muestran concentraciones de 0.00015 y 0.00013 mg kg<sup>-1</sup> de DDE respectivamente, las cuales son relativamente bajas. Con la aplicación del biosólido bajo de (100 Ton Ha<sup>-1</sup>) en las mismas profundidades se observan concentraciones de 0.00016 y 0.00015 mg kg<sup>-1</sup> de DDE similares que en el biosólido alto. Por el contrario en la aplicación de fertilizante de (100 kg N Ha<sup>-1</sup>) en las dos profundidades se presentan concentraciones de 0.00021 y 0.00025 mg kg<sup>-1</sup> de DDE que son mayores que en los tratamientos de los biosólidos carga baja y carga alta. Por último el suelo testigo presentó elevadas concentraciones de 0.00023 y 0.00026 mg kg<sup>-1</sup> de DDE, en sus dos profundidades lo cual nos comprueba la residualidad que tienen estos compuestos en el suelo al realizarse aplicaciones intensivas de los plaguicidas.

## 5. CONCLUSIÓN

Los tratamientos evaluados de biosólidos con carga alta y baja no aportaron compuestos organoclorados al suelo.

Los suelos utilizados en el estudio contenían residuos de plaguicidas organoclorados en el suelo de textura arenosa en las dos profundidades (0-5 y 5-10 cm.) en donde las concentraciones oscilaron de  $0.00006 \text{ mg kg}^{-1}$  de DDE y en el suelo migajón en la profundidad de 0-5 cm. la concentración fue de  $0.00023 \text{ mg kg}^{-1}$  y a la profundidad de 5-10 cm. fue de  $0.00026 \text{ mg kg}^{-1}$  de compuesto DDE.

El biosólido obtenido en el período de estudio de la PTAR del lugar ya mencionado y que fue objeto de estudio puede ser aprovechado como mejorador de suelos ó abono orgánico en forma segura, ya que no aportan contaminantes organoclorados al recurso suelo. Es importante aclarar que la carga de los contaminantes (metales pesados, patógenos, sales y compuestos orgánicos) es variable en los lodos residuales

## 6. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que al utilizar biosólidos en cualquier tipo de suelo se realice un previo análisis Físico-Químico y de compuestos orgánicos del suelo.
2. Se sugiere que se efectúen trabajos de investigación con diferentes texturas a las ya probadas para evaluar el comportamiento de los biosólidos y realizar consideraciones al respecto.
3. Al aprovechar los lodos residuales de cualquier PTAR es recomendable realizar el análisis CRETIB ya que la carga de contaminantes cambia según la procedencia de las aguas residuales.

## 7. LITERATURA CITADA

- Aigner, E. J., A. D. Leone., R. L. Falconer. (1998). "Concentrations and Enantiomeric Ratios of Organochlorine Pesticides in Soils From the us Corn Belt." Environ Sci Technol **32**: 1162-1168.
- Alavanja, C. R. M., J. Hoppin., F. Kamel. (2004). "Health Effects of Chronic Pesticide Exposure: Cancer y Neurotoxicity." **25**: 97 - 115.
- Alawi, M. A., M. Hourani., D. A. Hilal. (1995). "Levels of Organochlorine Pesticides in Fish, Algae, Sediments and Sea Water Samples in the Aqaba Gulf." Toxicol Environ Chem **51**: 121-134.
- Alpuche, G. L. (1991). "Plaguicidas Organoclorados y Medio Ambiente." Ciencia y Tecnologia XVI **96**: 45 - 55.
- Aronson, J. K., G. C. Woolcott., E. E. Sterns., R. D. McCready., A. L. Lickley., B. E. Fish., Y. G. Hiraki., C. Holloway., T. Ross., K. S. SenGupta. (2000). "Breast Adipose Tissue Concentrations of Polychlorinated Biphenyls and Other Organochlorines and Breast Cancer Risk." Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention **9**: 55 - 63.
- ATSDR, (1994). "Toxicological Profile for 4,4'-DDT, 4,4'-DDE, and 4, 4'-DDD. Agency for Toxic Substances and Diseases Registry." US Public Health Service. Atlanta. GA.
- ATSDR-EPA, (1989). "Toxicological Profile for p,p'-DDT, p,p'-DDE, p,p'-DDD."
- Ayers, B. S., D. W. Westcot. (1987). "La Calidad del Agua en la Agricultura". Sacramento, California, EEUU. FAO.

- Badii Zabeh, M. H. Z., G. R. Cuevas., G. V. Almanza., L. J. Flores. (2005). "Los Indicadores Biológicos en la Evaluación de la Contaminación por Agroquímicos en Ecosistemas Acuáticos y Asociados." CUICYT (6): 1 - 20.
- Banerjee, B. D. (1999). "The Influence of Various Factors on Immune Toxicity Assessment of Pesticide Chemicals." Toxicol Lett. **107**: 21 – 31
- Barral, R., K. Pozo., R. Urrutia., M. Cisternas., P. Pacheco., S. Focardi. (2005). "Plaguicidas Organoclorados Persistentes en Sedimentos de Tres Lagos Costeros y un Lago Andino de Chile Central." Bol. Soc. Chil. Quím **46**(2): 1 - 15.
- Barriga, D. F. (2000). "Factores de Exposición y Toxicidad del DDT y de la Deltametrina en Humanos y en Vida Silvestre." Laboratorio de Toxicología Ambiental. 1 - 26.
- Beber, W. N. y C. D. Gish. (1980). "Persistence in Earthworms and Potential Hazards to Birds of Soil Applied DDT, Dieldrin and Heptachlor." J. Appl. Ecol **17**: 295.
- Boehncke, A., J. Siebers., H. C. Nolting. (1990). "Investigation of the Evaporation of Selected Pesticides from Natural and Model Surfaces in Field and Laboratory." Chemosphere **21**: 1109-1124.
- Bontoux, L., M. Vega., D. Papameletiou. (2003.). "Tratamiento de las Aguas Residuales Urbanas en Europa: El problema de los Lodos." (En línea). Disponible en <http://www.jrc.es/iptsreport/vol23/spanish/ENV2S236.htm>. Revisado el 24 de junio: 1 - 14.

- Bordas, E. (1973). "El empleo de los Insecticidas Agrícolas y la Contaminación en el Ambiente Rural Mexicano. Memoria de la I Reunión Nacional Sobre Problemas de la Contaminación Ambiental." Secretaría de Salubridad y Asistencia, México D. F.: 120 - 165.
- Calva, G. L. y R. M. Torres. (1998). "Plaguicidas Organoclorados." Lab. de Ecosistemas Costeros. Departamento de Hidrobiología. D.C.B.S. UA M-I:35-45.
- Calle, E. E., H. Frumkin., J. Henley., A. D. Savitz., J. M. Thun. (2002). "Organochlorines and Breast Cancer Risk." CA A Cancer J Clinicians **52**(5): 301-307.
- Campaña, H., R. Rodríguez., S. Serra. (2002.). "Aplicación en Suelo de Barros y Efluentes de Maltería. Estudio de Casos y Evaluación de Impactos." Argentina. Revista de Tecnología y Ciencia. Revisada el 11 de abril: 17 - 23.
- Castellanos, J. Z., B. J. X. Uvalle., S. A. Aguilar. (2000). "Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas". 2<sup>da</sup> Edición. INCAPA. pp. 1-226.
- Castillo, G., P. M. Mena., C. Alcota. (2002). "Experiencias sobre Compostaje de Lodos de Digestión Aeróbica y Anaeróbica." Cancún, México. XXVIII Congreso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental. Del 27 al 31 de octubre: 1 - 8.
- Charlier, C., O. A. Herman., E. Hamoir., U. Gaspard., M. Meurisse. (2003). "Breast Cancer and Serum Organochlorine." **60**: 348 - 351.

- Cuevas, E., A. Maldonado., V. Cobos. (2003). "DDT and DDE Determination in Green Turtle (*Chelonia mydas*) and Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*) Eggs in the Coast of Yucatán, México." Oceánides **18**(2): 87 - 92.
- De la Peña, E. C. (1983). "Resultados de la Utilización del Bioabono en Diferentes Cultivos de Cajamarca." ITINTEC-UTC.
- Dewailly, E., P. Ayotte., J. Brisson., S. Dodin., J. Robert., A. Demers. (1999). "Risk and Aggressiveness of Breast Cancer in Relation to Plasma Organochlorine Concentrations." Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention **9**: 161 - 166.
- (EPA), Environmental Protection Agency . (2000). "Aplicación de Biosólidos al Terreno". Folleto Informativo de tecnología de Biosólidos United States Office of Water." EPA 832-F-00-64 Washington, D.C.
- Extoxnet, T. (1999). "DDT. Extension Toxicology Network." <http://ace.ace.orst.edu/cgi-bin/mfs/01/pips/ddt.htm>." Oregon State University.
- FAO-PNUMA, (1991). "Documentos de Orientación para la Toma de Decisiones. Aldrin, DDT, Dieldrin, Dinoseb y Sales de Dinoseb, Fluoracetamida y HCH (mezcla de isómeros)."
- Fito, R. N., E. Cardo., M. Sala., E. A. Muga., C. Mazón., A. Verdu., M. Kogevinas., O. J. Grimalt., J. Sunyer. (2003). "Breastfeeding, Exposure to Organochlorine Compounds, and Neurodevelopment in Infants." PEDIATRICS **111**(5).

- García, C. M. (1997). "Evaluación de la Contaminación del Suelo por Plaguicidas Organoclorados (Caso de Estudio: Comarca Lagunera). Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Instituto de Recursos Naturales. Montecillo, Estado de México."
- Hoppin, A. J., P. A. Tolbert., A. E. Holly., W. J. Brock., A. S. Korrick., M. L. Altshul., H. R. Zhang. (2000). "Pancreatic Cancer and Serum Organochlorine Levels." Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention **9**: 199 - 205.
- INEGI, (1992). "Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática."
- Jensen, S., G. Eriksson., H. Kylin. (1992). "Atmospheric Pollution by Persistent Organic Compounds: Monitoring With Pine Needles." Chemosphere **24**: 229-245.
- Jurado, G. P. (2004). "Aprovechamiento de Biosólidos como Abonos Orgánicos en Pastizales Áridos y Semiáridos." Tec Pecu Méx: 379-395.
- Longnecker, M. P., W. J. Rogan., G. Lucier. (1997). "The Human Health Effects of DDT (dichlorodiphenyltrichloroethane) and PCBS (polychlorinated biphenyls) and an Overview of Organochlorines in Public Health." Annu. Rev. Public Health **18**: 211-244.
- Luévano, F. S., P. Farias., M. Hernández., R. P. Riquer. (2003). "Concentraciones de DDT/DDE y Riesgo de Hipospadias. Un Estudio Piloto de Casos y Controles." Salud Publica de México **45**(006): 431 - 438.

- Mary, S., A. J. Zeleniuch., N. Dubin. (2000). "El riesgo de Cáncer de Pecho en la Exposición a Organoclorados." Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention **9**: 271-277.
- Moysich, K. B., P. G. Shields., J. L. FreudenheimL., E. F. Schisterman., J. E. Vena., P. Kostyniak. (1999). "Polychlorinated Biphenyls, Cytochrome P4501A1 Polymorphism, and Postmenopausal Breast Cancer Risk." Cancer Epidemiol Biomarkers Prev **8**: 41-4.
- OMS, (1992). Organización Mundial de la Salud. "Consecuencias Sanitarias del Empleo de Plaguicidas en la Agricultura." Ginebra, Suiza: 128.
- Ortiz, D. M., L. Yáñez., F. D. Barriga. (2000). "Comportamiento Ambiental del DDT y de la Deltametrina." Laboratorio de Toxicología Ambiental.: 1 - 39.
- Ottaviani, M. (1991). "Hygienic, Technical and Legislative Aspects of Agricultural Sewage Sludge Usage." Acta Chim. Hung **128**(4 - 5): 535-543.
- Plenecassagne, A., F. E. Romero., B. C. López. (1997). "Métodos de Análisis. Suelos, Aguas, Plantas". Imp. en México. INIFAP-ORSTOM.
- Quinteiro, R. M. P., C. L. M. Andrade., V. E. De Blas. (1998). "Efecto de la Adición de un Lodo Residual sobre las Propiedades del Suelo: Experiencias de Campo." Edafología **5**: 1 - 10.
- Rehana, T y R. P. Rao. (1992). "Effect of DDT on the Immune System in Swiss Albino Mice During Adult and Perinatal Exposure: Humoral Responses." Bull Environ Contam Toxicol **48**: 535-540.
- Richards, L. A. (1973). "Diagnóstico y Rehabilitacion de Suelos Salinos y Sódicos." Editorial Limusa, S.A Sexta Edición: 86 - 87.

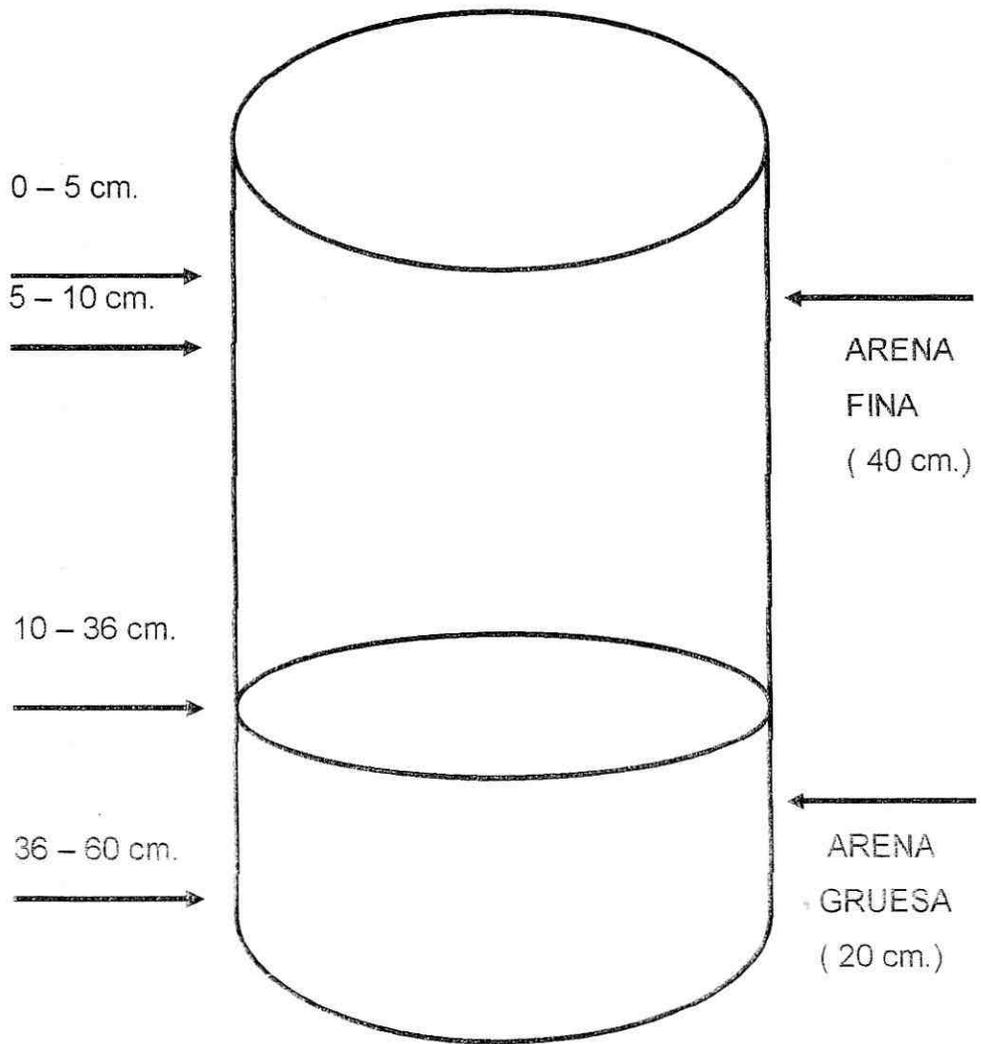
- Ritter, L., K. R. Solomon., J. Forget., M. Stemeroff., C. O. Leary. (1995). "Persistent Organic Pollutants. An Assessment Report on: DDT, Aldrin, Dieldrin, Endrin, Chlordane, Heptachlor, Hexachlorobenzene, Mirex, Toxaphene, Polychlorinated Biphenyls, Dioxins and Furans." International Program on Chemical Safety **24**.
- Rutherford, B. (1996). "Toxic Chemicals and the Ramsar Convention. 6th. Meeting of the Conference of the Contracting Parties. Brisbane, Australia."
- Safe, S. H. (2000). "Endocrine Disruptors and Human Health—Is There a Problem? An Update." Environ Health Perspect **108**: 487–493.
- Sala, M. R., R. D. Lara., S. E. Ghisolfi., V. L. Portela., D. R. Dias., O. D. Souza: (2003). "Neuropsychiatric Evaluation in Subjects Chronically Exposed to Organophosphate Pesticides." Toxicological Sciences **72**(12): 267 - 271.
- Schmidt, R. H. y E. J. Arid. (1989). "The Arid Zones of México: Climatic Extremes and Ceptualization the Sonoran Desert."
- SEMARNAP, (1995). "(Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca)."
- Seoanez, C. M. (1995). " Ingeniería Medioambiental Aplicado a la Industria y a la Empresa." Mundi-prensa.: 34-35.
- Sonnenschein, C y A. M. Soto. (1998). "An Udated Review of Environmental Estrogen and Androgen Mimics and Antagonists." J Steroid Biochem Mol Biol **65**: 143–150.

- Swain, W. R. (1991). "Effects of Organochlorine Chemicals on Reproductive Outcome of Humans who Consumed Contaminated Great Lakes Fish: an Epidemiologic Consideration." J Toxicol Environ Health **33**: 587-639.
- Tester, C. F. (1996). "Organic Amendment Effects on Physical and Chemical Properties of a Sandy Soil." Soil Sci. Soc. Am. J **54**(3): 827-831.
- Uribe, M. H. R (2001). "Uso de Biosólidos para Incrementar la Productividad en Alfalfa. 1." Campo experimental Delicias.
- Velasco, A. V. (1983). "Uso y Manejo del Suelo." Editorial Limusa, S.A Primera Edición: 186 - 188.
- Waliszewski, M. S., A. A. Aguirre., M. R. Infanzon. (2000). "Carry - Over of Persistent Organochlorine Pesticides Through Placenta to Fetus." **42**: 384 - 390.
- Willett, L. B., A. F. Donnell., H. I. Durstl., M. N. Kurz. (1993). "Mechanisms of Movement of Organochlorine Pesticides From Soil to Cows via Forages." Departamento of Dairy Science Ohio Agricultural **76**: 1636-1644.
- Zeng, E. Y., C. C. Yu., K. Tran. (1999). "In Situ Measurements of Chlorinated Hydrocarbons in the Water Column off the Palos Verdes Peninsula, California." Environ Sci Technol **33**: 392 - 398.

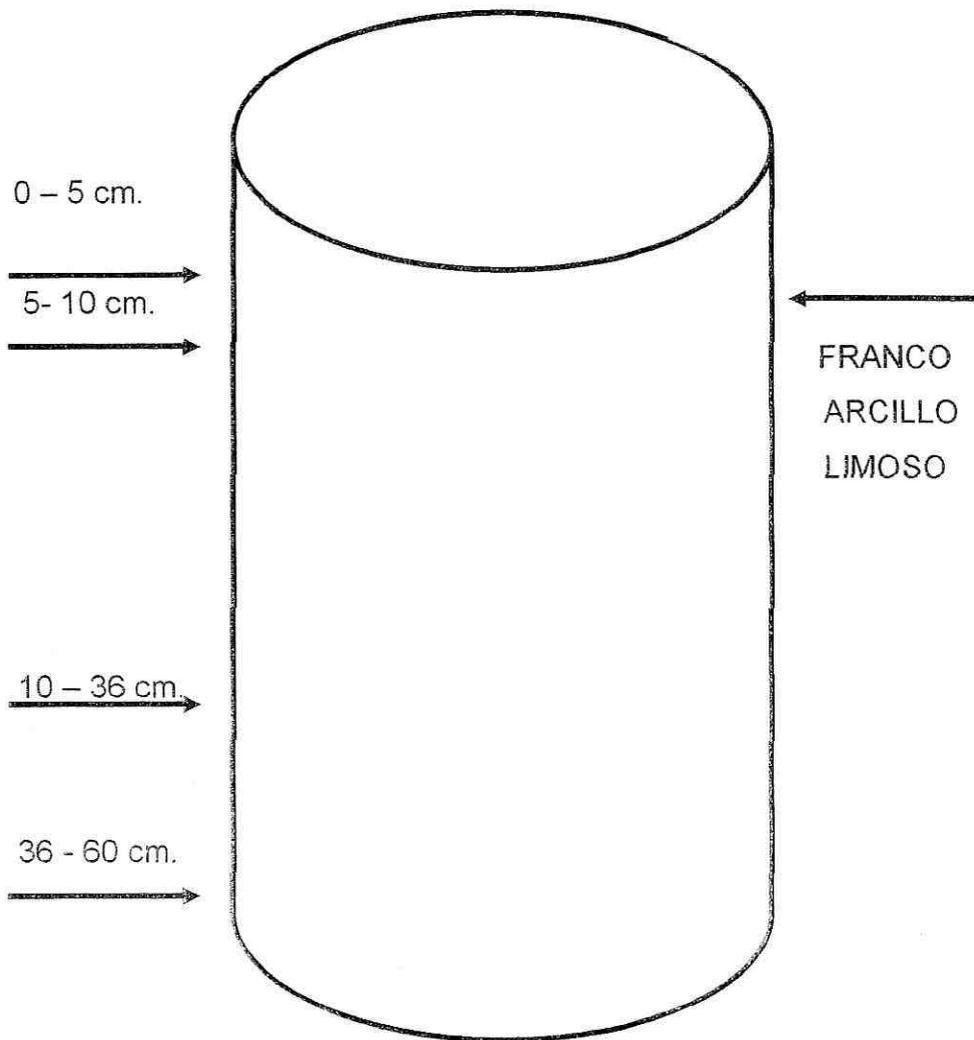
## ANEXO I

Perfiles de los dos tipos de suelo (arena y migajón).

# PERFIL ARENOSO



## PERFIL FRANCO ARCILLO LIMOSO



## **ANEXO II**

Análisis CRETIB de los (lodos).

REGISTRO INTERNO:	1034-001-389-A
ATENCIÓN:	ING. BENITO CASTILLO
No. DE REPORTE:	C 1587/04
FECHA:	03 DE MAYO DE 2004

PAGINA 1/2

---ANEXO I ---  
EVALUACIÓN DE RESULTADOS ANALITICOS  
1) CARACTERIZACIÓN CRETIB

1) CORROSIVIDAD

DETERMINACION	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	ESPECIFICACION
pH	6.53	UNIDADES DE pH	2.0 ----- 12.5

2) REACTIVIDAD

DETERMINACION	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA
SULFUROS	<110.00	mg / kg.	500.00
CIANUROS	<120.00	mg /kg.	250.00
ACIDO	NEGATIVO	---	NEGATIVO
BASE	NEGATIVO	---	NEGATIVO
AGUA	NEGATIVO	---	NEGATIVO

3) TOXICIDAD AL AMBIENTE

CONSTITUYENTES INORGÁNICOS.

DETERMINACION	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA
ARSENICO	0.36 <i>mg/l</i>	mg/L PECT	5.00
BARIO	<1.00	mg/L PECT	100.00
CADMIO	0.12	mg/L PECT	1.00
CROMO HEXAVALENTE	<0.05	mg/L PECT	5.0
MERCURIO	< 0.005	mg/L PECT	0.20
NIQUEL	<0.15	mg/L PECT	5.00
PLATA	<0.10	mg/L PECT	5.00
PLOMO	<0.15	mg/L PECT	5.00
SELENIO	0.064	mg/L PECT	1.00

NOM: 052, 05;  
193

CONSTITUYENTES ORGÁNICOS VOLÁTILES.

DETERMINACION	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA
ACRILONITRILLO	< 1.00	mg/L PECT	5.00
BENCENO	< 0.050	mg/L PECT	0.50
CLOROBENCENO	< 0.210	mg/L PECT	100.00
CLOROFORMO	< 0.105	mg/L PECT	6.00
CLORURO DE METILENO	<0.120	mg/L PECT	8.60
CLORURO DE VINILO	< 0.030	mg/L PECT	0.20
1,1-DICLOROETILENO	< 0.245	mg/L PECT	0.70
1,2-DICLOROETANO	< 0.120	mg/L PECT	0.50
1,1,2,2-TETRACLOROETANO	< 0.315	mg/L PECT	1.30
BISULFURO DE CARBONO	< 0.225	mg/L PECT	14.40
ISOBUTANOL	< 3.670	mg/L PECT	36.00
METIL ETIL CETONA	< 1.205	mg/L PECT	200.0
1,1,1-TRICLOROETANO	< 0.110	mg/L PECT	30.00
1,1,1,2 TETRACLOROETANO	< 0.225	mg/L PECT	10.00
TETRACLORURO DE CARBONO	< 0.110	mg/L PECT	0.50
TOLUENO	< 0.160	mg/L PECT	14.40
1,1,2-TRICLOROETANO	< 0.155	mg/L PECT	1.20
TRICLOROETILENO	< 0.190	mg/L PECT	0.50
TETRACLOROETILENO	< 0.170	mg/L PECT	0.70
1,2-DICLOROBENCENO	< 0.110	mg/L PECT	4.30
1,4-DICLOROBENCENO	< 0.110	mg/L PECT	7.50
HEXACLOROETANO	< 0.105	mg/L PECT	3.00

*(Handwritten signature)*

(+) PARAMETRO FUERA DE ESPECIFICACION

REGISTRO INTERNO:	1034-001-389-A
ATENCION:	ING. BENITO CASTILLO
No. DE REPORTE:	1587/04
FECHA:	03 DE MAYO DE 2004

PAGINA 2/4

2) REACTIVIDAD

COMPUESTO	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	% DESVIACIÓN ESTANDAR RELATIVA (**)	ANALISTA (INICIALES)	FECHA DE ANÁLISIS	METODOLOGIA UTILIZADA
SULFUROS	<110.00(*)	mg/Kg.	0.35	TG	26-ABR-04	USEPA SW 846 USEPA 9034
CIANUROS	<120.00 (*)	mg/Kg.	1.20	TG	26-ABR-04	USEPA SW 846:7.3.3 USEPA 9014
REACTIVIDAD ACIDO	NEGATIVO	---	NO DETERMINADO	TG	22-ABR-04	NOM-052-ECOL/93
REACTIVIDAD BASE	NEGATIVO	---	NO DETERMINADO	TG	22-ABR-04	NOM-052-ECOL/93
REACTIVIDAD AGUA	NEGATIVO	---	NO DETERMINADO	TG	22-ABR-04	NOM-052-ECOL/93

3) TOXICIDAD AL AMBIENTE

CONSTITUYENTES INORGÁNICOS

COMPUESTO	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	% DESVIACIÓN ESTANDAR RELATIVA (**)	ANALISTA (INICIALES)	FECHA DE ANÁLISIS	METODOLOGIA UTILIZADA
ARSENICO	0.36	mg/L PECT	4.63	EC	30-ABR-04	USEPA 7062
BARIO	<1.00(*)	mg/L PECT	1.94	MZ	26-ABR-04	USEPA 7000 B
CADMIO	0.12	mg/L PECT	1.79	MZ	20-ABR-04	USEPA 7000 B
CROMO HEXAVALENTE	<0.05 (*)	mg/L PECT	0.25	TG	20-ABR-04	NMX-AA-44
MERCURIO	< 0.005(*)	mg/L PECT	5.44	EC	29-ABR-04	USEPA 7470 A
NIQUEL	<0.15(*)	mg/L PECT	2.08	MZ	23-ABR-04	USEPA 7000 B
PLATA	<0.10(*)	mg/L PECT	1.76	MZ	23-ABR-04	USEPA 7000 B
PLOMO	<0.15(*)	mg/L PECT	2.95	MZ	26-ABR-04	USEPA 7000 B
SELENIO	0.064	mg/L PECT	2.46	EC	27-ABR-04	USEPA 7742

CONSTITUYENTES ORGÁNICOS VOLÁTILES

COMPUESTO	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	% DESVIACIÓN ESTANDAR RELATIVA (**)	ANALISTA (INICIALES)	FECHA DE ANÁLISIS	METODOLOGIA UTILIZADA
ACRILONITRILLO	< 1.00 (*)	mg/L PECT	13.11	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
BENCENO	< 0.050 (*)	mg/L PECT	2.19	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
CLOROBENCENO	< 0.210 (*)	mg/L PECT	2.75	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
CLOROFORMO	< 0.105 (*)	mg/L PECT	2.33	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
CLORURO DE METILENO	<0.120(*)	mg/L PECT	1.88	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
CLORURO DE VINILO	< 0.030 (*)	mg/L PECT	4.12	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
1,1-DICLOROETILENO	< 0.245 (*)	mg/L PECT	3.59	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
1,2-DICLOROETANO	< 0.120 (*)	mg/L PECT	2.74	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
1,1,2,2-TETRACLOROETANO	< 0.315 (*)	mg/L PECT	4.35	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
BISULFURO DE CARBONO	< 0.225 (*)	mg/L PECT	1.92	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
ISOBUTANOL	< 3.670 (*)	mg/L PECT	8.89	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
METIL ETIL CETONA	< 1.205 (*)	mg/L PECT	7.78	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
1,1,1-TRICLOROETANO	< 0.110(*)	mg/L PECT	2.57	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
1,1,1,2 TETRACLOROETANO	< 0.225 (*)	mg/L PECT	2.66	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
TETRACLORO DE CARBONO	< 0.110 (*)	mg/L PECT	2.30	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
TOLUENO	< 0.160 (*)	mg/L PECT	2.71	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
1,1,2-TRICLOROETANO	< 0.155(*)	mg/L PECT	4.12	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
TRICLOROETILENO	< 0.190 (*)	mg/L PECT	2.69	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
TETRACLOROETILENO	< 0.170 (*)	mg/L PECT	2.85	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
1,2-DICLOROBENCENO	< 0.110 (*)	mg/L PECT	5.05	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
1,4-DICLOROBENCENO	< 0.110 (*)	mg/L PECT	3.87	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B
HEXACLOROETANO	< 0.105(*)	mg/L PECT	3.57	OM	23-ABR-04	USEPA 8260 B

REGISTRO INTERNO:	1034-001-389-A
ATENCIÓN:	ING. BENITO CASTILLO
No. DE REPORTE:	1587/04
FECHA:	03 DE MAYO DE 2004

PAGINA 3/4

CONSTITUYENTES ORGÁNICOS SEMIVOLÁTILES

COMPUESTO	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	% DESVIACIÓN ESTANDAR RELATIVA (**)	ANALISTA (INICIALES)	FECHA DE ANÁLISIS	METODOLOGIA UTILIZADA
NITROBENCENO	< 0.010 (*)	mg/L PECT.	1.64	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
O-CRESOL	<0.010(*)	mg/L PECT.	2.22	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
M-CRESOL y P-CRESOL	<0.020(*)	mg/L PECT.	2.94	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
ÉTER BIS (2 CLOROETILICO)	< 0.010 (*)	mg/L PECT.	3.19	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
PIRIDINA	< 0.025 (*)	mg/L PECT.	6.60	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
2,4 DINITROTOLUENO	< 0.010 (*)	mg/L PECT.	3.19	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
PENTAFLOROFENOL	< 0.100 (*)	mg/L PECT.	8.05	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
2,3,4,6 TETRAFLOROFENOL	< 0.025 (*)	mg/L PECT.	5.36	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
2,4,6 TRICLOROFENOL	< 0.010 (*)	mg/L PECT.	2.62	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
2,4,5 TRICLOROFENOL	< 0.010 (*)	mg/L PECT.	5.70	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
FENOL	< 0.015 (*)	mg/L PECT.	2.74	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
HEXAFLOROBENCENO	< 0.010 (*)	mg/L PECT.	2.91	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D
HEXAFLORO 1,3-BUTADIENO	< 0.015 (*)	mg/L PECT.	1.65	OM	22-ABR-04	USEPA 8270 D

PESTICIDAS ORGANOCORADOS

COMPUESTO	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	% DESVIACIÓN ESTANDAR RELATIVA (**)	ANALISTA (INICIALES)	FECHA DE ANÁLISIS	METODOLOGIA UTILIZADA
CLORDANO	<0.00030(*)	mg/L PECT	1.09	OM	23-ABR-04	USEPA 8081 B
ENDRIN	<0.000060(*)	mg/L PECT	2.12	OM	23-ABR-04	USEPA 8081 B
HEPTACLORO Y SU EPOXIDO	<0.000070(*)	mg/L PECT	1.82	OM	23-ABR-04	USEPA 8081 B
LINDANO	<0.000060(*)	mg/L PECT	2.76	OM	23-ABR-04	USEPA 8081 B
METOXICLORO	<0.0015(*)	mg/L PECT	2.36	OM	23-ABR-04	USEPA 8081 B
TOXAFENO	<0.0065(*)	mg/L PECT	1.82	OM	23-ABR-04	USEPA 8081 B

HERBICIDAS FENOXIACIDOS

COMPUESTO	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	% DESVIACIÓN ESTANDAR RELATIVA (**)	ANALISTA (INICIALES)	FECHA DE ANÁLISIS	METODOLOGIA UTILIZADA
ACIDO 2,4,-DICLORO FENOXIACETICO.	<0.125 (*)	mg/L PECT	5.53	OM	22-ABR-04	USEPA 8321 B
ACIDO 2,4,5,-TRICLORO FENOXIPROPIONICO	<0.130(*)	mg/L PECT	4.98	OM	22-ABR-04	USEPA 8321 B

(&) NOM - 053 - ECOL / 93	% SÓLIDOS: 100
	REACTIVO DE EXTRACCIÓN: I(4.93)
	pH FINAL: 5.49

4) INFLAMABILIDAD

COMPUESTO	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	% DESVIACIÓN ESTANDAR RELATIVA (**)	ANALISTA (INICIALES)	FECHA DE ANÁLISIS	METODOLOGIA UTILIZADA
INFLAMABILIDAD	NO FLAMABLE	N.A	NO DETERMINADA	TG	22-ABR-04	USEPA 1030

- (\*) LIMITE DE CUANTIFICACIÓN, NIVEL MAS BAJO DE LA CURVA DE CALIBRACION DETERMINADO A CONDICIONES OPERATIVAS DEL LABORATORIO CON ESTANDARES ACUOSOS Y CONSIDERANDO EL LIMITE DE DETECCIÓN DEL INSTRUMENTO, EL LIMITE DE DETECCIÓN DEL METODO Y EL TRATAMIENTO (DILUCIÓN O CONCENTRACIÓN DE LA MUESTRA SIN CONSIDERAR EL EFECTO DE LA MATRIZ)
- (\*\*) VALOR MEDIO OBTENIDO EN TODO EL RANGO DE TRABAJO (VALOR EN %), VALOR EN EL EDTA
- (\*\*\*) VALOR OBTENIDO A PARTIR DE TRES LECTURAS EN LA MUESTRA (VALOR EN %)
- (PECT) PRODUCTO DE EXTRACTO DE COMPUESTOS TOXICOS

*R. O.*

REGISTRO INTERNO:	1034-001-389-A
ATENCIÓN:	ING. BENITO CASTILLO
No. DE REPORTE:	C'1587/04
FECHA:	03 DE MAYO DE 2004

PAGINA 1/2

---ANEXO I ---  
EVALUACIÓN DE RESULTADOS ANALITICOS  
I) CARACTERIZACIÓN CRETIB

1) CORROSIVIDAD

DETERMINACION	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	ESPECIFICACION
pH	6.53	UNIDADES DE pH	2.0 ----- 12.5

2) REACTIVIDAD

DETERMINACION	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA
SULFUROS	<110.00	mg / kg.	500.00
CIANUROS	<120.00	mg / kg.	250.00
ACIDO	NEGATIVO	---	NEGATIVO
BASE	NEGATIVO	---	NEGATIVO
AGUA	NEGATIVO	---	NEGATIVO

3) TOXICIDAD AL AMBIENTE

CONSTITUYENTES INORGANICOS.

DETERMINACION	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA
ARSENICO	0.36	mg/L PECT	5.00
BARIO	<1.00	mg/L PECT	100.00
CADMIO	0.12	mg/L PECT	1.00
CROMO HEXAVALENTE	<0.05	mg/L PECT	5.0
MERCURIO	< 0.005	mg/L PECT	0.20
NIQUEL	<0.15	mg/L PECT	5.00
PLATA	<0.10	mg/L PECT	5.00
PLOMO	<0.15	mg/L PECT	5.00
SELENIO	0.064	mg/L PECT	1.00

CONSTITUYENTES ORGANICOS VOLATILES.

DETERMINACION	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA
ACRILONITRILO	< 1.00	mg/L PECT	5.00
BENCENO	< 0.050	mg/L PECT	0.50
CLOROBENCENO	< 0.210	mg/L PECT	100.00
CLOROFORMO	< 0.105	mg/L PECT	6.00
CLORURO DE METILENO	<0.120	mg/L PECT	3.60
CLORURO DE VINILO	< 0.030	mg/L PECT	0.20
1,1-DICLOROETILENO	< 0.245	mg/L PECT	0.70
1,2-DICLOROETANO	< 0.120	mg/L PECT	0.50
1,1,2,2-TETRACLOROETANO	< 0.315	mg/L PECT	1.30
BISULFURO DE CARBONO	< 0.225	mg/L PECT	14.40
ISOBUTANOL	< 3.670	mg/L PECT	36.00
METIL ETIL CETONA	< 1.205	mg/L PECT	200.0
1,1,1-TRICLOROETANO	< 0.110	mg/L PECT	30.00
1,1,1,2 TETRACLOROETANO	< 0.225	mg/L PECT	10.00
TETRACLORURO DE CARBONO	< 0.110	mg/L PECT	0.50
TOLUENO	< 0.160	mg/L PECT	14.40
1,1,2-TRICLOROETANO	< 0.155	mg/L PECT	1.20
TRICLOROETILENO	< 0.190	mg/L PECT	0.50
TETRACLOROETILENO	< 0.170	mg/L PECT	0.70
1,2-DICLOROBENCENO	< 0.110	mg/L PECT	4.30
1,4-DICLOROBENCENO	< 0.110	mg/L PECT	7.50
HEXACLOROETANO	< 0.105	mg/L PECT	3.00

(-) PARAMETRO FUERA DE ESPECIFICACION

REGISTRO INTERNO:	1034-001-389-A
ATENCIÓN:	ING. BENITO CASTILLO
No. DE REPORTE:	C'1587/04
FECHA:	03 DE MAYO DE 2004

PAGINA 2 / 2

CONSTITUYENTES ORGANICOS SEMIVOLATILES.

DETERMINACIÓN	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	CONCENTRACIÓN MÁXIMA PERMITIDA
NITROBENCENO	< 0.010	mg/L PECT.	2.00
O-CRESOL	< 0.010	mg/L PECT.	200.00
M-CRESOL y P-CRESOL	< 0.020	mg/L PECT.	200.00
ÉTER BIS (2 CLOROETILICO)	< 0.010	mg/L PECT.	0.05
PIRIDINA	< 0.025	mg/L PECT.	5.00
2,4 DINITROTOLUENO	< 0.010	mg/L PECT.	0.13
PENTAFLUOROFENOL	< 0.100	mg/L PECT.	100.00
2,3,4,6 TETRAFLUOROFENOL	< 0.025	mg/L PECT.	1.50
2,4,6 TRICLOROFENOL	< 0.010	mg/L PECT.	2.00
2,4,5 TRICLOROFENOL	< 0.010	mg/L PECT.	400.00
FENOL	< 0.015	mg/L PECT.	14.40
HEXAFLUOROBENCENO	< 0.010	mg/L PECT.	0.13
HEXAFLURO 1,3-BUTADIENO	< 0.015	mg/L PECT.	0.50

PESTICIDAS ORGANOCORORADOS

DETERMINACION	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA
CLORDANO	< 0.00030	mg/L PECT	0.030
ENDRIN	< 0.000060	mg/L PECT	0.020
HEPTACLORO Y SU EPOXIDO	< 0.000070	mg/L PECT	0.008
LINDANO	< 0.000060	mg/L PECT	0.400
METOXICLORO	< 0.0015	mg/L PECT	10.00
TOXAFENO	< 0.0065	mg/L PECT	0.50

HERBICIDAS FENOXIACIDOS

DETERMINACION	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	CONCENTRACION MAXIMA PERMITIDA
ACIDO 2,4,-DICLORO FENOXIACETICO.	< 0.125	mg/L PECT	10.00
ACIDO 2,4,5,-TRICLORO FENOXIPROPIONICO	< 0.130	mg/L PECT	1.00

4) INFLAMABILIDAD

COMPUESTO	VALOR OBTENIDO	UNIDADES	CONCENTRACIÓN MINIMA PERMITIDA
INFLAMABILIDAD	NO FLAMABLE	N.A	NO FLAMABLE(*)

(+) PARAMETRO FUERA DE ESPECIFICACION

(\*) REFERENCIA METODO USEPA 1030

REGISTRO INTERNO:	1034-001-389-A
ATENCIÓN:	ING. BENITO CASTILLO
No. DE REPORTE:	1587/04
FECHA:	03 DE MAYO DE 2004

PAGINA 4/4

ESTAMOS A SUS ORDENES PARA CUALQUIER ACLARACIÓN  
ATENAMENTE



LQI LUIS A. DAVILA SALAZAR  
SIGNATARIO AUTORIZADO



Q.F.B. J. EDUARDO CARMONA FERNANDEZ  
SIGNATARIO AUTORIZADO



LOS RESULTADOS CONTENIDOS EN ESTE INFORME SOLO AMPARAN EL MATERIAL SOMETIDO A PRUEBA.  
ESTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE PARCIALMENTE SIN LA APROBACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO.  
LABORATORIO DE PRUEBAS ACREDITADO POR ema CON ACREDITACION NO. FRA-174-023/02

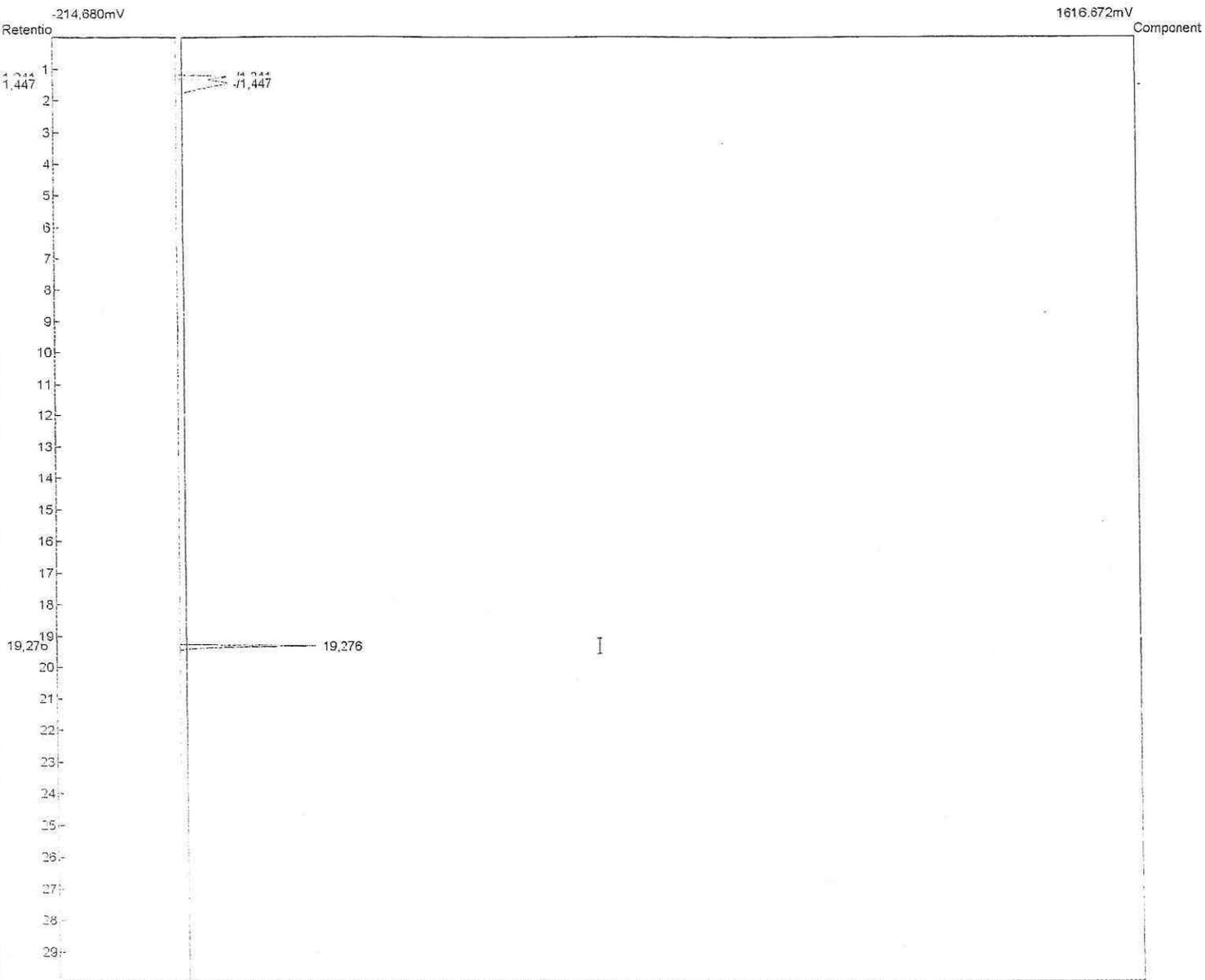
### **ANEXO III**

Cromatogramas de las muestras analizadas comparadas con los cromatogramas de los estándares

Lab name: jorge  
 Client: STD 0.1 ppm PPDE  
 Client ID: STD 0.1 pp  
 Collected: 60-250 OVEN  
 Holding time: iny 220 det 300  
 Analysis date: 05/30/2005 12:23:25  
 Method: Syringe Injection  
 Lab ID: forti mezcla oc  
 Description: HP 5890 ecd  
 Column: db5 30x.25x.25  
 Carrier: HELIUM AT 23 PSI  
 Data file: STD 0.CHR ()  
 Operator:  
 Comments: TYPE YOUR COMMENTS HERE

Temperature program:

Init temp Hold Ramp Final temp



Component	Retention	Area	Height	External	Units
	19,276	893,8053	232,312	0,0000	
		893,8053		0,0000	



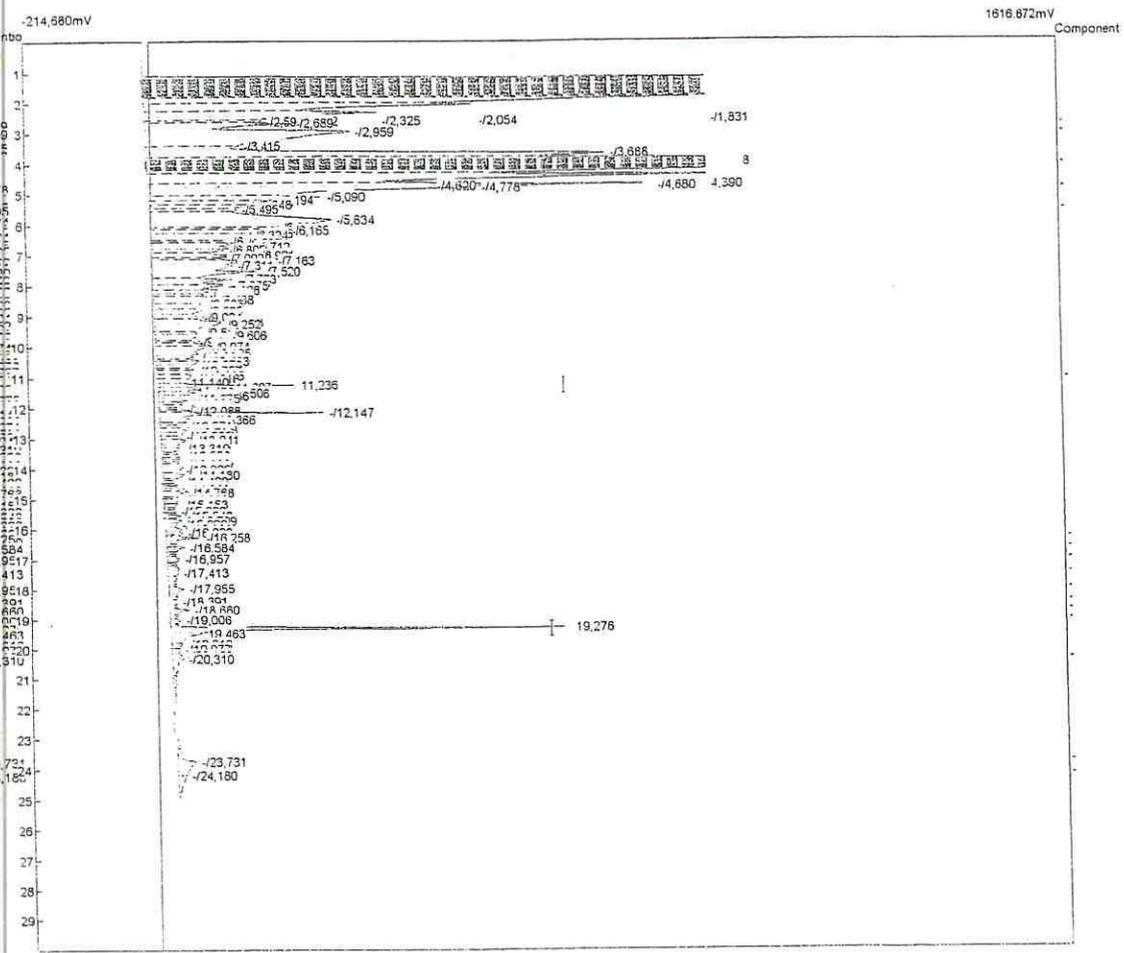
Lab name: carmelita  
 Client: MF2(2)200105  
 Client ID: MF2(2)  
 Collected: 60-250 OVEN  
 Folding time: iny 220 det 300  
 Analysis date: 06/01/2005 15:53:19  
 Method: Syringe Injection  
 Lab ID: forti mezcla oc  
 Description: HP 5890 ecd  
 Column: db5 30x.25x.25  
 Carrier: HELIUM AT 23 PSI  
 Data file: MF2(2)200105.chr ()  
 Operator:

*Duplicate*

Comments: TYPE YOUR COMMENTS HERE

Temperature program:

Temp Hold Ramp Final temp

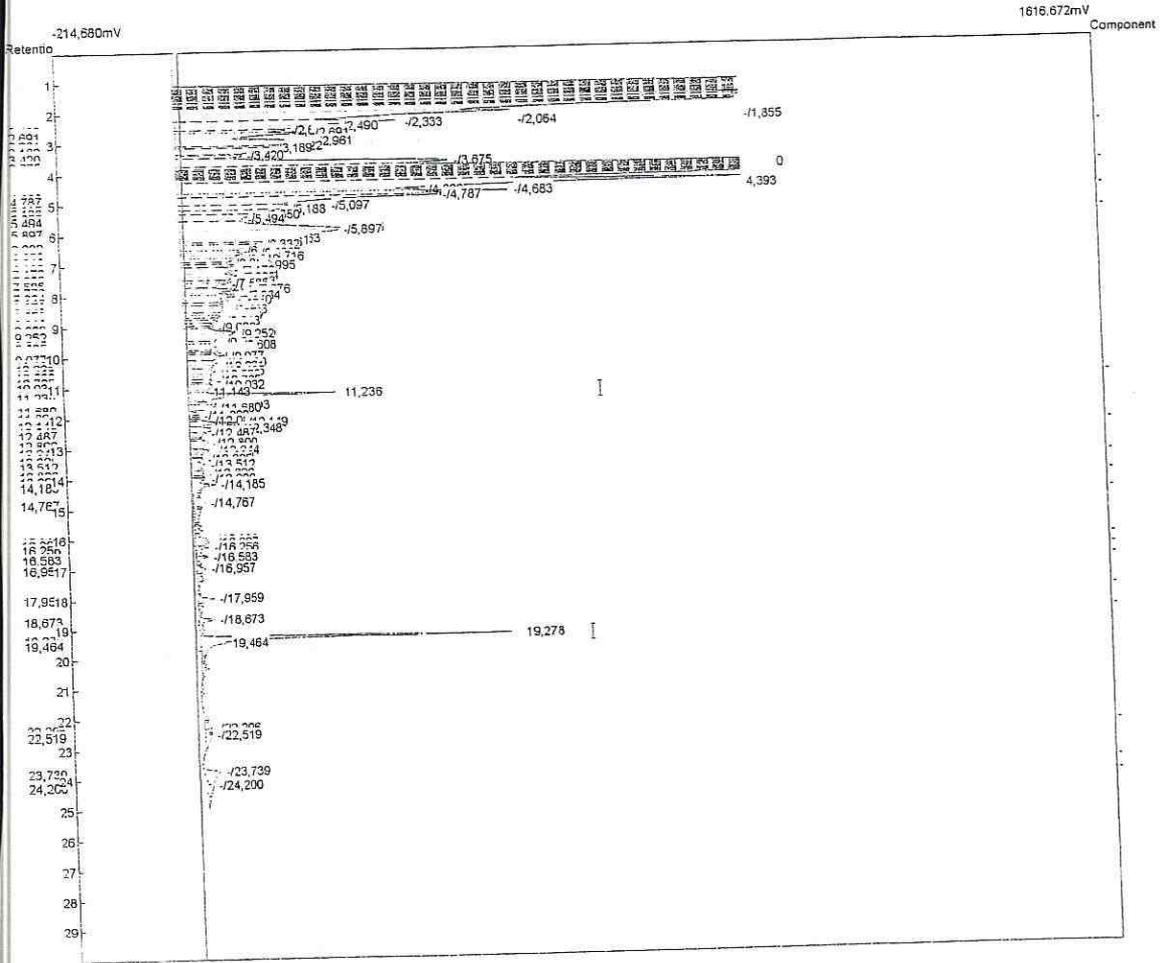


Component	Retention	Area	Height	External	Units
3.916	395.0698	392.971	0.0000		
3.930	297.8813	392.947	0.0000		
3.932	297.8767	392.332	0.0000		
3.937	595.7462	392.332	0.0000		
3.949	397.1803	392.325	0.0000		
3.956	595.7292	392.397	0.0000		
3.965	347.5029	392.381	0.0000		
3.977	546.0745	392.380	0.0000		
3.980	397.1371	392.352	0.0000		
3.986	248.2072	392.341	0.0000		
3.991	297.9469	392.345	0.0000		
4.001	496.4067	392.336	0.0000		
4.005	207.8385	392.306	0.0000		
4.014	744.5968	392.312	0.0000		
4.021	248.1928	392.737	0.0000		
4.028	744.5740	392.787	0.0000		
4.038	148.9123	392.768	0.0000		
4.043	634.9187	392.765	0.0000		
4.053	446.7255	392.746	0.0000		
4.059	198.5434	392.729	0.0000		
4.064	397.0836	392.725	0.0000		
4.069	198.5409	392.711	0.0000		
4.075	496.3452	392.700	0.0000		
4.082	248.1675	392.686	0.0000		
4.085	343.7651	392.688	0.0000		
4.089	446.6381	392.651	0.0000		
4.106	198.5242	392.642	0.0000		
4.111	297.7382	392.633	0.0000		
4.119	397.0448	392.625	0.0000		
4.121	297.7732	392.614	0.0000		
4.127	248.1485	392.599	0.0000		
4.133	496.2992	392.598	0.0000		
4.139	198.5140	392.581	0.0000		
4.143	248.1411	392.580	0.0000		
4.153	395.3670	392.580	0.0000		

Lab name: jorge  
 Client: MT3(1)090305  
 Client ID: MT3(1)  
 Collected: 60-250 OVEN  
 Holding time: iny 220 det 300  
 Analysis date: 06/01/2005 13:07:31  
 Method: Syringe Injection  
 Lab ID: forti mezcla oc  
 Description: HP 5890 ecd  
 Column: db5 30x.25x.25  
 Carrier: HELIUM AT 23 PSI  
 Data file: MT3(1)090305.chr ()  
 Operator:  
 Comments: TYPE YOUR COMMENTS HERE

Temperature program:

Init temp Hold Ramp Final temp

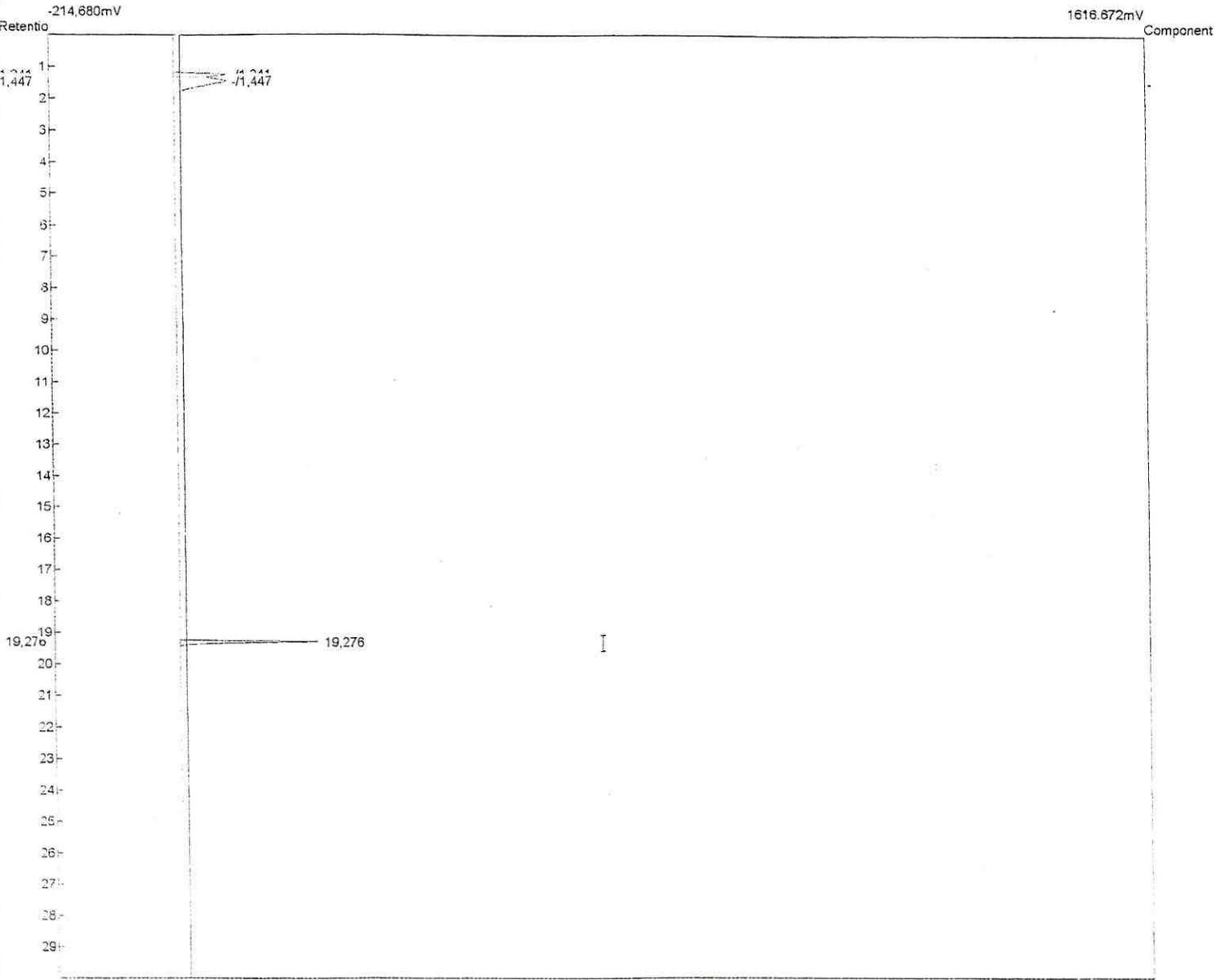


Component	Retention	Area	Height	External Units
3.914	597.3066	995.341	0.0000	
3.917	348.3641	995.328	0.0000	
3.924	447.8976	995.342	0.0000	
3.931	199.0650	995.334	0.0000	
3.934	447.8965	995.332	0.0000	
3.941	298.5943	995.324	0.0000	
3.950	298.1201	995.315	0.0000	
3.954	348.3553	995.311	0.0000	
3.961	298.5897	995.312	0.0000	
3.970	245.3950	995.303	0.0000	
3.986	597.1659	995.296	0.0000	
3.995	796.2174	995.294	0.0000	
4.010	548.9247	995.299	0.0000	
4.014	796.2115	995.275	0.0000	
4.026	348.3395	995.264	0.0000	
4.031	248.8118	995.258	0.0000	
4.040	597.1461	995.258	0.0000	
4.045	298.5709	995.243	0.0000	
4.052	298.5689	995.236	0.0000	
4.058	447.8483	995.223	0.0000	
4.065	497.6014	995.214	0.0000	
4.078	746.3904	995.200	0.0000	
4.087	447.8305	995.197	0.0000	
4.092	597.1022	995.196	0.0000	
4.102	746.3759	995.180	0.0000	
4.115	497.5791	995.170	0.0000	
4.125	398.9530	995.162	0.0000	
4.130	398.9588	995.172	0.0000	
4.135	199.0285	995.163	0.0000	
4.140	497.5700	995.162	0.0000	
4.149	597.0839	995.161	0.0000	
4.160	447.8080	995.150	0.0000	
4.165	248.7806	995.134	0.0000	
4.169	597.0674	995.125	0.0000	

Lab name: jorge  
 Client: STD 0.1 ppm PPDDE  
 Client ID: STD 0.1 pp  
 Collected: 60-250 OVEN  
 Holding time: iny 220 det 300  
 Analysis date: 05/30/2005 12:23:25  
 Method: Syringe Injection  
 Lab ID: forti mezcla oc  
 Description: HP 5890 ecd  
 Column: db5 30x.25x.25  
 Carrier: HELIUM AT 23 PSI  
 Data file: STD 0.CHR ()  
 Operator:  
 Comments: TYPE YOUR COMMENTS HERE

Temperature program:

init temp    Hold       Ramp       Final temp

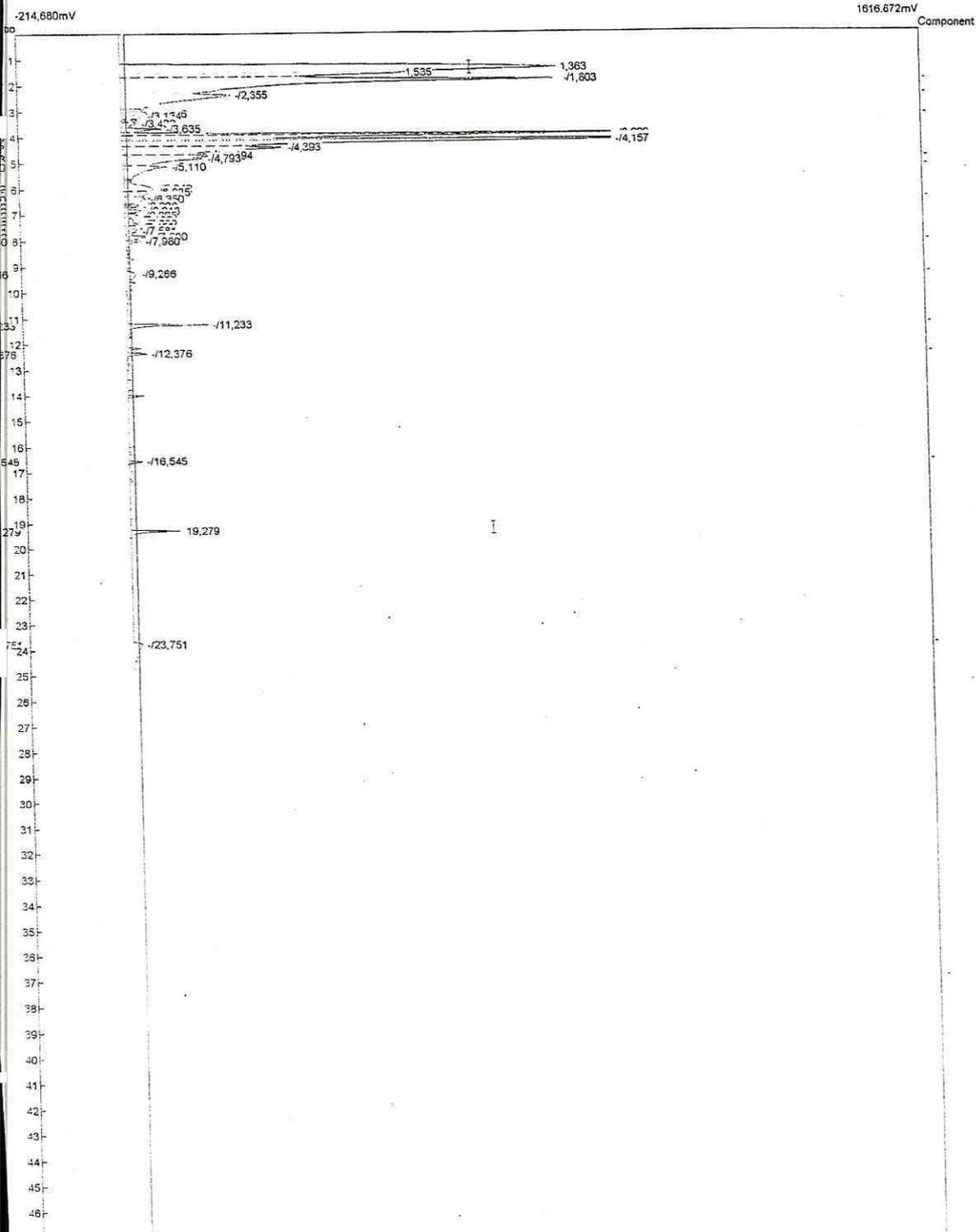


Component	Retention	Area	Height	External	Units
	19.276	893,8053	232,312	0,0000	
		893,8053		0,0000	

Lab name: carmelita  
 Client: Arena b3(1)060205  
 Client ID: Arena b3(1)  
 Collected: 60-250 OVEN  
 Inj time: iny 220 det 300  
 Analysis date: 06/07/2005 17:24:58  
 Method: Syringe Injection  
 Lab ID: UJED  
 Description: HP 5890 ecd  
 Column: db5 30x.25x.25  
 Carrier: HELIUM AT 23 PSI  
 Data file: Arenab3(1)060205.chr ()  
 Operator:  
 Comments: TYPE YOUR COMMENTS HERE

Temperature program:

Temp Hold Ramp Final temp



Component	Retention	Area	Height	External Units
	1.363	14541.0882	888.537	0.0000
	1.535	3891.5895	572.085	0.0000
	19.279	417.7195	98.978	0.0000

Sample: Arena b3(2000205)  
Sample ID: Arena b3(2)  
Oven: 60-250 OVEN  
Injection: iny 220 det 300  
Date: 06/07/2005 18:18:27  
Method: Syringe Injection  
Sample ID: UJED  
Station: HP 5890 ecd  
Column: db5 30x.25x.25  
Carrier: HELIUM AT 23 PSI  
Data file: Arenab3(2)060205.chr ()

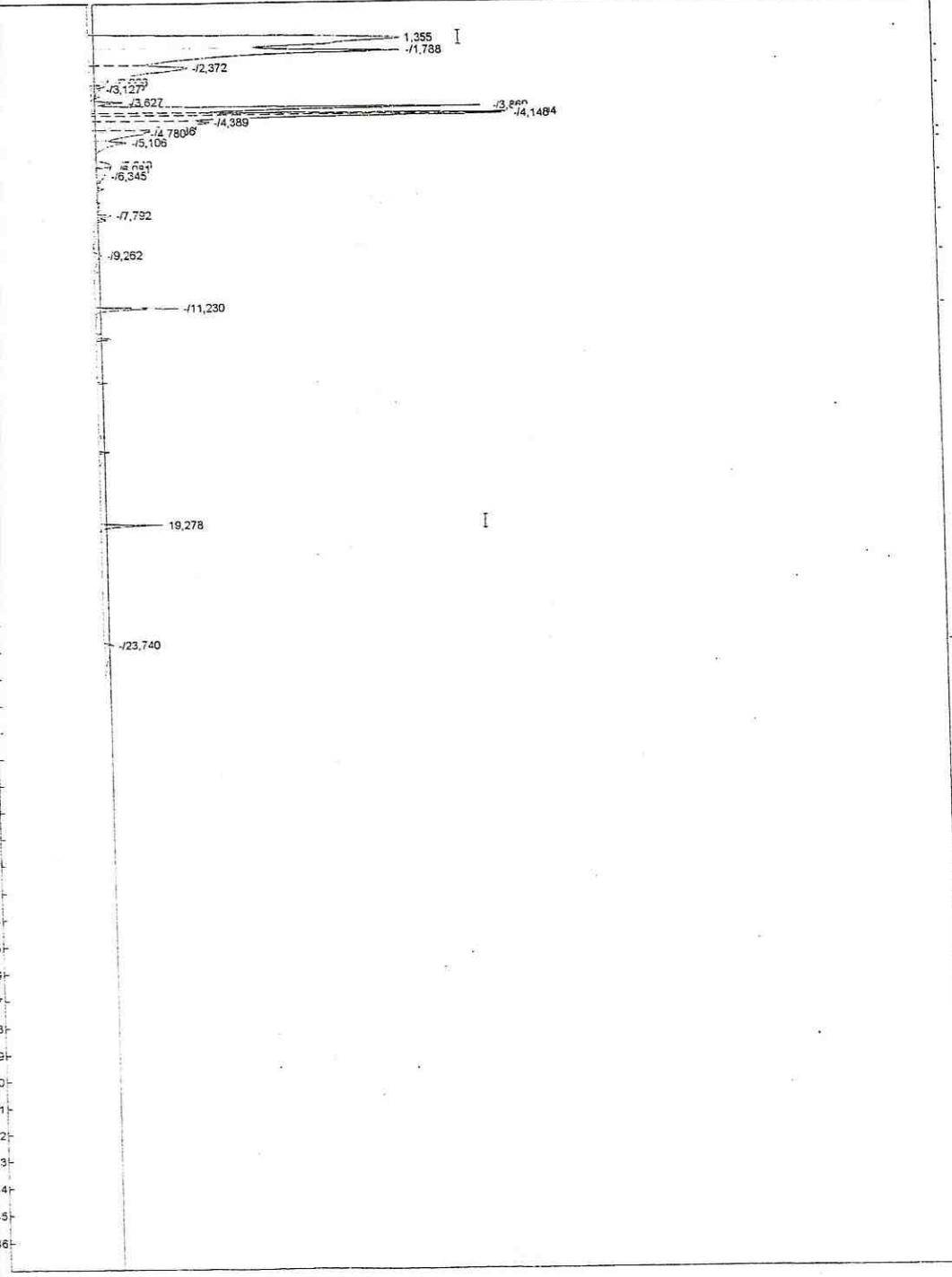
Comments: TYPE YOUR COMMENTS HERE

Injection program:

Hold Ramp Final temp

0.880mV

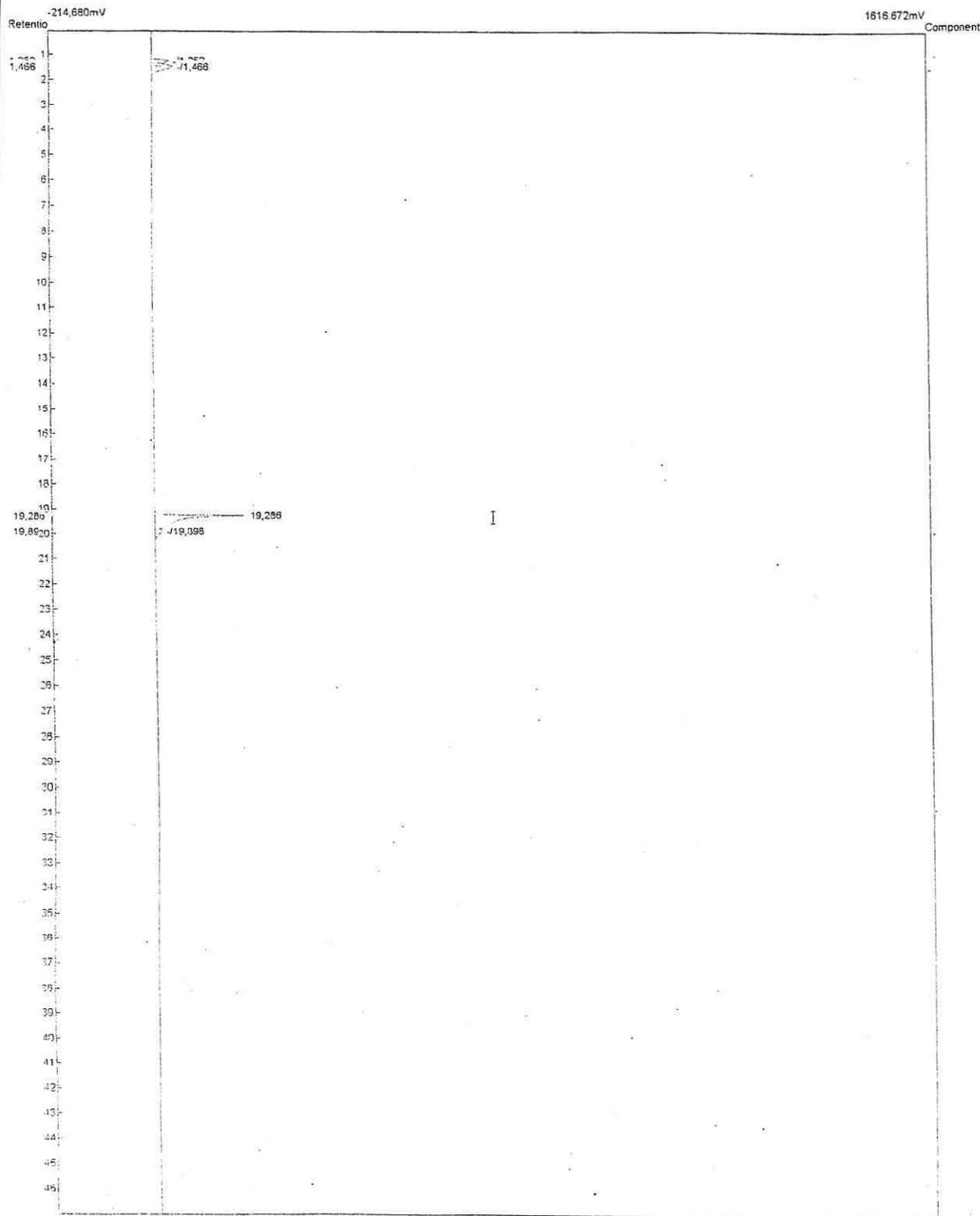
1616.672mV



Lab name: JORGE  
 Client: NEWSTD1 0.1PPDE06  
 Client ID: NEWSTD01 0  
 Collected: 60-250 OVEN  
 Holding time: iny 220 det 300  
 Analysis date: 06/06/2005 15:41:13  
 Method: Syringe Injection  
 Lab ID: UJED  
 Description: HP 5890 ecd  
 Column: db5 30x.25x.25  
 Carrier: HELIUM AT 23 PSI  
 Data file: NEWSTD0.CHR ()  
 Operator:  
 Comments: TYPE YCUR COMMENTS HERE

Temperature program:

Init temp Hold Ramp Final temp

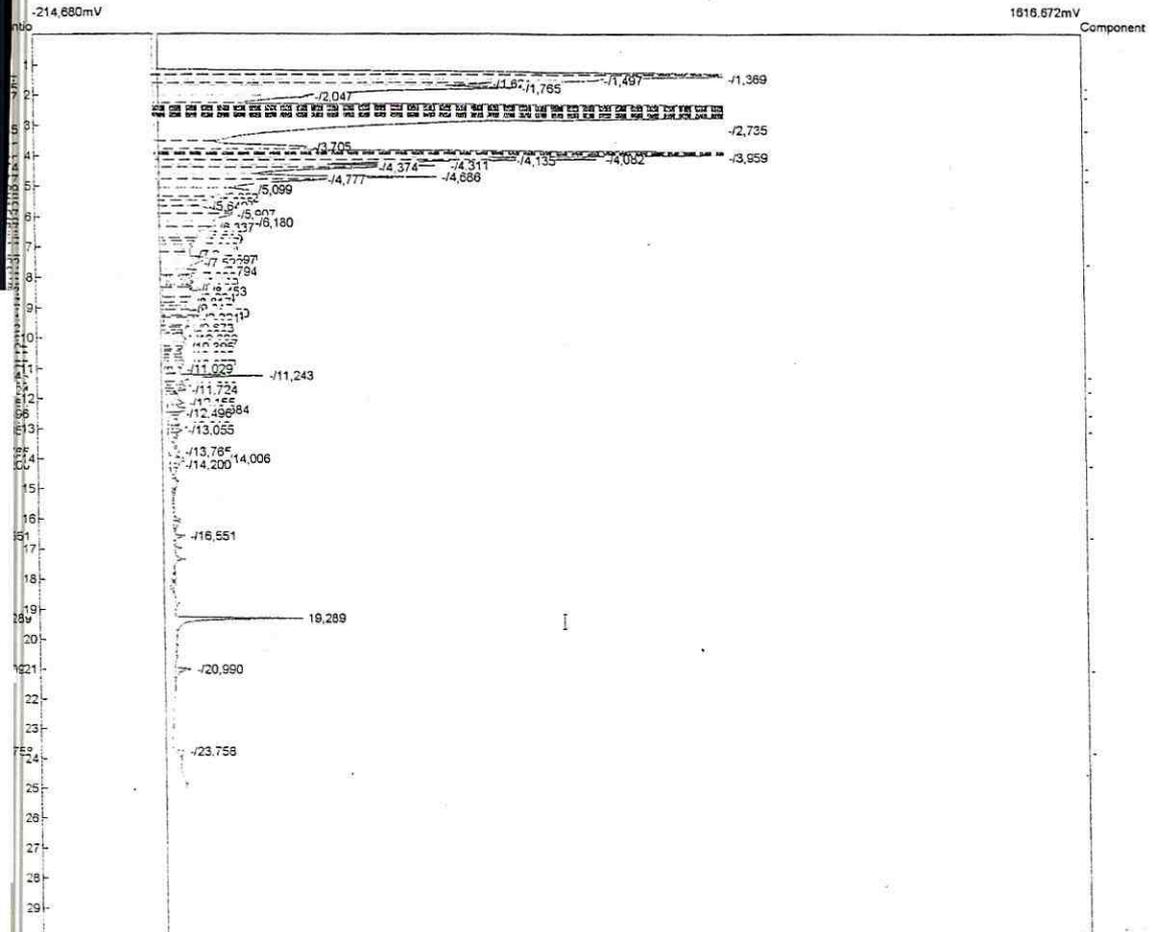


Component	Retention	Area	Height	External Units
	1.466	1860,3998	191,100	0,0000
	19.286	1860,3998	9,0000	

Lab name: carmelita  
 Client: AF1(1)310105  
 Client ID: SUELO  
 Collected: 60-250 OVEN  
 Holding time: iny 220 det 300  
 Analysis date: 05/19/2005 16:37:22  
 Method: Syringe Injection  
 Lab ID: UJED  
 Description: HP 5890 ecd  
 Column: db5 30x.25x.25  
 Carrier: HELIUM AT 23 PSI  
 Data file: AF1(1)310105.chr ()  
 Operator:  
 Comments: TYPE YOUR COMMENTS HERE

Temperature program:

Temp Hold Ramp Final temp

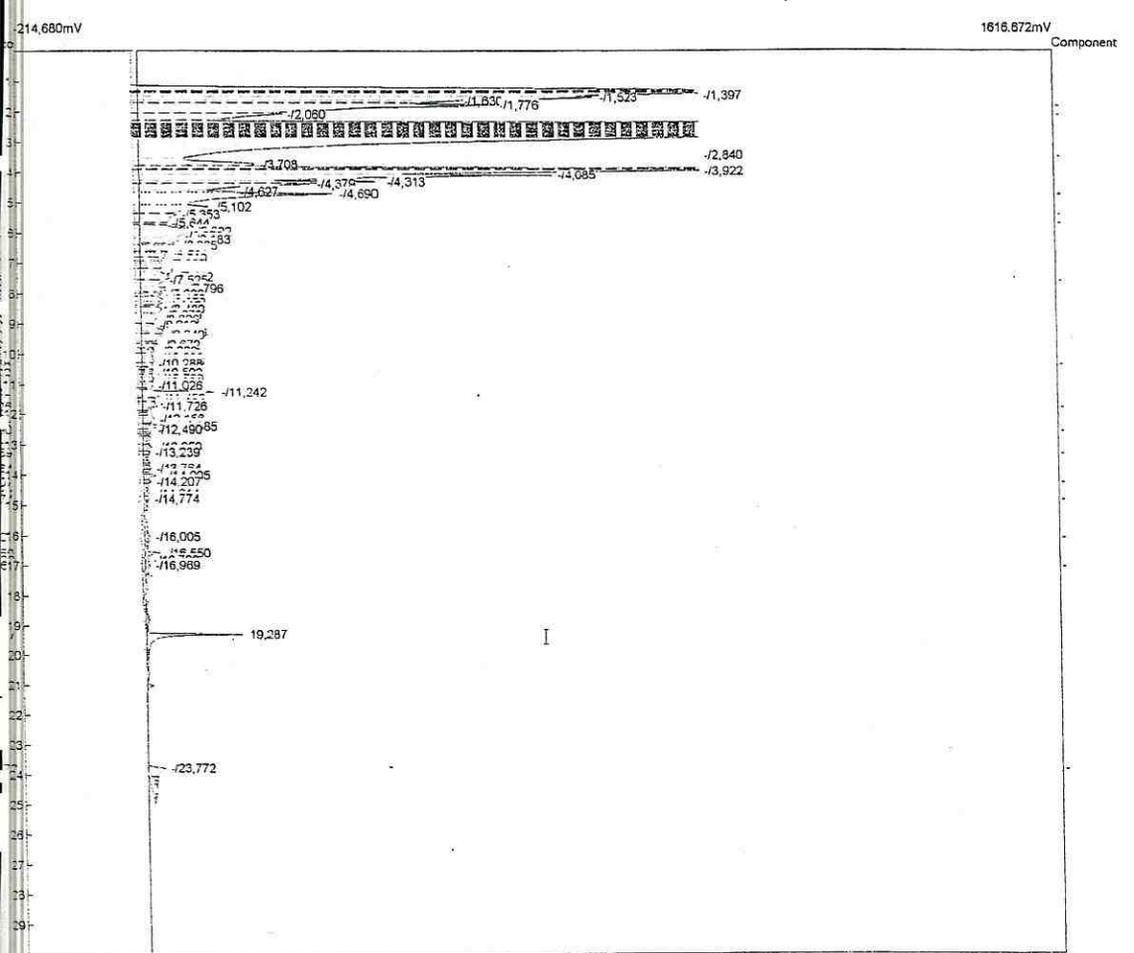


Component	Retention	Area	Height	External Units
	19,289	1018,7139	225,090	0,0000
		1018,7139		0,0000

Lab name: JORGE  
 Client: AF2(1)310105  
 Client ID: AF2(1)  
 Collected: 60-250 OVEN  
 Loading time: iny 220 det 300  
 Analysis date: 05/19/2005 14:40:24  
 Method: Syringe Injection  
 Lab ID: UJED  
 Description: HP 5890 ecd  
 Column: db5 30x.25x.25  
 Carrier: HELIUM AT 23 PSI  
 Data file: AF2(1) 310105.chr ()  
 Operator:  
 Comments: TYPE YOUR COMMENTS HERE

Temperature program:

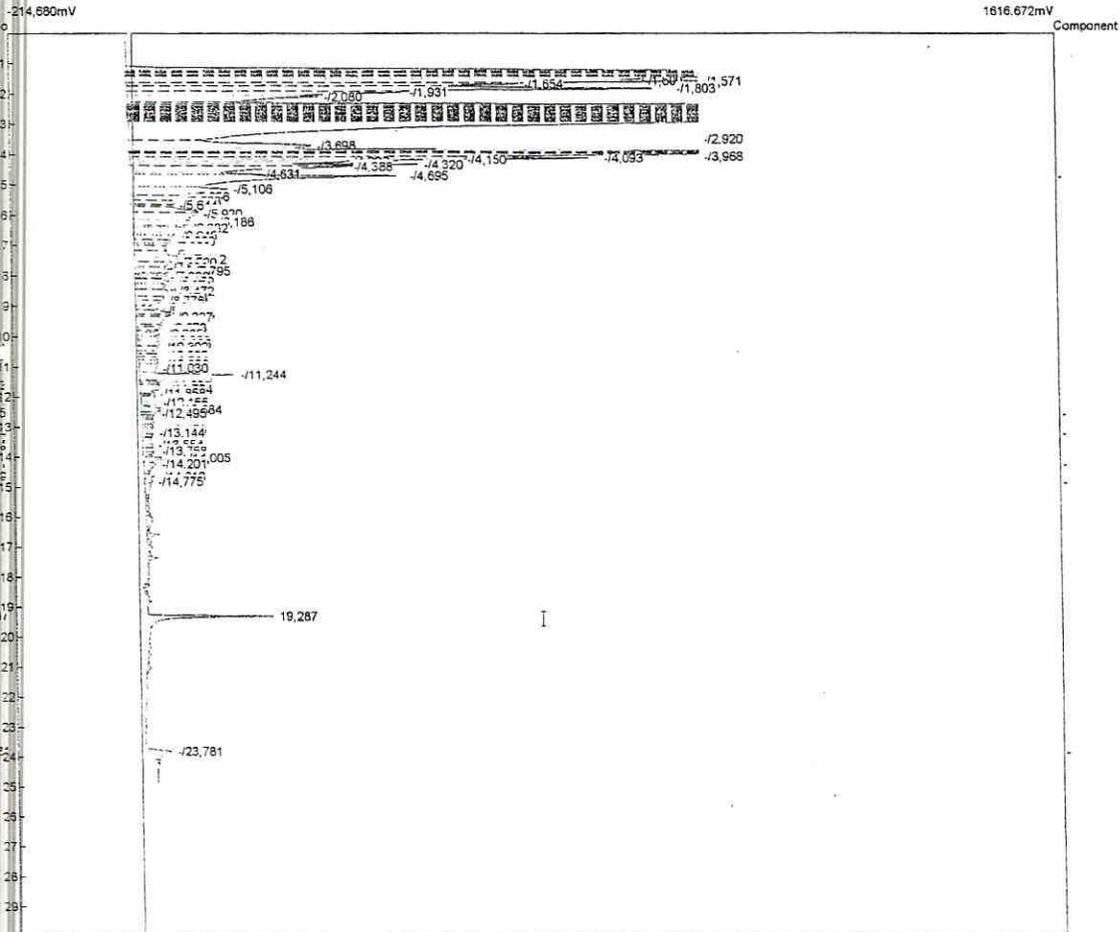
Temp Hold Ramp Final temp



Sample name: JORGE  
 Client: AF2(2)310105  
 Client ID: AF2(2)  
 Collected: 60-250 OVEN  
 Inj time: iny 220 det 300  
 Analysis date: 05/19/2005 15:13:18  
 Method: Syringe Injection  
 Lab ID: UJED  
 Description: HP 5890 ecd  
 Column: db5 30x.25x.25  
 Carrier: HELIUM AT 23 PSI  
 Data file: AF2(2) 310105.chr ()  
 Operator:  
 Comments: TYPE YOUR COMMENTS HERE

Temperature program:

Temp Hold Ramp Final temp



Component	Retention	Area	Height	External	Units
	19.287	964.6055	220.247	0.0000	
		964.6055		0.0000	