



SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN SUPERIOR
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

TRABAJO PROFESIONAL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO BIOQUÍMICO

QUE PRESENTA:

ESTEFANIA CABRERA FLORES

CON EL TEMA:

**“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN
CG-MS PARA LA DETECCIÓN DE PLAGUICIDAS EN
AGUA DE USO Y CONSUMO HUMANO”**

ASESORA:

DRA. ROCÍO MEZA GORDILLO

MEDIANTE:

**OPCIÓN X
MEMORIAS DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS

2015

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	5
CAPÍTULO 2 . JUSTIFICACIÓN	7
CAPÍTULO 3 . OBJETIVOS	9
3.1 Objetivo general	9
3.2 Objetivos específicos	9
CAPÍTULO 4 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE PARTICIPÓ	10
4.1 Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural	10
4.1.1 Misión	10
4.1.2 Visión	10
4.1.3 Valores	10
4.1.4 Política de calidad	10
CAPÍTULO 5 PROBLEMAS A RESOLVER, PRIORIZÁNDOLOS	11
CAPÍTULO 6 ALCANCES Y LIMITACIONES	11
CAPÍTULO 7 FUNDAMENTO TEÓRICO	12
7.1 Plaguicidas	12
7.1.1 Definición	12
7.1.2 Clasificación de plaguicidas	12
7.1.2.1 Toxicidad	12
7.1.2.2 Vida media	13
7.1.2.3 Estructura química	14
7.1.2.4 Uso	17
7.2 Métodos empleados en la detección de plaguicidas	19
7.2.1 Métodos de extracción	19
7.2.1.1 Extracción líquido-líquido	19
7.2.1.1.1 Aplicación	19
7.2.1.2 Extracción ultrasónica	19
7.2.1.2.1 Aplicación	20
7.2.2 Normas que establecen métodos para el análisis y detección de plaguicidas	20
7.2.2.1 EPA EE.UU (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos)	20
7.2.2.1.1 Historia	20
7.2.2.1.2 Métodos	21
7.2.2.2 Normas Oficiales Mexicanas	21
7.2.2.3 Normas Mexicanas	22
7.3 Zonas sujetas a conservación ecológica en el Estado de Chiapas	22
7.3.1 Humedales la Kisst	24
7.3.1.1 Localización geográfica	24
7.3.1.2 Características Naturales	25
7.3.1.3 Flora y Fauna	25

MEMORIA DE RESIDENCIA

7.3.2	Humedales María Eugenia	26
7.3.2.1	Localización Geográfica	26
7.3.2.2	Características Naturales	26
7.3.2.3	Flora y Fauna	27
7.3.3	Humedales la Libertad	27
7.3.3.1	Localización geográfica	27
7.3.3.2	Características Naturales	28
7.3.3.3	Flora y Fauna	28
7.3.4	Sistema Lagunar de Catazajá	29
7.3.4.1	Características y localización geográfica	29
7.3.4.2	Flora y Fauna	30
7.3.5	Humedales costeros de Gancho Murillo	30
7.3.5.1	Localización geográfica	30
7.3.5.2	Características naturales	31
7.3.5.3	Flora y Fauna	32
7.3.6	Cabildo Amatal	32
7.3.6.1	Localización geográfica	32
7.3.6.2	Características Naturales	33
7.3.6.3	Flora y Fauna	34
7.4	Situación en México	34
7.4.1	Situación en el Estado de Chiapas	35
CAPÍTULO 8 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS		38
8.1	Metodología de recolección, conservación y almacenamiento de las muestras	38
8.1.1	Agua	38
8.1.2	Suelos y sedimentos	38
8.2	Puntos de muestreo	39
8.2.1	Humedales La Kisst	39
8.2.2	Humedales María Eugenia	40
8.2.3	Humedal la Libertad	41
8.2.4	Humedales Catazajá	42
8.2.5	Humedales El Gancho Murillo	43
8.2.6	Humedales Cabildo Amatal	44
8.3	Materiales para la elaboración de la metodología	45
8.3.1	Materiales para la extracción líquido-líquido	45
8.3.2	Materiales para la extracción ultrasónica	45
8.3.3	Reactivos	45
8.3.4	Equipos	45
8.4	Metodología para acondicionamiento de materiales	45
8.5	Metodología para la extracción de pesticidas en agua (líquido-líquido)	46
8.6	Metodología para la extracción de pesticidas en suelos y sedimentos (sólido-líquido)	47

CAPÍTULO 9 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	50
CAPÍTULO 10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
CAPÍTULO 11 BIBLIOGRAFÍA	60
CAPÍTULO 12 ANEXOS	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Humedal La Kisst	24
Figura 2. Humedales María Eugenia	26
Figura 3. Humedales la Libertad	28
Figura 4. Sistema lagunar Catazajá	29
Figura 5 Cartel de información Humedales Gancho Murillo	31
Figura 6. Humedales Gancho Murillo	32
Figura 7. Cartel informativo humedal El Cabildo Amatal	33
Figura 8. Humedal El Cabildo Amatal	34
Figura 9. Ubicación de sitios de muestreo en los Humedales de la Kisst	39
Figura 10. Ubicación de los sitios de muestreo en el humedal María Eugenia	40
Figura 11. Ubicación de sitios de muestreo en los humedales La Libertad	41
Figura 12. Ubicación de Sitios de muestreo en los humedales de Catazajá	42
Figura 13. Ubicación de Sitios de muestreo en los humedales de Gancho Murillo	43
Figura 14. Ubicación de Sitios de muestreo en los humedales Cabildo Amatal	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad	13
Tabla 2. Clasificación de los plaguicidas según su vida media de efectividad	13
Tabla 3. Clasificación de los plaguicidas según la familia química	15
Tabla 4. Usos más frecuentes de los plaguicidas	18
Tabla 5. Zonas con mayor uso de plaguicidas en México, 2000	35
Tabla 6. Uso del DDT para el control de paludismo en México, 1988-1999	36
Tabla 7. Distribución de los remanentes de DDT en México en 2000	36
Tabla 8. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los humedales La Kisst	39
Tabla 9. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los humedales María Eugenia	40
Tabla 10. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los Humedales La Libertad	41
Tabla 11. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los humedales de Catazajá	42
Tabla 12. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los humedales El Gancho Murillo	43
Tabla 13. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los humedales	

MEMORIA DE RESIDENCIA

de Cabildo Amatal _____	44
Tabla 14. Resultados de las muestras de agua analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en el municipio de San Cristóbal de las Casas _____	51
Tabla 15. Resultados de las muestras de sedimentos analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en el municipio de San Cristóbal de las Casas _____	51
Tabla 16. Resultados de las muestra de agua analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en el municipio de Tapachula _____	52
Tabla 17. Resultados de las muestras de sedimentos analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en el municipio de Tapachula _____	53
Tabla 18. Resultados de las muestras de agua analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en los municipios Catazajá y La Libertad _____	55
Tabla 19. Resultados de los compuestos detectados en las muestras de sedimentos analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en los municipios de Catazajá y La Libertad _____	56
Tabla 20. Compuestos detectados en los suelos monitoreados en las diferentes regiones del estado _____	57

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

El Estado de Chiapas se localiza en el sureste de la República Mexicana y representa uno de los patrimonios naturales y culturales más importantes del país. Cuenta con 48 reservas ecológicas Estatales, las cuales presentan animales endémicos y en peligro de extinción. Chiapas ocupa el primer lugar por su contribución en la producción nacional en cultivos como la palma africana (78.9%), el café (42.4%), el plátano (37.1%) y la papaya (22.2%); y el segundo lugar en cacahuete (CONABIO, 2013).

La urbanización y los procesos agrícolas del estado han ocasionado el empobrecimiento de los suelos con el continuo uso de agroquímicos y/o fertilizantes. El control de plagas en las zonas agrícolas aumenta la utilización de plaguicidas, Chiapas ha sido uno de los principales estados con mayor uso de estos productos, las zonas con mayor uso de plaguicidas en la agricultura o con fines sanitarios, durante el 2000, fueron: Sinaloa, Chiapas, Veracruz, Jalisco, Nayarit, Colima, Sonora-Baja California y Tamaulipas. Estos Estados representan alrededor del 70% del consumo de los plaguicidas en el país (García & Rodríguez, 2012). Los plaguicidas son sustancias o mezclas de varias, destinadas a prevenir, destruir, repeler o controlar una plaga. Pueden ser clasificados de acuerdo a su uso, composición química, naturaleza química, acción específica, concentración, formulación, modo de acción, grado de toxicidad y persistencia en el ambiente (Gonzales, y otros, 2010). Estas sustancias representan un riesgo para la salud humana y el ambiente debido a que pueden contaminar suelos, agua, sedimentos y aire; Los plaguicidas llegan a cuerpos de agua por escurrimiento, infiltración y erosión de los suelos, en lugares donde se han aplicado. También pueden movilizarse por transporte atmosférico como por escurrimiento durante lluvias o riego agrícola y, de esta manera, transportarse hacia cuerpos de agua, tanto superficiales como subterráneos hasta contaminar agua y sedimentos (Hernández y Hansen, 2011).

En este trabajo se evaluó la afectación o no de plaguicidas en agua, suelo y sedimento de 6 reservas ecológicas estatales por encontrarse en riesgo por

MEMORIA DE RESIDENCIA

cercanía de zonas agrícolas y/o establecimientos humanos que puedan afectar el ambiente y mantener en conservación el patrimonio ecológico como los animales existentes en esas áreas, debido a la escasa información ambiental de estas zonas y tener un registro de las mismas.

CAPÍTULO 2 . JUSTIFICACIÓN

En el 2000, Chiapas era y posiblemente aún es el segundo estado con mayor uso de plaguicidas y son muy escasos los estudios realizados en Chiapas para evaluar el impacto de los plaguicidas sobre la biodiversidad.

Los humedales son considerados como áreas de comunicación y transición entre los sistemas terrestres y los acuáticos y juegan un papel fundamental en el control de inundaciones. Son también importantes reservorios de agua subterránea que la población utiliza a través de pozos profundos y superficiales. También albergan organismos acuáticos, aves en peligro de extinción y migratorias.

Debido a la escasa información ambiental de muchas de las zonas ecológicas del estado de Chiapas es necesario conocer el estado ambiental en que se encuentran seis áreas sujetas a conservación ecológica las cuales son Humedales La Kisst, Humedales María Eugenia, Humedales La Libertad, Sistema Lagunar de Catazajá, Humedales costeros de Gancho Murillo y el Cabildo Amatal debido a que se tiene dentro de estos ecosistemas un gran número de especies silvestres e inclusive algunas catalogadas como “sujetas a protección especial” en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Además de ser refugios para especies sujetas a una categoría de protección y endémicas como es el caso del Popoyote (*Profundulus hildebrandi*) que se encuentra en los humedales de montaña La Kisst y María Eugenia municipio de San Cristóbal de las Casas, en el Sistema Lagunar de Catazajá en el cual albergan manatíes, especie catalogada como animal en peligro de extinción, de la misma manera los demás humedales tienen un importante número de especies de mamíferos, reptiles, aves y animales acuáticos endémicos o en peligro de extinción. Los seis Humedales se encuentran registrados en el Convenio Ramsar como Humedales Mexicanos con importancia Internacional, por lo cual es fundamental conocer las condiciones ambientales en que se encuentran agua, suelo y sedimentos debido a la situación que prevalece en los sitios de interés, como problemas de contaminación de suelos y agua que se han venido intensificando con el crecimiento de los asentamientos humanos, además del

MEMORIA DE RESIDENCIA

uso, cada vez más frecuente de los agroquímicos como los fertilizantes y los pesticidas, debido al desgaste de las tierras y la propagación de plagas.

Esto beneficiará para obtener un registro importante de las mismas áreas sujetas a conservación ecológica, debido a que la contaminación de plaguicidas en los ecosistemas pueden poner en peligro a todos las especies que habitan este tipo de entorno como a las personas que utilizan el agua como uso doméstico o reservorio de agua, y sentará las bases para futuros estudios en los que se evalúen los efectos en los ecosistemas.

CAPÍTULO 3 . OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar el nivel de contaminación por plaguicidas en agua, suelos y sedimentos de cuerpos de agua en Reservas Ecológicas del Estado de Chiapas.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Distinguir las zonas de colecta de acuerdo a la presencia o no de plaguicidas presentes en suelo.

- ✓ Analizar la relación entre el suelo colectado y la presencia o no de plaguicidas en agua y sedimento de cuerpos de agua cercanos a las zonas de colecta.

CAPÍTULO 4 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA EN QUE PARTICIPÓ

4.1 Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural

4.1.1 Misión

En la dirección de Protección Ambiental somos responsables de proteger el ambiente y los recursos naturales del Estado de Chiapas por medio de acciones y servicios que incluyen programas, evaluaciones, verificaciones, regularizaciones y monitoreo ambiental, atendiendo a los sectores público, privado y social.

4.1.2 Visión

Visión 2004-2014

La sociedad chiapaneca se ha apropiado de valores, hábitos, conductas y actitudes que la hacen participe en la gestión ambiental, sustentada siempre en un marco legal, logrando así que sea eficiente y eficaz con tendencia a adoptar una vida sustentable.

4.1.3 Valores

Con el fin de motivar y lograr la unión del personal del laboratorio se consideran los siguientes valores:

- a) Amabilidad
- b) Confidencialidad
- c) Honestidad
- d) Liderazgo
- e) Respeto

4.1.4 Política de calidad

En la Dirección de Protección Ambiental somos responsables de proteger el ambiente y los recursos naturales del Estado de Chiapas por medio de acciones y servicios que incluyen programas, evaluaciones, verificaciones, regularizaciones y monitoreo ambiental, a través de la mejora continua y la

eficacia del sistema de gestión de calidad atendiendo a los sectores público, privado y social de acuerdo a la norma NMX-CC-9001-IMNC-2008

CAPÍTULO 5 PROBLEMAS A RESOLVER, PRIORIZÁNDOLOS

Conocer las condiciones ambientales en que se encuentran los seis sistemas lagunares (Cabildo Amatal, Gancho Murillo, Humedales de Montaña la Kist, Humedales de Montaña María Eugenia, Sistema Lagunar Catazajá y Humedales la Libertad) del Estado de Chiapas. Debido a que no hay registros de la situación ambiental con respecto a que si han sido o no contaminados con algún tipo de plaguicida, se pretende generar información reciente de estas zonas sujetas a conservación ecológica, realizando muestreos de agua, suelo y sedimentos por tres periodos.

CAPÍTULO 6 ALCANCES Y LIMITACIONES

En este trabajo se realizaron tres monitoreos de seis zonas sujetas a conservación ecológica de agua, suelo y sedimentos de las Reservas Ecológicas; Cabildo Amatal, Gancho Murillo, Humedales de Montaña la Kist, Humedales de Montaña María Eugenia, Sistema Lagunar Catazajá y Humedales la Libertad.

Para la detección de plaguicidas en aguas, suelos y sedimentos (actividad usualmente realizada en el área de toxicología de la SEMAHN) se requiere de un cromatógrafo de gases acoplado a un detector de masas y que se encuentre en condiciones adecuadas para su uso, como mantenimiento preventivo y/o correctivo, recarga de gases y en el caso de las extracciones de solventes con especificaciones muy precisas lo cual tiene un alto valor económico. En este proyecto, el mantenimiento y la compra de algunos solventes retrasaron las extracciones, los muestreos que se encontraban calendarizados y las inyecciones en el cromatógrafo.

CAPÍTULO 7 FUNDAMENTO TEÓRICO

7.1 Plaguicidas

Dado el amplio uso de los plaguicidas, estos ocupan un lugar importante dentro de las sustancias químicas a las que el hombre está expuesto. Los principales usos de los plaguicidas son agrícolas, pecuarios, forestales, industriales, y en salud pública. También tienen uso doméstico, en parques y jardines, hoteles, hospitales, invernaderos, depósitos, medios de transporte, etc. (De Romedi, Nassetta y Córpora, 2011)

7.1.1 Definición

El artículo 2° del Código Internacional de Conducta para la Distribución y Utilización de Plaguicidas de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés) define los plaguicidas como «cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores 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 y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte» (FAO, 1996).

7.1.2 Clasificación de plaguicidas

Los plaguicidas se clasifican en función de algunas de sus características principales, como son la toxicidad, vida media, familia química y su uso.

7.1.2.1 Toxicidad

MEMORIA DE RESIDENCIA

En 1978, la OMS estableció una clasificación basada en su peligrosidad o grado de toxicidad aguda, definida ésta como la capacidad del plaguicida de producir un daño agudo a la salud a través de una o múltiples exposiciones, en un período de tiempo relativamente corto. La dosis letal (DL50) es la cantidad de miligramos de ingrediente activo por kilogramo de peso, requerido para matar al 50% de los animales de laboratorio expuestos.

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas según su toxicidad

Clase	Formulación Líquida* DL50 Aguda		Formulación Sólida* DL50 Aguda	
	Oral	Dermal	Oral	Dermal
IA Productos sumamente peligrosos	Menor de 20	Menor de 40	Menor de 5	Menor de 10
IB Productos muy peligrosos	20 a 200	40 a 400	5 a 50	10 a 100
II Productos moderadamente peligrosos	200 a 2000	400 a 4000	50 a 500	10 a 1000
III Productos pocos peligrosos	Mayor a 3000		Mayor a 2000	

*Estado físico del ingrediente o formulación que se clasifica

7.1.2.2 Vida media

Por su vida media, los plaguicidas se clasifican en permanentes, persistentes, moderadamente persistentes y no persistentes.

Tabla 2. Clasificación de los plaguicidas según su vida media de efectividad (Ramírez y Lacasaña, 2001)

Persistencia*	Vida media**	Ejemplos
No persistente	De días hasta 12 semanas	Malatión, diazinón, carbarilo, diametrin.
Moderadamente persistente	De 1 a 18 meses	Paratión, lannate.
Persistente	De varios meses a 20 años.	DDT, aldrín, dieldrín.
Permanentes	Indefinidamente	Productos hechos a partir de mercurio, plomo y arsénico.

*Capacidad de una sustancia o un compuesto, de permanecer en un sustrato del ambiente en particular, después de que ha cumplido el objetivo por el cual se aplicó.

**Lapso de tiempo necesario para que se degrade la mitad del compuesto o mezcla aplicada.

7.1.2.3 Familia química

En general, se refiere a los plaguicidas desde el punto de vista químico, pues esto permite clasificarlos en diversas familias con un criterio uniforme y puede establecerse correlaciones de estructura-actividad o su toxicidad. Las familias químicas en las cuales se dividen los plaguicidas se representan en la Tabla 3. En este trabajo se hace mención de algunas familias por el daño que provocan a la salud.

Los plaguicidas organoclorados son de bajo costo y amplio espectro, su persistencia va desde moderada a muy persistentes, y sus residuos se encuentran en el ambiente y en los seres vivos. Son liposolubles, solubles en compuestos orgánicos de baja polaridad. Se acumulan en el tejido graso y se metabolizan lentamente. Se caracterizan por tener una estructura cíclica y átomos de cloro; dependiendo de dicha estructura, los pesticidas organoclorados se clasifican en tres grupos principales (Ramírez M. L., 2009).

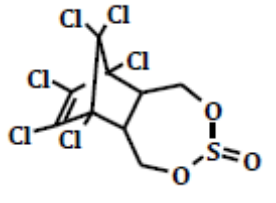
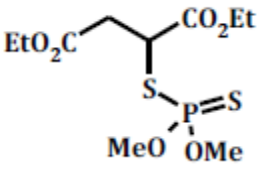
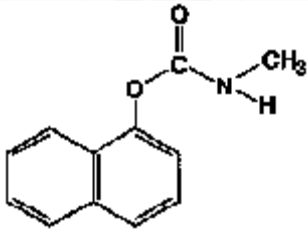
- a. Derivados halogenados de hidrocarburos alicíclicos, como el Lindano.
- b. Derivados halogenados de hidrocarburos aromáticos, como el DDT.
- c. Derivados halogenados de hidrocarburos ciclodiénicos, como el aldrín y el endosulfán.

Los compuestos organofosforados, que son ésteres, amidas o tioles, forman otro grupo. Se descomponen con mayor facilidad y son menos persistentes en el ambiente que los organoclorados, son biodegradables y no se acumulan en el organismo, se han convertido en los plaguicidas de mayor uso (Ramírez M. L., 2009). Pertenecen a este grupo el paratión, malatión, diazinón, clorpirifos y el diclorvos (Ramírez y Lacasaña, 2001). Los carbamatos comparten la misma estructura base, son ésteres N-sustituidos del ácido carbámico, las diferencias en la longitud de sus cadenas laterales determinan su toxicidad. Son usados principalmente como insecticidas de amplio espectro. Los tiocarbamatos y

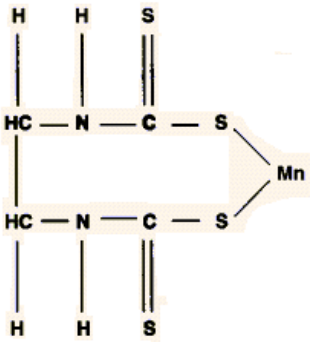
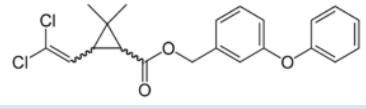
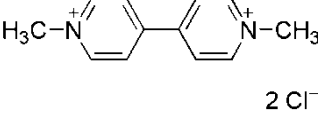
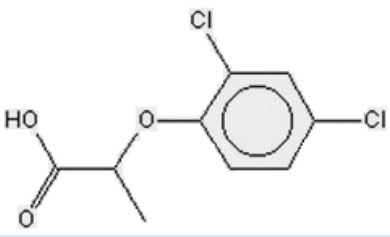
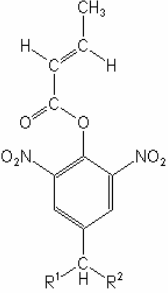
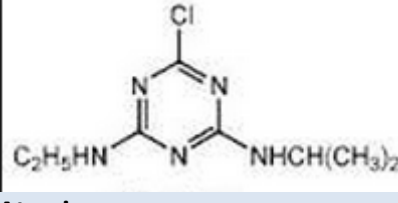
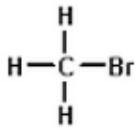
ditiocarbamatos son generalmente insecticidas débiles (Ramírez M. L., 2009)

Las piretrinas son plaguicidas obtenidos por secado, molienda y pulverización de la flor del crisantemo, cuyo polvo contiene de 1 al 3% del principio activo. Las principales piretrinas son las cinerinas I y II, las jasmolinas I y II y las piretrinas, consideradas estas ultimas como las de efecto más potente. Los piretroides son piretrinas sintéticas que surgen en los años cincuenta y se consideran más efectivas. Todos son metabolizados por hidrolisis, oxidación y conjugación con poca tendencia a acumularse en los tejidos, además son rápidamente degradados en el ambiente, pues aunque se absorben masivamente por el suelo, se eliminan fácilmente con el agua (Ramírez y Lacasaña, 2001).

Tabla 3. Clasificación de los plaguicidas según la familia química (Ramírez y Lacasaña, 2001)

Estructura de un compuesto	Familia química	Ejemplos
 <p>Endosulfán</p>	Organoclorados	DDT, aldrín, endosulfán, endrín.
 <p>Malatión</p>	Organofosforados	Bromophos, diclorvos, malatión.
 <p>Carbaryl</p>	Carbamatos	Carbaryl, methomyl, propoxur.

MEMORIA DE RESIDENCIA

 <p>Mancozeb</p>	<p>Tiocarbamatos</p>	<p>Ditlocarbamato, mancozeb, maneb.</p>
 <p>Permetrín</p>	<p>Piretroides</p>	<p>Cypermethrin, fenvalerato, permetrin.</p>
 <p>Paraquat</p>	<p>Derivados bipyridilos</p>	<p>Cloromequat, diquat, paraquat.</p>
 <p>Dicloroprop</p>	<p>Derivados del ácido fenoxiacético</p>	<p>Dicloroprop, piclram, silvex</p>
 <p>Dinocap</p>	<p>Derivados cloronitrofenólicos</p>	<p>DNOC, dinoterb, dinocap</p>
 <p>Atrazina</p>	<p>Derivados de triazinas</p>	<p>Atrazina, ametryn, desmetryn, simazine</p>
 <p>Bromuro de metilo</p>	<p>Compuestos inorgánicos</p>	<p>Pentóxido, de arsénico, cloruro de mercurio, arsenato de plomo, bromuro de metilo, mercurio, selenio, talio y fósforo blanco</p>

 <p>Rotenona</p>	<p>Compuestos de origen botánico</p>	<p>Rotenona, nicotina.</p>
---	---	----------------------------

7.1.2.4 Uso

La agricultura es la actividad que más emplea este tipo de compuestos, consumiendo el 85% de la producción mundial, con el fin de controlar químicamente las diversas plagas que merman la cantidad y calidad de las cosechas de alimentos y de otros vegetales. Un 10% de la producción total de plaguicidas se utiliza en actividades de salud pública para el control de enfermedades transmitidas por vector, como la malaria, la enfermedad de Chagas o el dengue. Además, se usan para el control de roedores, en la potabilización del agua y en la erradicación de cultivos cuyos productos finales sean drogas ilícitas. Se usan también para el control de plagas en grandes estructuras como centros comerciales, edificios, aviones, trenes y barcos. Se aplican en áreas verdes ornamentales y de recreo como parques y jardines, para controlar la proliferación de insectos, hongos y el crecimiento de hierba y maleza. Con el mismo fin, se esparcen a lo largo de autopistas, vías férreas y torres con líneas de corriente de alta tensión. En reservas naturales o artificiales de agua los plaguicidas se emplean para prevenir el crecimiento de hierbas, algas, hongos y bacterias. En la industria se utilizan profusamente en la fabricación de equipos eléctricos, neveras, pinturas, tapices, papel, cartón y materiales para embalaje de alimentos, para evitar en estos productos el desarrollo de bacterias, hongos, algas, levaduras o que sean dañados por plagas de insectos o roedores (Ramírez y Lascasaña, 2001).

MEMORIA DE RESIDENCIA

Tabla 4. Usos más frecuentes de los plaguicidas (Ramírez y Lascasaña, 2001)

Actividad	Uso
Agricultura	Control de las múltiples plagas que afectan las cosechas en cualquiera de sus etapas.
Salud pública	Control de vectores de enfermedades como malaria, dengue, enfermedad de Chagas, oncocercosis, peste, fiebre amarilla, filariasis, tripanosomiasis y esquistosomiasis.
Ganadería y cuidado de animales domésticos	En la desinfección de ganado ovino y de animales domésticos como perros y gatos.
Tratamiento de estructuras	Tratamiento de edificios públicos y privados, oficinas, hospitales, hoteles, cines, teatros, restaurantes, escuelas, supermercados, tiendas de departamentos, instalaciones deportivas, bodegas de almacenamiento de alimentos y en la industria ferroviaria y de navegación marítima y aérea.
Mantenimiento de áreas verdes	Tratamiento de parques, jardines, áreas de recreo, campos de golf y autopistas, vías férreas, andenes, torres con líneas de alta tensión y postes.
Mantenimiento de reservas de agua	Tratamiento de grandes reservas de agua, naturales o artificiales, presas, embalses, diques, depósitos, estanques piscícolas, canales, albercas y piscinas.
Industria	En la fabricación de neveras, equipos eléctricos, pinturas, resinas, pegamentos, pastas, ceras, líquidos limpiametales, tiendas de campaña, velas para navegación, redes para deporte, tapetes, alfombras y tapices, en la industria de la madera, materiales para embalaje de alimentos, cartón y múltiples productos de papel. En la industria de la alimentación, para la preservación de alimentos frescos como carnes, pescados, etc.
Hogar	Incorporados en productos como cosméticos, champús, jabones y repelentes de insectos. Se usan en el lavado y secado de alfombras, en desinfectantes caseros y en productos para el cuidado de mascotas y plantas, además del uso de insecticidas.

7.2 Métodos empleados en la detección de plaguicidas

7.2.1 Métodos de extracción

Una etapa esencial en el proceso de análisis de plaguicidas empleando técnicas de cromatografía, es la extracción de los analitos de interés y para ello es indispensable seleccionar un método apropiado. Se detallan dos métodos de extracción desarrollados en este proyecto.

7.2.1.1 Extracción líquido-líquido

La extracción con disolventes orgánicos, o más comúnmente conocida como extracción líquido-líquido, es una de las técnicas de tratamiento de muestra más ampliamente utilizada para la determinación de plaguicidas en matrices de fluidos debido a su simplicidad puesto que no precisa de ningún tipo de instrumentación compleja. Una de las variables a tener en cuenta en el proceso de extracción es el disolvente orgánico utilizado como extractante. En la selección de éste se han de considerar aspectos como su polaridad, volatilidad y compatibilidad con las técnicas analíticas (Pitarch, 2001). Esta técnica se especifica en el método 3510c de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de America (EPA).

7.2.1.1.1 Aplicación

Este tipo de extracción se utiliza para determinar plaguicidas en agua las cuales puedan ser en muestras de agua potable (Ramos, 2004) y/o muestras de agua ambientales (Castro, 2002) como ríos (Velasco, 2007).

7.2.1.2 Extracción ultrasónica

Esta extracción se basa del método 3550c de la EPA y es utilizado para el desarrollo de este proyecto. Este método describe un procedimiento para la extracción de compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles a partir de los sólidos como los suelos, lodos y desechos. El proceso ultrasónico asegura el contacto directo de la matriz de la muestra con el disolvente de extracción. Se divide en dos procedimientos, basados en la concentración esperada de compuestos orgánicos. El procedimiento de baja concentración, es para compuestos orgánicos esperados a menos de o igual a 20 mg / kg y se utiliza el tamaño de muestra más grande y tres extracciones en serie (las

concentraciones más bajas son más difíciles de extraer). El procedimiento de concentración media alta para compuestos orgánicos previstos mayores de 20 mg/kg se utiliza una muestra más pequeña y una sola extracción (EPA, ,2007).

7.2.1.2.1 Aplicación

Este tipo de extracción es mayormente utilizada para determinar plaguicidas en suelos, como lo menciona Mojica y Guerrero (2010), para identificar diazón, clorpirifos y paratión-etil en suelo agrícola (Raga, Ettiene, Medina, & Pérez, 2011), para la identificación de plaguicidas organoclorados y organofosforados (Mosquera, ,2012) y en sedimentos (IPN, ,2007).

7.2.2 Normas que establecen métodos para el análisis y detección de plaguicidas

Debido a la contaminación generada de residuos o compuestos tóxicos año con año México y otros países han creado normas que indiquen métodos para el uso y manejo de plaguicidas, criterios para su etiquetado y almacenamiento, límites máximos permisibles, y técnicas para detectarlos y cuantificarlos. Algunos de ellos son Codex Alimentarius, Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT), Organización Internacional de Normalización (ISO).

En México existen 2 tipos de normas que rigen los lineamientos para la detección y cuantificación de plaguicidas organoclorados y organofosforados, no hay normas para otro tipo de clasificación de plaguicidas en esa rama las cuales se basan en la EPA Institución de Estados Unidos que trabaja para el cuidado ambiental desde 1970 y México las normas publicadas en el rubro de detección de plaguicidas de carácter obligatorio que tiene son publicadas a partir de 1994.

7.2.2.1 EPA EE.UU (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos)

7.2.2.1.1 Historia

En julio de 1970, la Casa Blanca y el Congreso trabajaron en equipo para establecer la EPA en respuesta a la creciente demanda pública para agua, aire y suelo más limpio. Antes del establecimiento del EPA, el gobierno federal no

estaba estructurado para hacer ataques coordinados contra los agentes contaminadores que dañan la salud humana y degradan el medio ambiente. A la EPA se le asignó la desafiante tarea de reparar el daño ya hecho al medio ambiente natural y el de establecer nuevas normas para guiar a los estadounidenses a hacer realidad el tener un medio ambiente más limpio.

La misión de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos es la encargada de proteger la salud de los humanos y la del medio ambiente.

7.2.2.1.2 Métodos

La Oficina de Prevención, Pesticidas y de Sustancias Tóxicas de la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. regula las sustancias químicas y los plaguicidas para asegurar la protección de la salud humana y del medio ambiente, así como para promover los programas innovadores para prevenir la contaminación. Es la encargada de establecer los métodos para la detección, reconocimiento, manejo y prevención de sustancias tóxicas (en especial plaguicidas).

En este trabajo se utilizan tres métodos:

- Método 3510c. Extracción líquido-líquido por embudo de separación.
- Método 3550c. Extracción ultrasónica.
- Método 8270d. Método para compuestos orgánicos semivolátiles por cromatografía de gases/espectrometría de masas.

7.2.2.2 Normas Oficiales Mexicanas

En México la normalización se plasma en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de carácter obligatorio, elaboradas por dependencias del gobierno federal. Algunas normas que tienen algún procedimiento con los plaguicidas son:

- Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993, Bienes y servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias.
- Norma Oficial Mexicana NOM-042-SSA1-1993, Bienes y servicios. Hielo potable y Hielo purificado. Especificaciones sanitarias.
- Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua

para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Modificación de la norma 22 de Noviembre del 2000.

7.2.2.3 Normas Mexicanas

Las Normas Mexicanas (NMX) son de ámbito primordialmente voluntario, promovidas por la Secretaría de Economía y el sector privado, a través de los Organismos Nacionales de Normalización. Una de las normas con el rubro de plaguicidas es:

- Norma Mexicana NMX-AA-071-SCFI-1981. Análisis de agua.- Determinación de plaguicidas organoclorados. Método de cromatografía de gases. Fue modificada de acuerdo al decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación de fecha 6 de Noviembre de 1992.

7.3 Zonas sujetas a conservación ecológica en el Estado de Chiapas

De acuerdo a la Ley ambiental del Estado de Chiapas publicado mediante Periódico Oficial número 347 de fecha 04 de Enero de 2012, Chiapas tiene 46 áreas naturales protegidas, la cual tiene las siguientes categorías:

- I. Santuarios para la conservación
- II. Zonas sujetas a conservación ecológica
- III. Centros ecológicos recreativos
- IV. Monumento natural
- V. Zonas de preservación ecológica de los centros de población
- VI. Reservas naturales privadas o comunitarias.

En este documento se trabajan con zonas sujetas a conservación ecológica, y de acuerdo al artículo 112 (Ley anteriormente mencionada) las define como: las áreas relevantes a nivel estatal en las que habitan especies de flora y fauna silvestre catalogadas como endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, dentro de uno o varios ecosistemas en buen estado de conservación,

establecidas en zonas circunvecinas a asentamientos humanos, y con capacidad de recarga de mantos acuíferos, destinadas a mantener ambientes naturales indispensables para el bienestar social y los bienes y servicios ambientales.

Chiapas es el segundo estado con mayor biodiversidad en el país y posee un amplio rango de condiciones climáticas, topográficas y de tipo de suelos, que junto con su ubicación geográfica han generado una gran variedad de ecosistemas y con ello una gran riqueza biológica. Las zonas sujetas a conservación ecológica son:

- Rancho Nuevo
- Reserva Biótica Gertrude Duby
- El Canelar
- El Recreo
- Finca Santa Ana
- Laguna Bélgica
- **Humedales El Gancho Murillo**
- **Humedales El Cabildo Amatal**
- Volcán Tacaná
- Cordón Pico El Loro-Paxtal
- **Sistema Lagunar Catzajá**
- **Humedales La Libertad**
- Tzama Cun Pumy
- Cerro Meyapac
- La Pera
- Huitepec Los Alcanfores
- **Humedales de Montaña La Kisst**
- **Humedales de Montaña María Eugenia**

Chiapas cuenta con una vasta diversidad territorial, ecológica y cultural. Es una de las entidades con mayor diversidad y riqueza de recursos naturales en el planeta. Posee 7 de los 9 ecosistemas más representativos en el país y 46 Áreas Naturales Protegidas. Nuestro estado es el 2do. lugar nacional en términos de biodiversidad al poseer 1 de cada 3 especies de anfibios, 1 de

MEMORIA DE RESIDENCIA

cada 4 especies de reptiles, 3 de cada 4 especies de aves, 1 de cada 2 especies de mamíferos y 1 de cada 3 especies de flora que existen en nuestro país. México ocupa el cuarto lugar de los países considerados como mega diversos.

Para este estudio en particular los sitios de interés son Áreas Naturales Protegidas con carácter de Zonas Sujeta a Conservación Ecológica, los Humedales La Kisst, María Eugenia, La Libertad, Catazajá, Cabildo Amatal y El Gancho Murillo. Por lo que solo se abordará información de estas áreas de estudio (información obtenida de la página oficial de la SEMAHN: <http://www.semahn.chiapas.gob.mx/>)

7.3.1 Humedales la Kisst

7.3.1.1 Localización geográfica

El área se localiza en el Estado de Chiapas, en el municipio de San Cristóbal de las Casas este municipio, colinda al norte con el municipio de Chamula al este con el de Huixtán, al oeste con Zinacantán y al sureste con Teopisca; al Suoroeste con Totolapa, Chiapilla y San Lucas.

Específicamente el Humedal La Kisst, se ubica en la porción sur sureste de la ciudad de San Cristóbal de las Casas entre las coordenadas 16° 43' 56.1"N, 92° 38' 45.5"W y 16° 43' 36.1"N, 92° 39' 05"W.

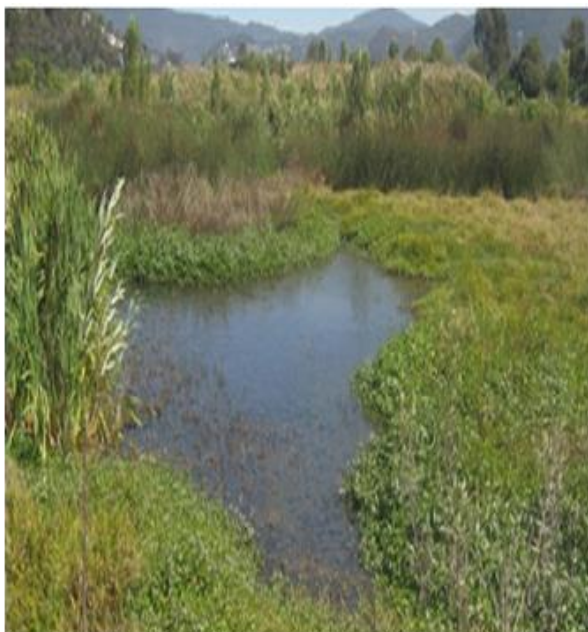


Figura 1. Humedal La Kisst

7.3.1.2 Características Naturales

El humedal forma parte de la subcuenca denominada San Cristóbal, misma que se divide en cuatro sub-cuencas: Chamula, Amarillo, Fogótico, y Sumidero. En cuanto a los humedales, tenemos que estos cubrían muchas de las áreas bajas en el área meridional de la cuenca de San Cristóbal. Los humedales han servido como sistemas de filtración natural para las aguas pluviales que corren por la superficie.

Los humedales de montaña son ecosistemas que de manera natural regulan las condiciones climáticas, controlan inundaciones y sirven como reservorios de agua para consumo humano. Este humedal oxigena el agua subterránea, mantiene los niveles de los mantos freáticos, y funciona como biofiltro de carbono.

7.3.1.3 Flora y Fauna

La vegetación predominante en la zona se compone de pastos y manchones de tulares. La gran importancia de conservar esta zona radica en que provee el 70% del agua potable que se distribuye a los habitantes de la ciudad de San Cristóbal de las Casas, este humedal constituye la zona de distribución de especies de gran importancia ecológica, como son el popoyote o pez escamudo de San Cristóbal (*Profundulus hildebrandi*) especie que se encuentra catalogada en peligro de extinción dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2001 y el topo de San Cristóbal (*Sorex stizodon*) sujeto a protección especial, ambas especies endémicas.

7.3.2 Humedales María Eugenia

7.3.2.1 Localización Geográfica

El área se localiza en el Estado de Chiapas, en el municipio de San Cristóbal de las Casas del mismo modo que el Humedal la Kisst. El humedal se encuentra rodeado de zonas habitacionales que se relacionan con el humedal de forma directa. Limita al Suroeste con el barrio de Santa María Auxiliadora, al Sur con la colonia el Carmen Guadalupe, al Suroriente con la colonia artículo 115 al oriente con la Universidad Intercultural, al nororiente con el fraccionamiento Real del Monte y al Noroeste con el fraccionamiento San Juan de los Lagos.



Figura 2. Humedales María Eugenia

7.3.2.2 Características Naturales

El humedal María Eugenia, se desarrolla en un valle intermontano en una llanura alta con lomeríos intercalados formados por suelos de origen residual que son producto de la degradación de rocas calizas y depósitos aluviales, formación típica del karst, que se extiende en sentido diagonal sobre el valle de Nor-Poniente a Sur-Oriente, presentando un cambio de nivel, por la presencia de los cerros Santa Cruz, Las Calaveras y el de San Cristóbal.

Estos humedales son considerados como áreas de comunicación y transición entre los sistemas terrestres y los acuáticos y juegan un papel fundamental en el control de inundaciones. Son también importantes reservorios de agua subterránea que la población utiliza a través de pozos profundos y superficiales.

7.3.2.3 Flora y Fauna

El área comparte las mismas características de biodiversidad con el humedal de montaña La Kisst destacando la zona de distribución del popoyote o pez escamudo de San Cristóbal (*Profundulus hildebrandi*).

El humedal María Eugenia, se encuentra compuesto en su mayoría por pastos y manchones de tulares, en sus alrededores la vegetación original ha desaparecido para dar paso al establecimiento de centros habitacionales, siendo este humedal uno de los últimos refugios para las especies sujetas a alguna categoría de protección y endémicas con que cuenta el valle de San Cristóbal.

7.3.3 Humedales la Libertad

7.3.3.1 Localización geográfica

El sitio se encuentra en el Estado de Chiapas y se ubica en el municipio de La Libertad, la cual se localiza al noroeste del Estado; el municipio limita al Norte y al Este con el estado de Tabasco, al Sur y Oeste con el municipio de Palenque la principal vía de comunicación es la carretera Palenque – José María Morelos –Libertad- Emiliano Zapata Tabasco.

El polígono corresponde a la declaratoria de área natural protegida con la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica entre las coordenadas 17° 43' 13.2" N, 91° 47' 17.2"W y 17° 34' 56.4"N, 91° 38' 30.6"W.



Figura 3. Humedales la Libertad

7.3.3.2 Características Naturales

Esta área está compuesta por un complejo de lagunas y zonas inundables temporales formadas por el río del mismo nombre y que se extiende a lo largo de 15.96 Km. corre de Sur a Norte, sirviendo de límite natural entre los Estados de Tabasco y Chiapas, y es tributario del río Usumacinta considerado uno de los dos más grandes del Estado. El sitio es un humedal continental de terrenos planos y cenagosos que se hallan sujetos a inundaciones periódicas principalmente por las aguas del Chacamax, en el sitio se desarrolla principalmente los tintales (*Haematoxylom campechianum*) árbol que raramente alcanza los 15 metros de altura, el matorral espinoso y zonas de pastizales, resultado de ampliación de potreros hasta los márgenes del río Chacamax.

7.3.3.3 Flora y Fauna

La vegetación presente se compone de selvas medianas y sabanas; y asociaciones interesantes que se encuentra en sitios periódicos o casi constantemente inundados dentro del área de distribución de selvas altas perennifolias o medianas subperennifolias y subcaducifolias. Destacan algunos manchones de palo de tinto que se caracterizan por ser agrupaciones de *Haematoxylon campechianum*, árbol espinoso de tronco irregular acanalado y

de escasa talla, raramente alcanza los 15 m de altura, bien conocido por el uso de su madera como colorante.

Estudios sobre la avifauna en la región de las lagunas de Catazajá, reportan 99 especies de aves, de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, destacan la cigüeña americana, (*Mycteria americana*), águila canela (*Busarellus nigricollis*), Garza castaña (*Agamia agami*), Jabirú (*Jabiru mycteria*), águila negra menor (*Buteogallus anthracinus*), Pájaro cantil (*Heliornis fulica*) y Périco pechisucio (*Aratinga nana*), Cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), Manatí (*Trichechus manatus manatus*), Tigriillo (*Leopardus wiedii*), Viejo de monte (*Eira barbara*).

7.3.4 Sistema Lagunar de Catazajá

7.3.4.1 Características y localización geográfica



Figura 4. Sistema lagunar Catazajá

Se ubica en el Municipio de Catazajá al noroeste del Estado de Chiapas en la sexta Región Económica (La Selva) perteneciente a la región fisiográfica de la llanura costera del Golfo Sur de México, acotada hacia el noroeste con la provincia de Yucatán y al sur con las Sierras de Chiapas y Guatemala.

Debido a que Catazajá forma parte de la cuenca baja del Usumacinta en el municipio existen dos zonas inundables las cuales se subdividen en dos componentes: 1) la llanura que se inunda estacionalmente, pero que

permanece seca al menos durante una parte del año y 2) las aguas permanentes que quedan en la llanura durante la estación seca.

El sistema lagunar Catazajá desempeña una función importante en la conservación de tres especies en peligro de acuerdo a la NOM-059-ECOL - 2001 y CITES Apéndice I.; el Manatí (*Trichechus manatus*), la nutria (*Lontra*

longicaudis) y el saraguato (*Alouatta pigra*).

7.3.4.2 Flora y Fauna

Catazajá se encuentra ubicado dentro de la provincia fisiográfica de la Costa del Golfo de México con llanuras y declives del Golfo caracterizada por sabanas y selvas altas subdeciduas en las vegas de los ríos. La zona presenta comunidades florísticas de Selva, tanto baja y mediana superennifolia como baja y alta perennifolia, tulares y sabanas, estas últimas predominan en el área siendo la especie más significativa los títales (*Haematoxylon campechianum*).

En cuanto a mamíferos, se han encontrado hasta ahora un total de 10 especies considerados en algún estatus de conservación, entre las que figuran el Manatí (*Trichechus manatus*), la nutria (*Lontra longicaudis*), el saraguato (*Alouatta pigra*), Tayra (*Eira barbara*) y el Oso Hormiguero (*Tamandua mexicana*) de acuerdo a NOM-059-2001.

7.3.5 Humedales costeros de Gancho Murillo

7.3.5.1 Localización geográfica

Las áreas denominadas "El Gancho", "Barra de Cahoacán" y "Murillo" se ubican en la Provincia Fisiográfica de la Planicie Costera del Pacífico, la cual tiene una extensión de más de 280 km de longitud adyacente al litoral pacífico, desde el Estado de Oaxaca en la Laguna conocida como "Mar Muerto" hasta el vecino país de Guatemala.

El humedal se ubica entre los municipios de Suchiate y Tapachula entre las coordenadas 14° 41' 35.3"N, 92° 23' 30.6"W y 14° 32' 08"N, 92° 13' 35.9"W



Figura 5 Cartel de información Humedales Gancho Murillo

7.3.5.2 Características naturales

Presenta una superficie compacta de manglar, tular, selva baja caducifolia, palmar y áreas de vegetación secundaria con diversos grados de desarrollo, formaciones vegetales que mantienen complejas relaciones ecológicas y sustentan una diversidad de los humedales costeros que en su conjunto deben ser sujetos a un proceso de conservación y aprovechamiento sustentable para evitar su extinción.

Esta región se ha conformado superficialmente por los constantes aportes de material dendrítico proveniente de la erosión de la Sierra Madre de Chiapas, siendo constantemente reducida por el drástico oleaje marítimo. Las principales corrientes de aguas superficial que vierten sus caudales a las subcuencas hidrológicas que albergan a la Reserva Estatal “El Gancho Murillo”, es el Río “Cahuacán” y el Río “Suchiate”, los cuales se originan en las áreas de influencia del Volcán “Tacaná” y el Volcán “Tajumulco”, dentro de los límites político-administrativos de los Departamentos de Huehuetenango y San Marcos, República de Guatemala.

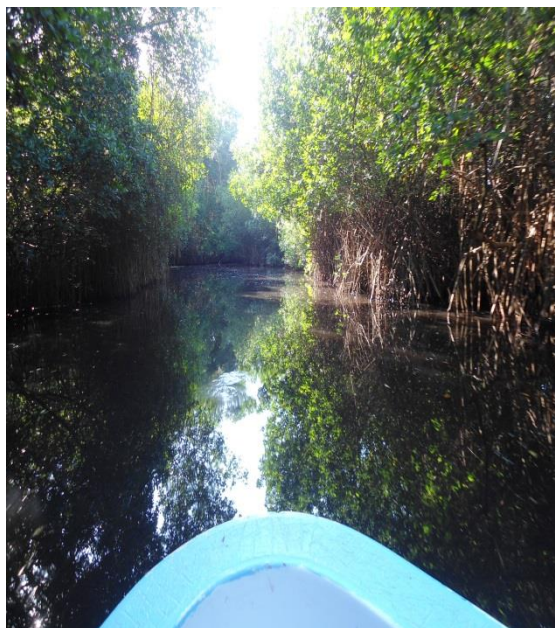


Figura 6. Humedales Gancho Murillo

7.3.5.3 Flora y Fauna

En el área existen especies de flora y fauna catalogadas en peligro de extinción, como el Ocelote (*Felis pardalis*), tigrillo (*Felis wiedii*), tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), y amenazadas como el hormiguero arborícola (*Tamandua mexicana*), raras como el Garzón Cenizo (*Ardea herodias*), y el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), y las sujetas a protección especial como el caimán (*Caiman crocodylus fuscus*), el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), y madre de sal (*Avicennia germinans*). Dichas especies están protegidas por la legislación ambiental mexicana e internacional.

7.3.6 Cabildo Amatal

7.3.6.1 Localización geográfica

El área denominada “El Cabildo Amatal” se encuentra en la Provincia Fisiográfica de la Planicie Costera del Pacífico, la cual tiene una extensión de más de 280 km de longitud adyacente al litoral pacífico, desde el estado de Oaxaca en la Laguna conocida como “Mar Muerto” hasta el vecino país de Guatemala. Estos humedales abarcan la región denominada Laguna Pampa El Cabildo, Los Manglares de Efraín hasta la Laguna El Amatal

El humedal se ubica entre los municipios de Amatán y Tapachula entre las coordenadas 14° 48´ 26.5” N, 92° 29´ 45”W y 14° 43´ 18”N, 92° 25´ 09



Figura 7. Cartel informativo humedal El Cabildo Amatán

7.3.6.2 Características Naturales

El sistema lagunar “El Hueyate-Cabildo-Pozuleos” se caracteriza por contar con lagunas costeras de tamaño muy pequeño donde destacan las pampas, el Cabe, Cabildos y Murillo con una superficie en conjunto de 330 hectáreas donde se pesca especies de escama. El área está caracterizada por relieves planos y semiplanos en donde se asienta vegetación propia de sistemas acuáticos, que toleran zonas temporalmente inundadas o que reciben influencia del mar. El área de estudio, por considerarse en buen estado de conservación, realiza funciones de refugio de flora y fauna silvestres, brinda además una gran variedad de bienes, servicios, usos y funciones de gran valor para la sociedad, como son el actuar como fuente de agua para uso del hombre, sistema de recarga del manto freático, filtro biológico para mejorar la calidad del agua, fuente de energía y barrera de huracanes, así como una importante producción pesquera.

7.3.6.3 Flora y Fauna

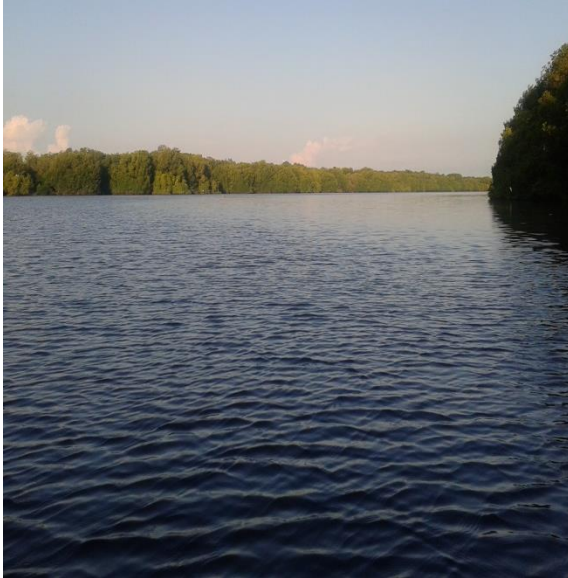


Figura 8. Humedal El Cabildo Amatal

En el área existen especies de flora y fauna catalogadas en peligro de extinción

por la NOM-059-ECOL-2001 y/o citadas en los apéndices I del CITES como el ocelote, el tigrillo, el Leoncillo Nutria. También destacan, la tortuga golfina, la mazacuata, (*Boa constrictor*), el hormiguero arborícola, el mangle rojo, el mangle blanco el caimán, la madre de sal y el botoncillo (*Conocarpus erectus*).

7.4 Situación en México

Con base al documento elaborado por Cristina Cortinas de Nava, Coordinadora Nacional Técnica del Proyecto para Habilitar a México a formular el Plan Nacional de Implementación (PNI) para dar cumplimiento al Convenio de Estocolmo, se dan cita a los siguientes casos evidenciando la existencia de plaguicidas caducados y que son altamente peligrosos, los casos se mencionan a continuación:

- En la bodega del Banco de Crédito Rural del Istmo, en Huixtla, Chiapas, se encontraron 288 toneladas de plaguicidas caducados (9 de Foxim, 141 de Triclorfón, 125 de Disulfotón, 4 de Carbofurán y 9 de Fenamifós), de las cuales 90 fueron retornadas al productor y el resto se enterró en el basurero municipal.
- En el municipio de Rosario, Sinaloa, BANRURAL vendió una bodega que contenía entre 10 y 12 toneladas de BHC caduco, sin que se conozca el destino del producto.

MEMORIA DE RESIDENCIA

- En una bodega de agroquímicos en el Ejido Yago, en el municipio de Santiago Ixcuintla, en Nayarit, desde 1989 están abandonadas más de 4 toneladas de plaguicidas caducados (como Metamidofós y Monocrotofós) reportadas por las autoridades municipales.

En la Región de la Comarca Lagunera existen alrededor de mil toneladas de plaguicidas mezclados y caducos.

- En la pista de aterrizaje de El Riíto, a unos 20 kilómetros de Huatabampo, Sonora, en el exterior del centro de acopio temporal en la pista de fumigación, se encuentran abandonadas desde 1999 varias toneladas de desechos de agroquímicos.

- En el centro de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, se ubica un negocio de fumigaciones y equipo que se estima debe tener por lo menos 1.5 toneladas de diversos productos caducos.

- En Matamoros, Tamaulipas, se encontró en la frontera norte un cementerio con aproximadamente 100,000 litros de paratión metílico.

7.4.1 Situación en el Estado de Chiapas

Con base en el documento elaborado por Cristina Cortinas de Nava antes mencionado se presentan cuadros donde demuestran cómo el estado de Chiapas ha sido afectado por plaguicidas.

Tabla 5. Zonas con mayor uso de plaguicidas en México, 2000

Lugar	Estado o Zona
1	Sinaloa
2	Chiapas
3	Veracruz
4	Jalisco-Nayarit-Colima
5	Sonora-Baja California
6	Tamaulipas
7	Michoacán
8	Tabasco
9	Estado de México
10	Puebla-Oaxaca

MEMORIA DE RESIDENCIA

Tabla 6. Uso del DDT para el control de paludismo en México, 1988-1999

Estado	DDT al 75%, Tons
Chiapas	1,365.305
Oaxaca	1,301.530
Guerrero	1,099.480
Quintana Roo	892.287
Michoacán	797.460
Veracruz	739.510
Sinaloa	668.956
Tabasco	534.962
Campeche	350.238
Puebla	288.360
Morelos	245.230

Tabla 7. Distribución de los remanentes de DDT en México en 2000

Estado	DDT, Tons	% del total
Aguascalientes	0.650	0.75
Coahuila	0.350	0.40
Colima	13.0	15.0
Chiapas	0.2	0.2
Durango	1.5	1.7
Guanajuato	0.420	0.48
Guerrero	3.2	3.7
Hidalgo	1.9	2.2
Jalisco	1.9	2.2
Estado de México	0.065	0.07
Michoacán	5.0	5.8
Morelos	1.0	1.1
Nayarit	0.115	0.13

La Secretaría de Recursos Naturales y Pesca (SERNyP), realizó un diagnóstico en el 2006 a través del proyecto “Diagnóstico del tipo, Consumo y Manejo de Agroquímicos en los municipios de Tapachula, Mazatán y Suchiate” donde se utilizaron una gran diversidad de productos comerciales en la zona. Dentro de los agroquímicos se tienen representados a los herbicidas con un 23%, insecticidas 21%, fungicidas 23%, fertilizantes 20%, insecticidas-nematicidas 8%, inoculantes 4% y fumigantes 1%. Los principales ingredientes activos de

MEMORIA DE RESIDENCIA

mayor uso en la zona son: Paraquat 42%, Glifosato 22%, Metribuzin 12% y Atrazina 11%. En Chiapas el 88% de estos productos son de uso legal y el 12% son restringidos. Entre estos últimos se encuentra el DDT y el Phoxim. Es importante hacer mención del DDT, que es considerado altamente tóxico y su uso legal es restringido, sin embargo es utilizado para el control de plagas de cultivo de cacao en nuestra región (Velasco, 2007).

CAPÍTULO 8 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

8.1 Metodología de recolección, conservación y almacenamiento de las muestras

Para la realización del posicionamiento, en todos los casos se utilizó GPS Germin e-Trex para medir la latitud, longitud y altura de los sitios de muestreo. El muestreo se realizó en el periodo de Enero – Marzo del 2014.

8.1.1 Agua

La metodología utilizada se basa en el Método 3510 de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Para la recolección se tomó la muestra de manera directa con un frasco de 2 L de vidrio, con aluminio o con sello hermético. No se necesita ningún tratamiento especial en campo.

En la conservación de las muestras, éstas se refrigeraron a 4 ± 2 °C desde el momento de su colecta hasta el momento de la extracción. En la colecta se utilizaron hieleras con bolsas de gel refrigerante y hielo.

Las muestras se almacenaron y se extrajeron dentro de los siete días después de ser muestreadas, y se analizaron dentro de los 40 días después de la extracción.

8.1.2 Suelos y sedimentos

La metodología de recolección de suelos fue realizada con el apoyo de una cuchara o espátula de muestreo. En el caso de los sedimentos se realizó con una draga manual. En ambas se utilizaron guantes de nitrilo.

La muestra obtenida de suelo o sedimento se depositó en frascos corning de vidrio con capacidad de 250 mL, con cubierta de aluminio.

En la conservación, almacenamiento y extracción fueron realizados con el mismo método que las muestras de agua.

8.2 Puntos de muestreo

8.2.1 Humedales La Kisst

Tabla 8. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los humedales La Kisst

Identificación del Sitio de Muestreo	Coordenadas	Altura (ASNM)
La Kisst (SMAPA)	53°07'34" N 18°49'60" W	2119
A la altura del Panteón	53°07'21.6" N 18°49'21.6" W	2115
Lago de Chapultepec	53°07'47" N 18°49'77.6" W	2119

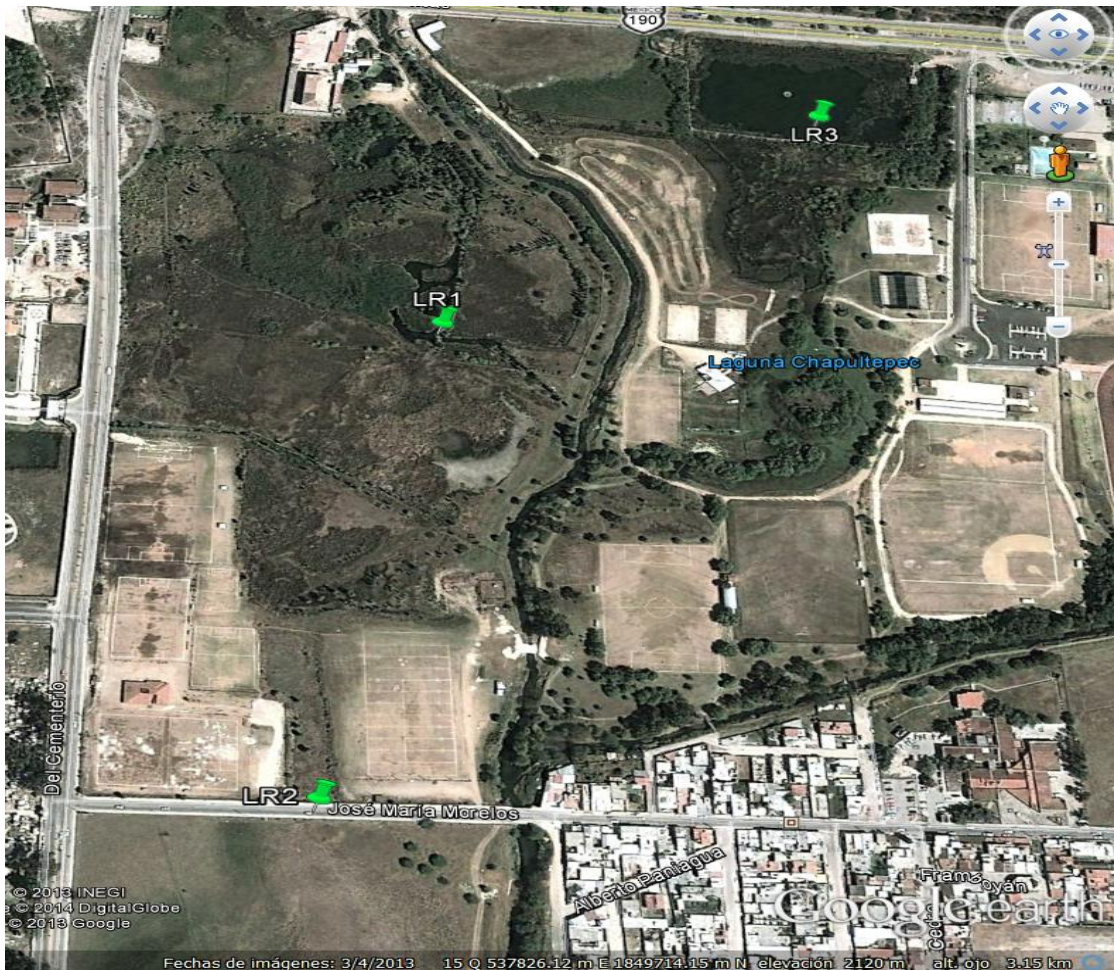


Figura 9. Ubicación de sitios de muestreo en los Humedales de la Kisst

8.2.2 Humedales María Eugenia

Tabla 9. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los humedales María Eugenia

Identificación del Sitio de Muestreo	Coordenadas	Altura (ASNM)
Corral de Piedra	54°18'76" N 18°46'80.2" W	2117
Parque de los humedales	54°07'87" N 18°47'43.6" W	2120
Calle Lira (San Juan de los Lagos).	53°97'85" N 18°48'01.5" W	2120



Figura 10. Ubicación de los sitios de muestreo en el humedal María Eugenia

8.2.3 Humedal la Libertad

Tabla 10. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los Humedales La Libertad

Identificación del Sitio de Muestreo	Coordenadas	Altura (ASNM)
Laguna Chinchil	06°39'49.7" N 19°52'91.2" W	15
Laguna El Mangal	06°40'52.9" N 19°50'93.5" W	16
Ensenada	06°38'68.8" N 19°53'89.4" W	5
La Libertad	06°36'0" N 19°52'91.2" W	16

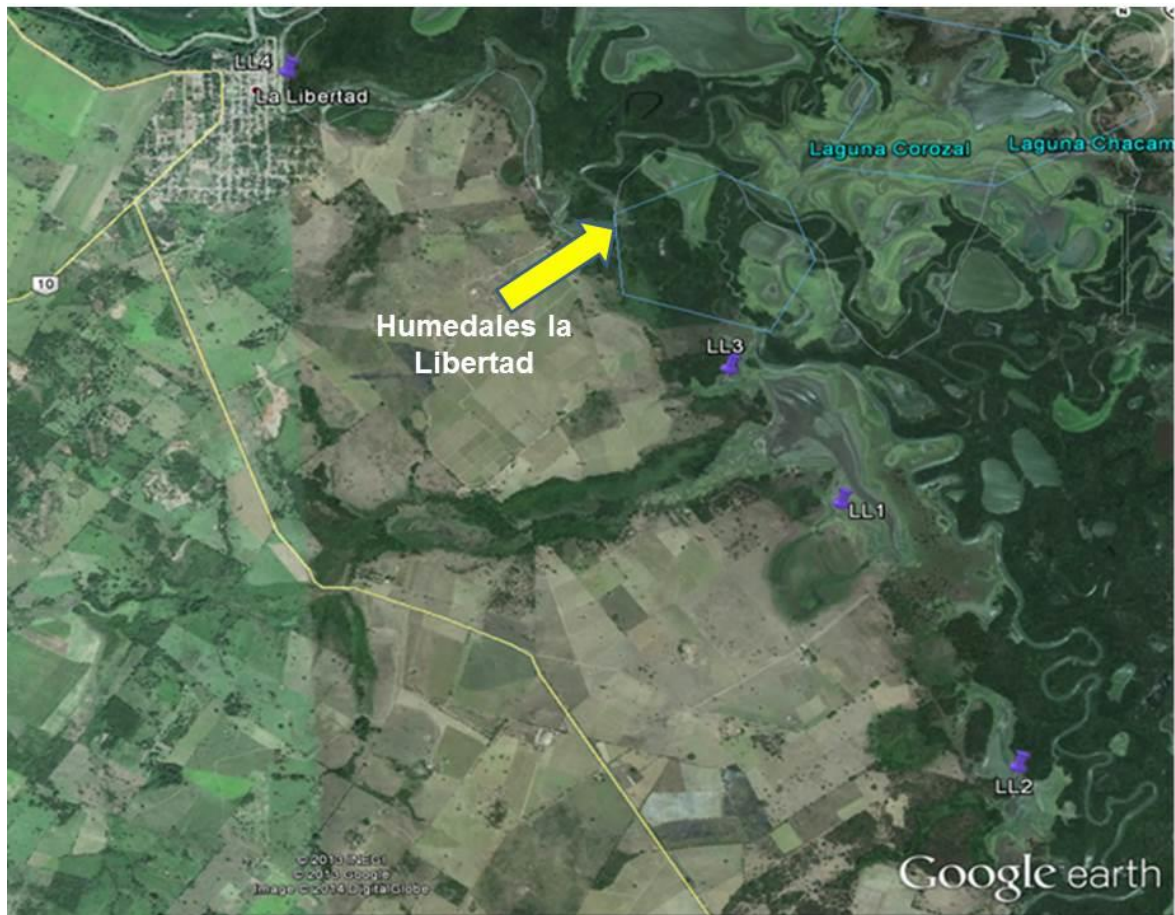


Figura 11. Ubicación de sitios de muestreo en los humedales La Libertad

8.2.4 Humedales Catazajá

Tabla 11. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los humedales de Catazajá

Identificación del Sitio de Muestreo	Coordenadas	Altura (ASNM)
Ejido Zaragoza	06°07'56.2" N 19°66'06.4" W	16
Ejido Paraíso	06°01'45.9" N 19°67'13.1" W	10
Punta Arena	06°00'31.6" N 19°62'34.4" W	11
Arroyo Nacahuaste	06°05'41.5" N 19°61'97.2" W	13
El Manatario	06°03'87.6" N 19°60'95.5" W	14



Figura 12. Ubicación de Sitios de muestreo en los humedales de Catazajá

8.2.5 Humedales El Gancho Murillo

Tabla 12. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los humedales El Gancho Murillo

Identificación del Sitio de Muestreo	Coordenadas	Altura (ASNM)
Conquista Campesina	05°70'79.2" N 16°21'08.4" W	16
La Pampa	05°70'07.1" N 16°21'05.0" W	10
La Orqueta	05°71'03.8" N 16°18'70.7" W	11
La isla del Buzo	05°71'01.7" N 16°18'01.7" W	13
La Tronconera	05°79'75.0" N 16°11'10.0" W	14



Figura 13. Ubicación de Sitios de muestreo en los humedales de Gancho Murillo

8.2.6 Humedales Cabildo Amatal

Tabla 13. Ubicación de los puntos de muestreo seleccionados en los humedales de Cabildo Amatal

Identificación del Sitio de Muestreo	Coordenadas	Altura (ASNM)
El Cajón	05°58'81.6" N 16°32'73.3" W	208
Centro de la Laguna Cabildo	05°60'00.5" N 16°30'73.1" W	12
Embarcadero	05°61'56.4" N 16°28'42.5" W	10
Barra San Simón	05°53'38.4" N 16°36'34.7" W	13
Canal Intercostero	05°62'41.7" N 16°27'57.4" W	6



Figura 14. Ubicación de Sitios de muestreo en los humedales Cabildo Amatal

8.3 Materiales para la elaboración de la metodología

8.3.1 Materiales para la extracción líquido-líquido

Los materiales utilizados para la extracción líquido - líquido fueron de vidrio y fueron previamente acondicionados para su uso.

8.3.2 Materiales para la extracción ultrasónica

Al igual que los materiales para la extracción líquido- líquido, los utilizados para la extracción ultrasónica son todos de vidrio y previamente acondicionados.

8.3.3 Reactivos

Todos los reactivos utilizados para el análisis de compuestos orgánicos semivolátiles son grado cromatográfico.

8.3.4 Equipos

- Cromatógrafo de gases

Para el análisis, se utilizó un cromatógrafo de gases marca Perkin Elmer modelo Clarus 500, está equipado con un inyector automático, con una capacidad para 82 viales y acoplado a un espectrómetro de masas (misma marca y modelo que el cromatógrafo). Se usó una columna capilar elite 5 ms que posee un largo de 30 m, un diámetro interno de 0.32 mm y una película de 250 μm . Puerto de inyección 250°C. El gas acarreador utilizado fue helio con un flujo de 1mL/min. El horno se programó de la siguiente manera: 50 °C (2 min) con una rampa de 10 °C/min, hasta 305 °C (10 min).

- Sonicador

Utilizado en la extracción ultrasónica.

- Termo-baño

Utilizado en la extracción líquido - líquido y ultrasónica.

8.4 Metodología para acondicionamiento de materiales

Los materiales de vidrio utilizados para la realización de las extracciones no deben tener ningún residuo o sustancia que altere o perjudique el resultado por lo que fueron acondicionados. El acondicionamiento del material de vidrio consiste en realizar un lavado con jabón neutro, ser enjuagado con agua destilada y al final realizar un segundo enjuague usando acetona. Los

materiales se taparon con aluminio para evitar que se contaminen.

8.5 Metodología para la extracción de pesticidas en agua (líquido-líquido)

Se empleó la metodología modificada de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA 3510C). Se verificó que todo el material estuviera limpio y etiquetado para su uso.

Tomando el frasco de vidrio donde se almacena la muestra se agitó para que se homogenizara por 1 min y se midió 1 L de muestra usando una probeta graduada de 1 L.

Se transfirió cualitativamente la muestra a un embudo de separación y utilizando una microjeringa de 25 μ L se añadieron 20 μ L de surrogados a cada muestra.

Revisando el pH con tiras de papel indicador se ajustó a 2, usando ácido sulfúrico apoyándose de una pipeta pasteur en la campana de extracción, se agitó para homogenizar la muestra.

Usando un dispensador se añadieron 60 mL de cloruro de metileno al embudo de separación y se agitó vigorosamente de 1-2 min con ventilaciones periódicas para desfogar la presión excesiva.

Nota: el cloruro de metileno crea una presión excesiva muy rápidamente; por lo tanto, los venteos iniciales fueron realizados inmediatamente después de haberse sellado y agitado. El embudo de separación deberá ser venteado dentro de una campana para evitar la exposición del analista a los vapores del solvente.

Se dejó reposar el embudo después del agitado por 10 minutos para permitir la separación de la capa orgánica de la fase acuosa y se colectó el extracto en un matraz Erlenmeyer. Esta extracción se repitió 2 veces usando porciones frescas del solvente con 60 mL de solvente en cada una.

Habiendo obtenido los 3 extractos con pH ácido, se prosiguió a subir el pH a 11

con hidróxido de sodio y se realizaron 3 nuevas extracciones bajo ese pH.

Los dos matraces (el primero del extracto ácido y el segundo del extracto básico) se mezclaron al ser depositados en el matraz de evaporación sujeto al tubo concentrador por medio de un clip.

Nota: si los dos extractos (ácido y básico) tienen agua se les debe de adicionar sulfato de sodio para retenerlas y así poder mezclarlas y pasarlas al embudo de separación.

Se colocaron 2 perlas de ebullición y se ensambló la columna Snyder en el matraz de evaporación (a la unión del concentrador, matraz de evaporación y la columna Snyder se le conoce como aparato Kuderna-Danish) en un termo-baño marca Glas-col modelo Combo Mantle, la temperatura utilizada fue de 40-50°C para la evaporación de tal forma que el tubo concentrador este parcialmente inmerso en el agua caliente y la superficie redonda baja del matraz bañado con el vapor caliente. Cuando el volumen aparente del líquido alcanzó 1mL, se removió el aparato K-D del termo-baño y se enfrió por 10 min.

Obteniendo el extracto de 1 mL, se transfirió con una microjeringa de 500µL a un vial de con contratapa de teflón, se etiquetó y se marcó el nivel del menisco.

8.6 Metodología para la extracción de pesticidas en suelos y sedimentos (sólido-líquido)

Se empleó la metodología modificada de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA 3550C). Se verificó que todo el material estuviera limpio y etiquetado para su uso.

Se tomaron muestras de 10 gramos y se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 250mL, a cada muestra se agregó sulfato de sodio anhidro calcinado hasta que la muestra se mostró visiblemente seca o arenosa con ayuda de un agitador de vidrio.

Posteriormente a cada muestra se le fue añadida 10µL de estándar surrogado con una microjeringa de 25µL y se le agregó 60mL de cloruro de metileno.

MEMORIA DE RESIDENCIA

El matraz fue trasladado a un sonicador de marca Lukadent, modelo Ultrasonik 28X con una actividad media de potencia, sin calor, con temporizador de 10 minutos, el sonicador debe estar a la mitad de su capacidad con agua destilada). El sobrenadante (cloruro de metileno) se retiró por decantación a otro matraz Erlenmeyer de 250 o 300mL evitando que la muestra se escurriera del matraz.

Al matraz sin sobrenadante se le incorporó 40mL de cloruro de metileno y se sonicó nuevamente y de la misma forma se decantó el sobrenadante en el matraz anteriormente utilizado, este procedimiento se repitió una vez más.

El matraz receptor de cloruro de metileno como el matraz sonicado con la muestra se tapó con aluminio durante todo el procedimiento.

Nota: Si los 40mL de cloruro de metileno no sobrepasan, la muestra debe de agregarse más hasta que quede por encima de la muestra.

El contenido del matraz receptor se filtró con un embudo de vidrio de cuello corto y papel filtro marca Whatman #40, antes de pasar la muestra se le agregó sulfato de sodio anhidro al papel ya colocado en el embudo.

El filtrado se colocó en el matraz de evaporación unido con un clip al tubo concentrador con dos perlas de vidrio. Después de haber colocado el filtrado en el matraz de evaporación se colocó la columna Snyder con un clip, y se colocó en un termo-baño (es el mismo que el utilizado en la extracción liquido-liquido) donde la muestra se concentró a 1 mL a una temperatura de 40-50 °C.

Obtenido el volumen de muestra, se trasladó con una microjeringa de 500 μ L a un matraz aforado de 1 mL y este finalmente se almacenó en un vial de 1 mL con contratapa de teflón para su posterior inyección en el cromatógrafo de gases.

Si la muestra no es inyectada al final de la extracción debe marcarse con un plumón el vial indicando el nivel del menisco.

CAPÍTULO 9 RESULTADOS

Los humedales muestreados para la realización de este trabajo fueron La Kisst, María Eugenia, La libertad, Sistema lagunar Catazajá, Cabildo Amatal y Gancho Murillo. Las muestras de agua, suelo y sedimento fueron analizadas mediante dos métodos de extracción líquido-líquido para aguas y ultrasónica para las dos últimas y se realizó un análisis en el cromatógrafo de gases acoplado a espectrometría de masas.

En los resultados obtenidos no se detectó la presencia de algún plaguicida, los estándares (surrogados) que se inyectaron en cada una de las muestras y el blanco reflejaron que el proceso de extracción de cada una de las muestras fue satisfactorio (**ver Anexo 1**), sin embargo se encontraron compuestos ajenos al ecosistema, producto de los asentamientos humanos. La identificación de estos compuestos se realizaron por medio de la biblioteca del cromatógrafo donde se identificaron por sus iones característicos (**ver Anexo 2**), algunos compuestos estuvieron presentes en los tres tipos de muestras agua, suelo y sedimento (**ver Anexo 3**).

CAPÍTULO 10 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de aguas, suelos y sedimentos (**ver Tabla 14, 15 y 20**) en los humedales La Kisst y María Eugenia no manifestaron presencia de plaguicidas que afecten al ecosistema. Sin embargo se detectaron algunos compuestos que pueden afectar el equilibrio ecológico, entre los cuales se encuentran algunos hidrocarburos alifáticos provenientes de combustibles fósiles, este resultado puede deberse a la presencia de personal interno del parque María Eugenia, que se encontraban realizando labores de mantenimiento y restauración de los inmuebles, el compuesto se encontró en concentraciones mínimas. El lago Chapultepec es el que presentó mayor incidencia de compuestos orgánicos xenobióticos; los cuales, probablemente, provengan de aguas residuales de lavanderías por detergentes utilizados para lavado por los tipos de compuestos como lo cita Braga y Varesche (2014) de igual forma en concentraciones muy bajas en agua.

Las muestras de sedimentos analizadas revelaron el mismo comportamiento presentado en las muestras de agua con la misma incidencia en el Lago de Chapultepec en los mismos periodos, como se ilustra en la **Tabla 15**, y los compuestos se encontraron en pequeñas concentraciones. El compuesto más representativo encontrado fue el heptadecano, componente representativo del petróleo (DOUE, 2014).

MEMORIA DE RESIDENCIA

Tabla 14. Resultados de las muestras de agua analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en el municipio de San Cristóbal de las Casas

Sitio de Muestreo	1er Muestreo	2º Muestreo	3er muestreo
Corral De Piedra	ND	ND	ND
Parque Los Humedales	ND	ND	ND
La Kisst	ND	ND	ND
Panteón	ND	-	-
Lago Chapultepec	(11.88)* Dimetil, etil- ciclohexanol;	ND	(21.79)* Ácido n-hexadecanoico;
Calle Lira (San Juan De Los Lagos)	ND	ND	ND

*Tiempo donde se encontró el compuesto en el cromatograma.

Tabla 15. Resultados de las muestras de sedimentos analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en el municipio de San Cristóbal de las Casas

Sitio de Muestreo	1er Muestreo	2º Muestreo	3er muestreo
Corral De Piedra	ND	ND	ND
Parque Los Humedales	ND	ND	ND
La Kisst	ND	ND	ND
Panteón	ND	-	-
Lago Chapultepec	(18.11)* Heptadecano	ND	(18.59)* dodecano-2,6,11-trimetil
Calle Lira (San Juan De Los Lagos)	ND	ND	ND

*Tiempo donde se encontró el compuesto en el cromatograma.

La región sur del estado de Chiapas se muestra un poco más afectada por compuestos xenobióticos, los humedales El Gancho Murillo y El cabildo Amatal ubicados en Tapachula. Sin embargo, ninguno de los compuestos detectados

representa un peligro por exposición a la biota existente en las regiones monitoreadas. En el caso de las muestras de agua en esta región (**ver Tabla 15**), solamente en el primer y tercer muestreo se detectaron concentraciones mínimas de compuestos orgánicos, en su mayoría solventes, agentes plastificantes como ftalato de dibutilo el cual tiene su origen en diversos productos de uso común y productos surfactantes (Braga y Veresche, 2014) el cual es el ejemplo del ciclohexanol.

Un hallazgo significativo de este estudio fue la ausencia de elevadas concentraciones de compuestos orgánicos comúnmente usados en la agricultura, la presencia de los compuestos descritos en la **Tabla 16** puede deberse al uso de combustibles fósiles e incluso a procesos naturales.

Tabla 16. Resultados de las muestra de agua analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en el municipio de Tapachula

Sitio De Muestreo	1er Muestreo	2º Muestreo	3er muestreo
El Cajón	ND	ND	(21.14)* Dibutil phtalate
Centro De La Laguna Cabildo	ND	ND	(15.55)* 2H-Indol-2-ona-1,3-dihidro
Embarcadero	ND	ND	(18.43)* Eicosano
Barra De San Simón	ND	ND	ND
Canal Intercostero	(10.07)* ciclohexanol, 5 metil -2-(1-metiletil)	ND	(21.18)* Dibutil phtalate
Conquista Campesina	ND	ND	ND
La Pampa	ND	ND	ND
La Orqueta	(21.21)* Dibutil phtalate	ND	ND
La Isla Del Buzo	ND	ND	ND
La Tronconera (El Colorado)	ND	ND	ND

*Tiempo donde se encontró el compuesto en el cromatograma.

MEMORIA DE RESIDENCIA

En la **Tabla 17**, se observan los compuestos detectados en las muestras de sedimentos, las cuales reflejan las principales descargas de compuestos que tienen como destino los sólidos sedimentables de los humedales, la presencia de estos compuestos se ve afectada por factores del suelo y las condiciones climáticas, los cuales han sido reconocidos como los factores más importantes que afectan el destino de los plaguicidas en el medio ambiente y, consecuentemente, la actividad, selectividad, y efectos adversos sobre el medio ambiente. Sin embargo, ya que estos factores varían de un sitio a otro y de año en año, los resultados de cualquier estudio de campo sobre el destino y el comportamiento del plaguicida son específicos para una ubicación y temporada en particular (Christos y Eleftherohorinos, 2011).

Tabla 17. Resultados de las muestras de sedimentos analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en el municipio de Tapachula

Sitio De Muestreo	1er Muestreo	2º Muestreo	3er muestreo
El Cajón	ND	ND	(21.18)* Dibutil phtalato
Centro De La Laguna Cabildo	ND	ND	ND
Embarcadero	ND	ND	ND
Barra De San Simón	(5.08)* 2-hexanol; (10.07)* ciclohexanol, 5 metil -2-(1-metiletil)	ND	ND
Canal Intercostero	ND	ND	(21.16)* Dibuthyl phtalato
Conquista Campesina	ND	ND	ND
La Pampa	ND	ND	ND
La Orqueta	(10.07)* ciclohexanol, 5 metil -2-(1-metiletil)	ND	ND
La Isla Del Buzo	ND	ND	ND
La Tronconera (El Colorado)	ND	ND	(22.25)* Dibutil phalato

*Tiempo donde se encontró el compuesto en el cromatograma.

Basada en la agricultura y la pesca, la población de la región norte del estado de Chiapas, ha aprovechado las aguas de las lagunas de Catazajá y la Libertad. La extensión de ambas lagunas y el volumen que se maneja muestran la capacidad que tiene esta región para amortiguar el impacto antropogénico. La presencia mínima de compuestos orgánicos con la capacidad de alterar el ecosistema acuático se puede observar en la **Tabla 18**, donde se refleja la presencia generalizada de solventes e hidrocarburos en el tercer periodo de muestreo. Dentro de las principales actividades que se llevan en esta laguna, se encuentran la pesca y el turismo, esta última hace uso de transportes motorizados a combustión, lo cual puede explicar la presencia de este tipo de compuestos.

El heptadecano es un hidrocarburo, compuesto común proveniente del petróleo (Mora y Marbot, 2010), de igual manera ocurre con el dimetil hexeno, los cuales se encontraron trazas.

Es probable que también sea utilizado para desecho de aguas de uso doméstico, como lo indica en el sitio de muestreo Ejido Zaragoza con el compuesto 4-ter-butyl ciclohexil acetato debido a que se trata de un material de perfume versátil para jabones de tocador, detergentes, colonias, champús, cremas, barras de incienso y otras fragancias de bajo costo (HPFL Corporativo, 2009), la concentración es mínima.

La presencia de los compuestos detectados en las muestras de agua persisten en los sedimentos (**ver Tabla 19**), mostrando un comportamiento esperado. Se hace notar la presencia del cedreno, un compuesto que se extrae de la madera de los árboles de cedro, los cuales tienen usos industriales, sin embargo, su baja concentración revela su posible fuente natural.

MEMORIA DE RESIDENCIA

Tabla 18. Resultados de las muestras de agua analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en los municipios Catazajá y La Libertad

Sitio De Muestreo	1er Muestreo	2º Muestreo	3er muestreo
Ejido Zaragoza	ND	ND	(18.65)* Heptadecano; (11.86)4-ter-butil ciclohexil acetato; (12.15) * 1 - hexeno de 4,5 dimetil
Ejido Paraiso	ND	ND	(12.15)* 1-hexeno-4,5 dimetil; (18.22)* heptadecano
Ejido Punta Arena	ND	ND	(18.63)* heptadecano; (12.15)* 1-hexeno-4,5 dimetil; (12.28)* Octadeceno
Arroyo Nacahuaste	ND	ND	ND
El Manatario	ND	ND	ND
Laguna Chinchil	ND	ND	ND
Laguna El Mangal	ND	ND	(18.19)* Heptadecane
Laguna La Encenada	ND	ND	(4.69)* 1-hexeno-4,5 dimetil
La Libertad	ND	ND	ND
*Tiempo donde se encontró el compuesto en el cromatograma.			

MEMORIA DE RESIDENCIA

Tabla 19. Resultados de los compuestos detectados en las muestras de sedimentos analizadas de acuerdo al método EPA 8270D en los municipios de Catazajá y La Libertad

Sitio De Muestreo	1er Muestreo	2º Muestreo	3er muestreo
Ejido Zaragoza	(18.33)* Heptadecano; (4.73)* 4,5, dimetil hexeno	ND	ND
Ejido Paraiso	ND	ND	(12.26)* 1- hexeno-4,5 dimetil (11.95)* ciclohexanol 2,2(1,1-dimetiletil)
Ejido Punta Arena	ND	ND	(12.31)* 1- hexeno-4,5 dimetil
Arroyo Nacahuaste	ND	ND	ND
El Manatario	(8.63)* 3-etil-4- metilpentanol	ND	(15.10)* Cedreno
Laguna Chinchil	ND	ND	(19.08)* heptadecano
Laguna El Mangal	ND	ND	ND
Laguna La Encenada	ND	ND	ND
La Libertad	ND	ND	ND

*Tiempo donde se encontró el compuesto en el cromatograma.

La ausencia general de pesticidas dentro de los sitios muestreados puede deberse también a la naturaleza misma de los compuestos, ya que muchos de ellos tienden a bioacumularse, es decir, su presencia es mayor en organismos vivos, por lo que es necesario hacer uso de indicadores biológicos característicos de la región para poder determinar el grado de contaminación por estos compuestos.

Como se observa en la **Tabla 20**, se encontraron solamente 5 sitios que en algún momento presentaron la persistencia de compuestos xenobióticos, ninguno de los mencionados se encuentra catalogado como pesticida. La solubilidad y movilidad de los compuestos es un factor que puede generar datos erróneos, su ausencia puede deberse a la baja concentración, las

MEMORIA DE RESIDENCIA

características propias del suelo y a la presencia de la microbiota.

Tabla 20. Compuestos detectados en los suelos monitoreados en las diferentes regiones del estado

Sitio De Muestreo	1er Muestreo	2º Muestreo	3er muestreo
La Kisst	ND	ND	ND
Calle Lira (San Juan De Los Lagos)	ND	ND	ND
Embarcadero	(9.35) 1,3 dioxolano, 4,5-dietenil-2,2 dimetil	ND	ND
Canal Intercostero	ND	ND	(21.12) Dibutil ftalato
La Orqueta	ND	ND	ND
La Tronconera (El Colorado)	ND	ND	(21.84) Dibutil ftalato
Ejido Paraiso		ND	ND
El Manatario	ND	ND	ND
Laguna La Encenada	ND	ND	ND
La Libertad	ND	ND	2,4-cycloopenaden-1-yl-1,1',2,2',3,3',4,4',5,5' decametil

*Tiempo donde se encontró el compuesto en el cromatograma.

El blanco utilizado para las muestras extraídas (agua, suelo y sedimento) descartó posibles interferencias y apoyó la detección de los compuestos xenobióticos encontrados en las muestras analizadas. Asimismo se corroboró que las extracciones realizadas se realizaran de forma correcta debido a la adición de estándares surrogados, compuestos similares a los plaguicidas (lo señala los métodos EPA 3510c y 3550c) estos se expresaron como picos muy bien definidos en los cromatogramas correspondientes.

CAPÍTULO 11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los análisis realizados en el municipio San Cristóbal de las Casas en los humedales La Kist y María Eugenia, no hubo presencia de plaguicidas. Estos humedales fueron los menos afectados con compuestos orgánicos xenobióticos.

De los resultados obtenidos en los Humedales Cabildo Amatal y Gancho Murillo, del municipio de Tapachula no indicaron la presencia de plaguicidas, pero fueron detectados compuestos antropogénicos en el ecosistema.

Los humedales la Libertad y el sistema Lagunar Catazajá, en ninguno de los sitios monitoreados revelaron la descarga de plaguicidas, sin embargo fue el más afectado por compuestos xenobióticos y trazas de hidrocarburos.

Los sistemas lagunares analizados no se encuentran amenazados por plaguicidas, sin embargo para estudios posteriores debe tomarse en cuenta la presencia de sustancias ajenas al entorno debido a las poblaciones colindantes, y puedan provocar contaminación.

Recomendaciones

La SEMANH es una secretaria del gobierno del Estado, por lo que el retraso de compra de reactivos y los permisos con viáticos para dirigirse a los puntos de muestreo retrasaron un poco el análisis de las muestras. Es importante evitar retrasar las fechas de muestreo para que correspondan al periodo de muestreo asignado y tenga un orden subsecuente.

Los organismos acuáticos como los peces pueden ser indicadores biológicos, que en investigaciones similares han encontrado rastros de plaguicidas en estos, es recomendable tomar en cuenta que los organismos acuáticos pueden tener presencia de plaguicidas o de sustancias que puedan alterar el ecosistema y que pueden apoyar a la tarea de la vigilancia de compuestos tóxicos que puedan afectar a las Zonas Sujetas a Conservación Ecológica como a animales en peligro de extinción.

CAPÍTULO 12 BIBLIOGRAFÍA

- Braga, J., & Varesche, M. (2014). Commercial Laundry Water Characterisation. *American Journal of Analytical Chemistry*, 8-16.
- Castro, J. J. (2002). *Determinación, persistencia y distribución de insecticidas de uso agrícola en el medio ambiente*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica, Madrid.
- Christos, A. D., & Eleftherohorinos, I. G. (2011). Pesticide Exposure, Safety Issues, and Risk Assessment. *Internacional Journal of Evironmental Research and Pulic Health*, 1402-1419.
- CONABIO. (2013). *Estrategia para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad del estado de Chiapas*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad.
- Cortinas, D. N. (s.f.). *Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático*. Recuperado el 18 de Octubre de 2013, de http://siscop.inecc.gob.mx/descargas/diagnos/diag_situacion_plaguicidas_convenio_estocolmo.pdf
- De Romedi, A., Nassetta, M. M., & Córpora, R. M. (Diciembre de ,2011). Validación de la metodología para análisis de residuos de plaguicidas en agua para consumo humano. *Revista de Salud Pública*, 15(2), 27-35.
- DOUE. (2014). *Eur-lex.europa.eu*. (D. O. Europea, Editor) Recuperado el 2 de Mayo de 2014, de http://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=OJ:JOC_2014_122_R_0005
- EPA, U. (Febrero de ,2007). *Agencia de Proteccion Ambiental de Estados Unidos*. Recuperado el 23 de Abril de 2014, de <http://www.epa.gov/osw/hazard/testmethods/sw846/pdfs/3550c.pdf>
- FAO. (1996). *Eliminación de grandes cantidades de plaguicidas en desuso en los países en desarrollo*. Recuperado el 30 de Septiembre de 2013, de FAO: <http://www.fao.org/docrep/W1604S/W1604S00.htm>
- Flores-García, Mery Elisa, M.-M., Yuri, B.-Q., Alirio, B.-D., Rafael, M.-C., & Leticia. (2011). Residuos de plaguicidas en aguas para consumo humano en una comunidad agrícola del estado Mérida, Venezuela. *Investigación Clínica*, 52(4), 295-311.
- García, G. C., & Rodríguez, M. G. (2012). Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Ra Ximhai*, 8(3b).
- Gómez, E. (21 de Mayo de ,2013). *Síntetis*. (La Asociación Periodística Síntesis) Recuperado el 19 de Octubre de 2013, de <http://sintesis.mx/articulos/5971/recaudan-35-toneladas-de-envases-de-productos-pla/chiapas>

MEMORIA DE RESIDENCIA

- González, A. C., Robledo, M. M., Medina, D. I., Velázquez, F. J., Quintanilla, V. B., Ostrosky, W. P., y otros. (Agosto de 2010). Patrón de uso y venta de plaguicidas en Nayarit, México. *Revista Internacional Contaminación Ambiental*, 26(3).
- Hernández, A. A., & Hansen, M. A. (Marzo de 2011). Uso de plaguicidas en dos zonas agrícolas de México y evaluación de contaminación de agua y sedimentos. *Revista Internacional Contaminación Ambiental*, 27(2).
- Hernández, F., & Beltrán, J. (1995). Análisis de residuos de plaguicidas en aguas. *Avances en la Investigación en Zona No Saturada*, 321-355.
- HPFL Corporativo. (2009). www.hpfl-india.com. Recuperado el 1 de Mayo de 2014, de http://www.hpfl-india.com/products/product_ptbcha.html
- IPN. (2007). sappi.ipn.mx. Recuperado el 12 de Abril de 2014, de http://sappi.ipn.mx/cgpi/archivos_anexo/20050485_2278.pdf
- Mojica, A., & Guerrero, J. A. (2010). Extracción de residuos de plaguicidas en suelos asistida por ultrasonido. *Revista Colombiana de Química*, 39(3), 371-387.
- Mora, A. D., & Marbot, R. D. (2010). Determinación de las fracciones del petróleo crudo con el empleo de la destilación simulada por cromatografía gaseosa como método alternativo. *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, 41(2), 105-112.
- Mosquera, A. D. (2012). *Estandarización de un método para la cuantificación de pesticidas organoclorados y organofosforados en suelos por cromatografía de gases con detectores FID y ECD*. Trabajo de Grado, Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de tecnologías escuela de química, Pereira, Risaralda.
- Norma Oficial Mexicana NOM-041-SSA1-1993, Bienes y servicios. Agua purificada envasada. Especificaciones sanitarias.* (s.f.).
- (Publicación Diario Oficial 22 de Noviembre del 2000). *Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.*
- Pitarch, E. (2001). *Desarrollo de metodología analítica para la determinación de plaguicidas organofosforados y organoclorados en muestras biológicas humanas*. Tesis doctoral, Universidad Jaume I de Castellón, Ciencias Experimentales Química Analítica.
- Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-AA-071-SCFI-2008. Análisis de agua. Determinación de plaguicidas organoclorados. Método de cromatografía de gases extracción en fase sólida, extracción líquido-líquido. Detector de captura de electrón.* (s.f.).
- Raga, J., Ettiene, G., Medina, D., & Pérez, P. E. (2011). Extracción ultrasónica de diazinón, clorpirifos y paratión-etil en muestras de suelo. *Revista de la Facultad de Agronomía LUZ*, 273-284.

MEMORIA DE RESIDENCIA

- Ramírez, J. A., & Lacasaña, M. (2001). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch Prev Riesgos Labor*, 4(2), 67-75.
- Ramírez, M. L. (2009). *Determinación de pesticidas en vegetales mediante cromatografía de gases - espectrometría de masas*. Tesis para la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, Universidad Tecnológica de la Mixteca, Ciencias Químico-Biológicas.
- Ramos, G. O. (2004). *Determinación de plaguicidas organoclorados en el agua potable de Cd. Victoria, Tamps. y su potencial riesgo a la salud*. Nuevo León, México.
- Ruiz, Nájera Ramiro Eleazar, R., Alfredo, N. J., Guzmán, González Salvador, P., & Jesús, L. E. (2011). Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. *Revista Internacional Contaminación Ambiental*, 27(2), 129-130.
- SAGARPA. (Mayo de 2009). *SAGARPA.GOB.MX*. Recuperado el 19 de Abril de 2014, de http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Estadisticas/Documents/CHIAPAS.pdf?Mobile=1&Source=%2Fagronegocios%2FEstadisticas%2F_layouts%2Fmobile%2Fview.aspx%3FList%3Dea4191c6-15b5-4625-afe9-be7e6cce2216%26View%3Df5c8d175-3fb9-49f2-86e6-c9db05b29bfb%26CurrentP
- Secretaría de Gobernación. (04 de Enero de 2014). Recuperado el 18 de Mayo de 2014, de <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Documentos/Estatal/Chiapas/wo71417.pdf>
- Secretaría del Medio Ambiente e Historia Natural. (01 de Enero de 2013). <http://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/>. Recuperado el 16 de Mayo de 2014, de <http://www.semahn.chiapas.gob.mx/portal/humedales/>
- Universal, E. (8 de Noviembre de ,2011). *El Universal*. Recuperado el 9 de Octubre de 2013, de <http://www.eluniversal.com.mx/notas/807133.html>
- Velasco, A. F. (2007). *Dispersión de contaminantes en río Santo Domingo. Modelación de parámetros*. Tesis de maestría no publicado, Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de medicina.

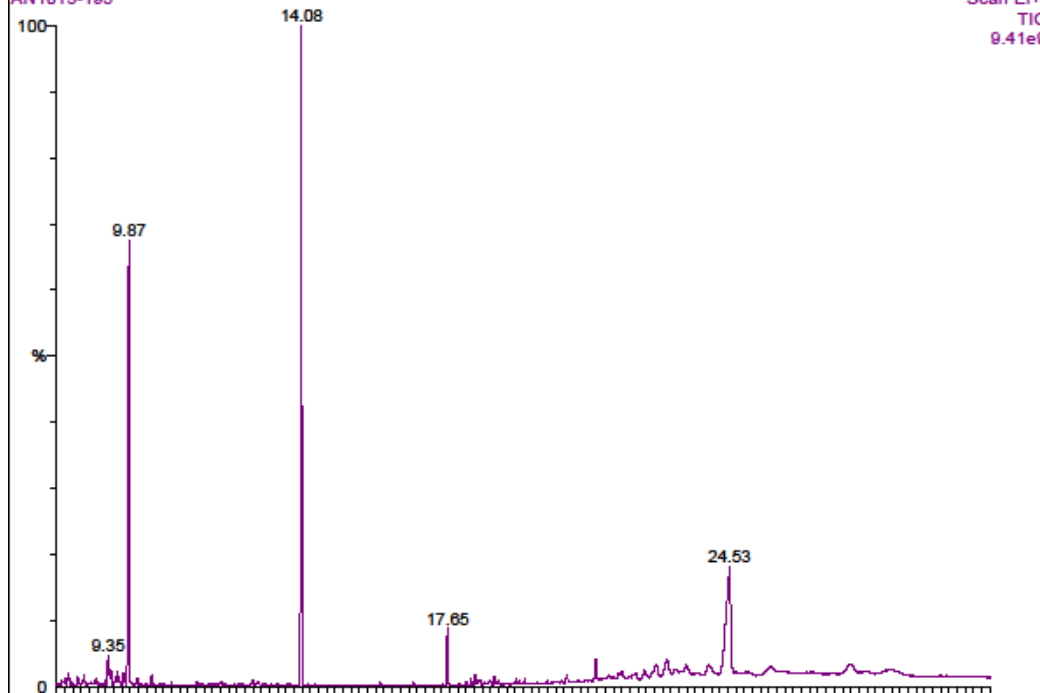
ANEXO 1

Blanco Electrónico

, 26-Nov-2013 + 12:33:34

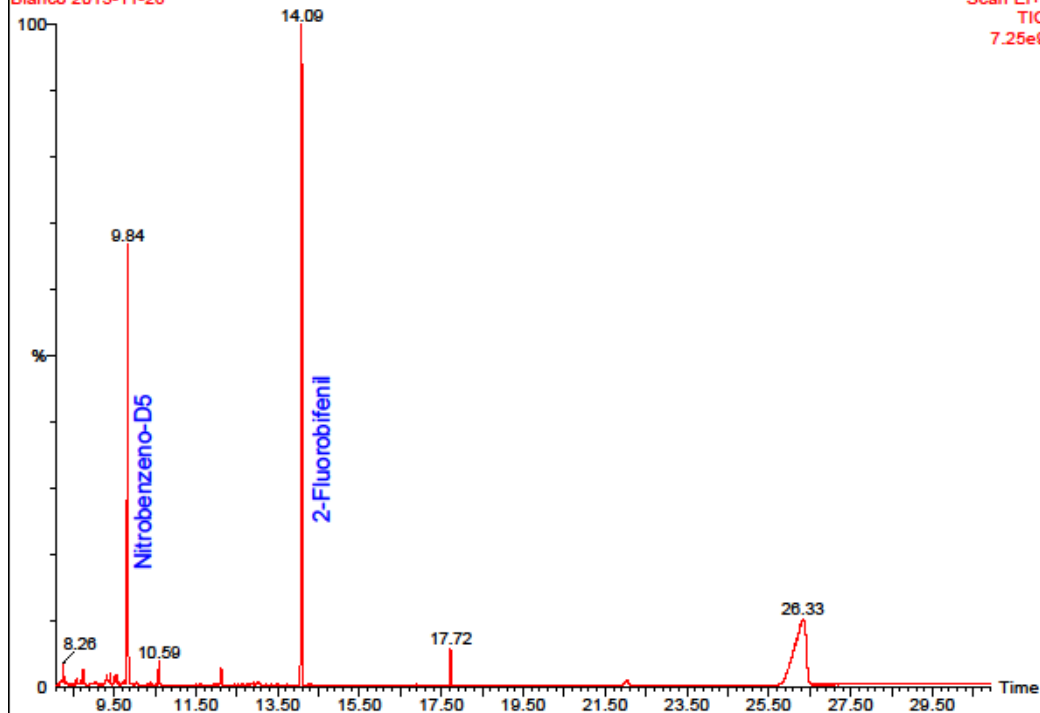
AN1013-195

Scan EI+
TIC
9.41e9



Blanco 2013-11-26

Scan EI+
TIC
7.25e9



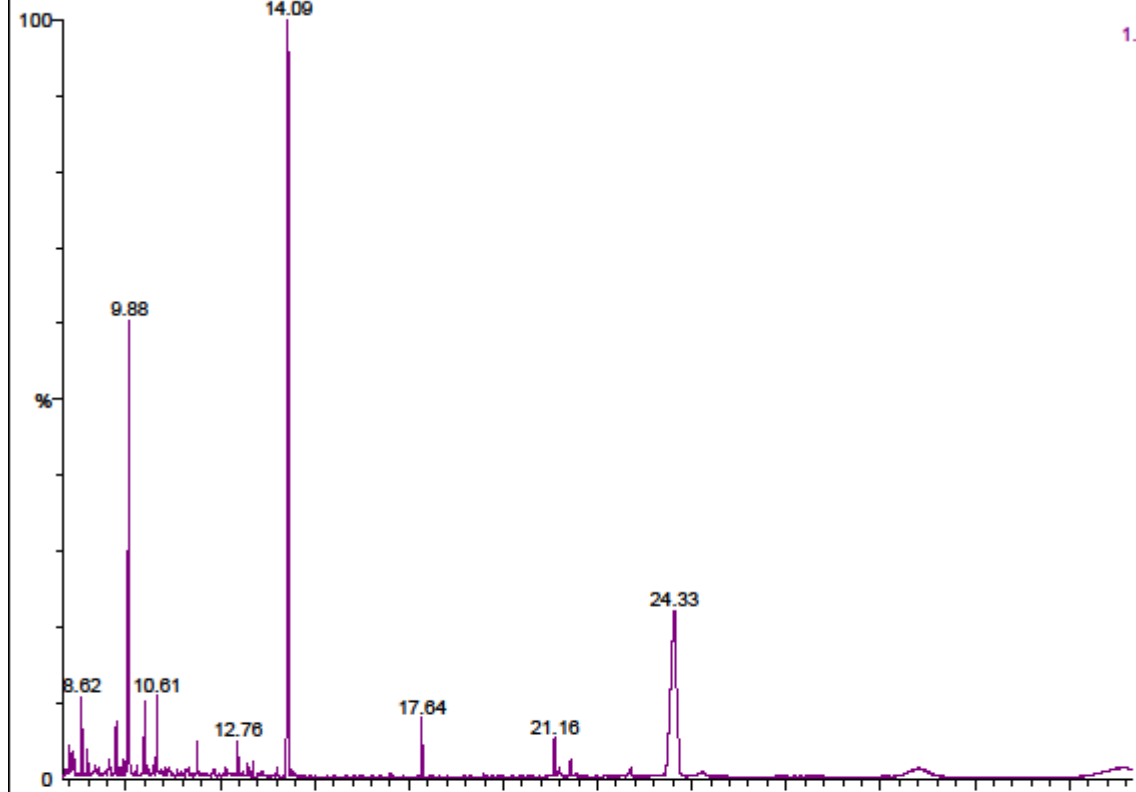
Muestra de agua comparada con blanco

Blanco Electrónico

, 26-Nov-2013 + 12:33:34

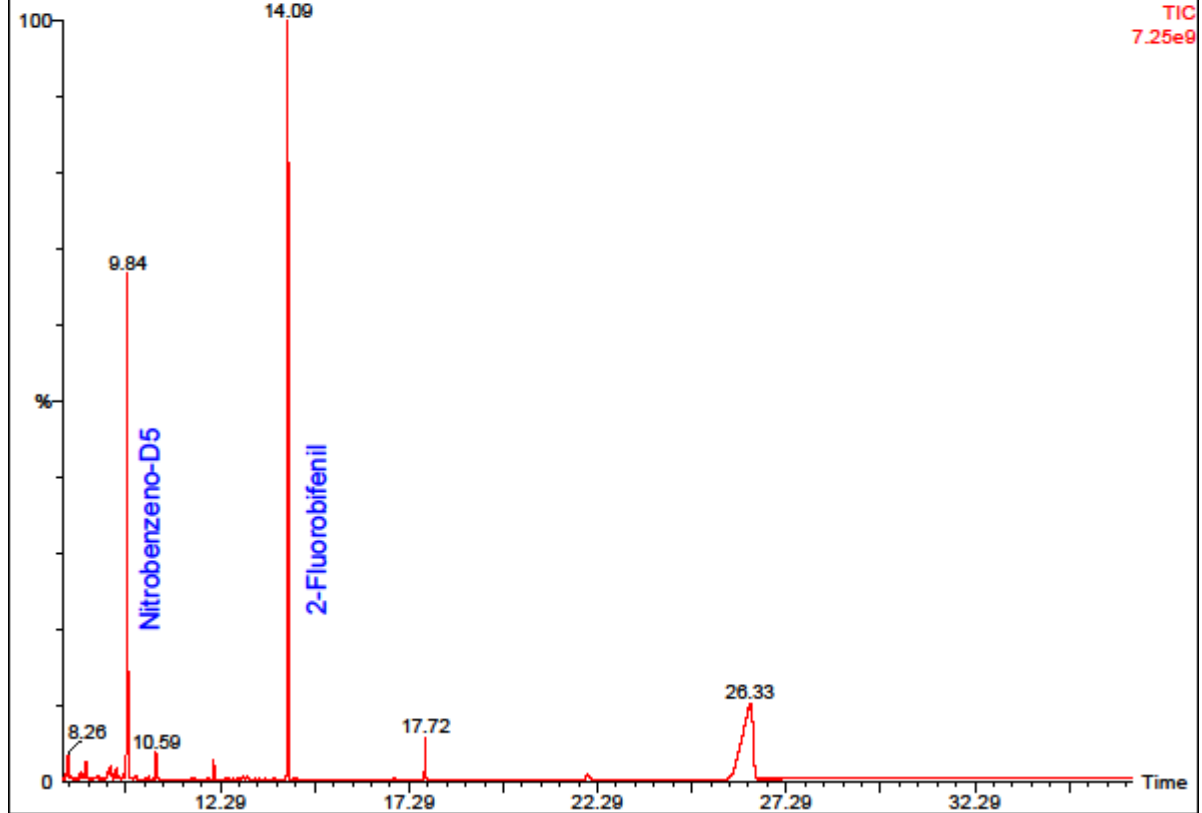
ME1113-242

Scan EI+
TIC
1.53e10



Blanco 2013-11-26

Scan EI+
TIC
7.25e9



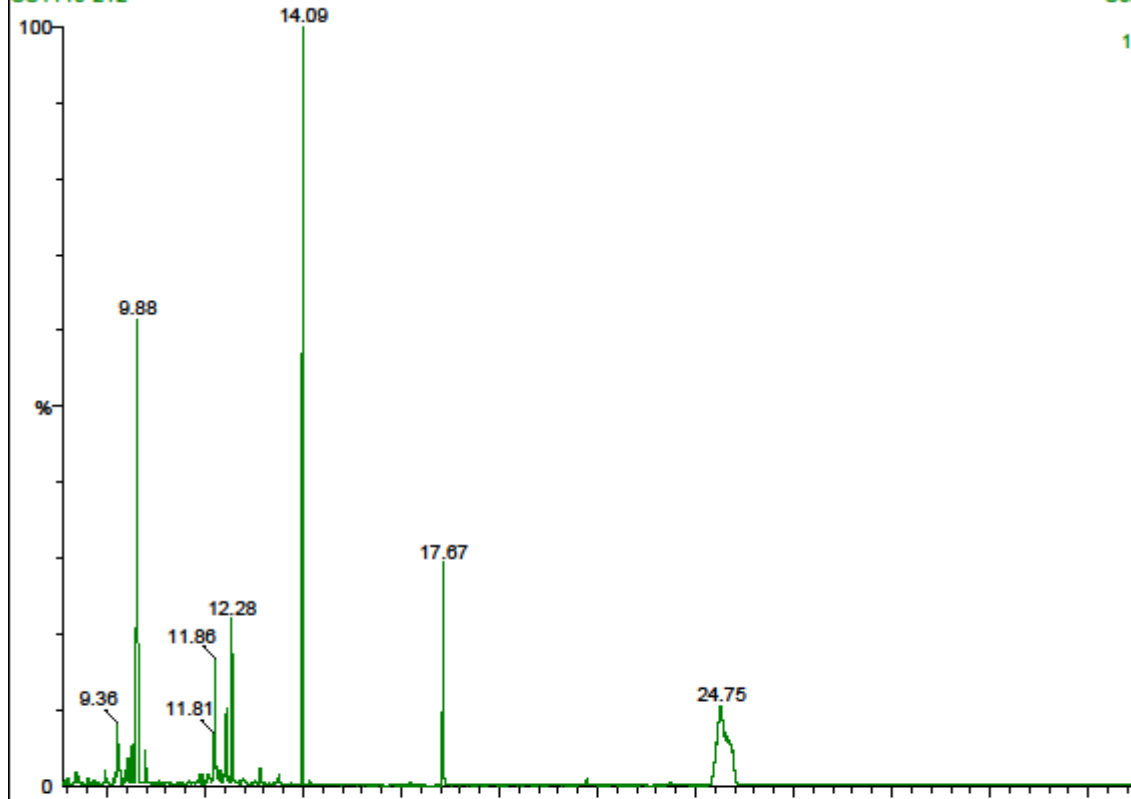
Muestra de suelo comparado con el blanco

Blanco Electrónico

, 26-Nov-2013 + 12:33:34

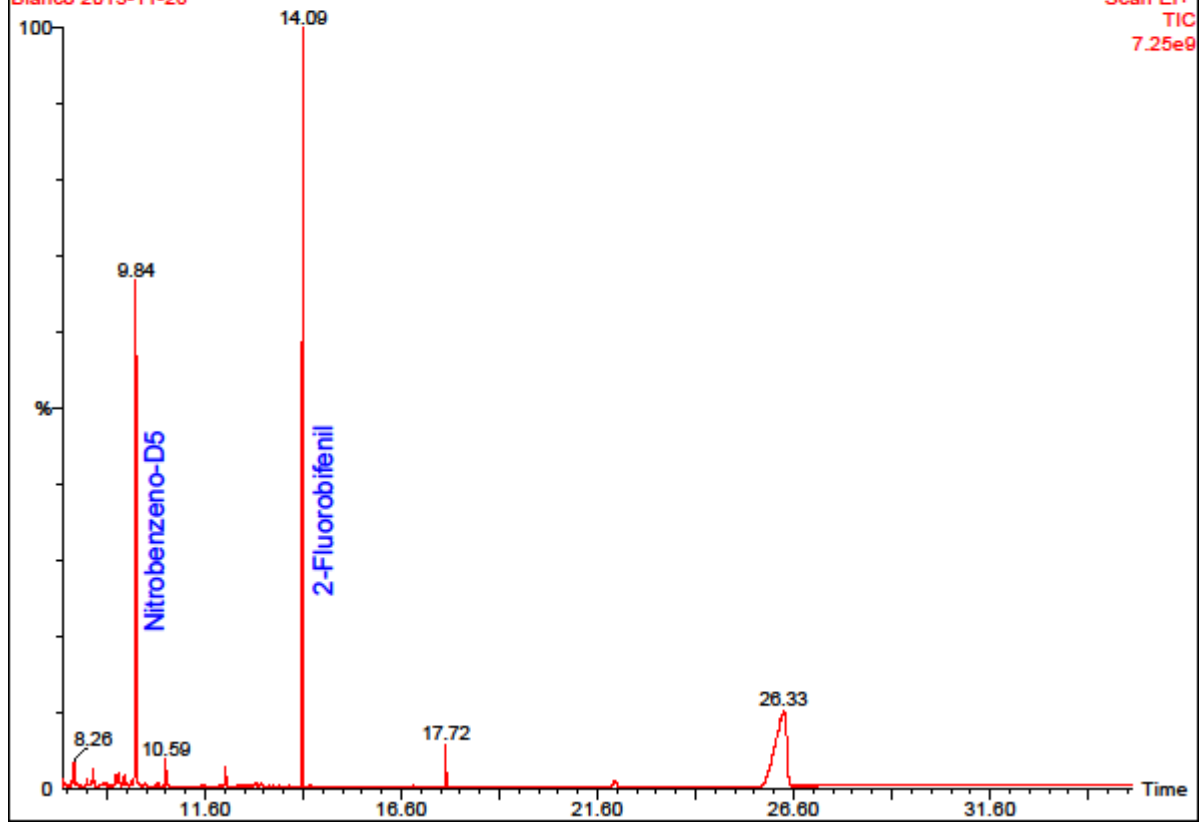
SS1113-212

Scan EI+
TIC
1.67e10



Blanco 2013-11-26

Scan EI+
TIC
7.25e9



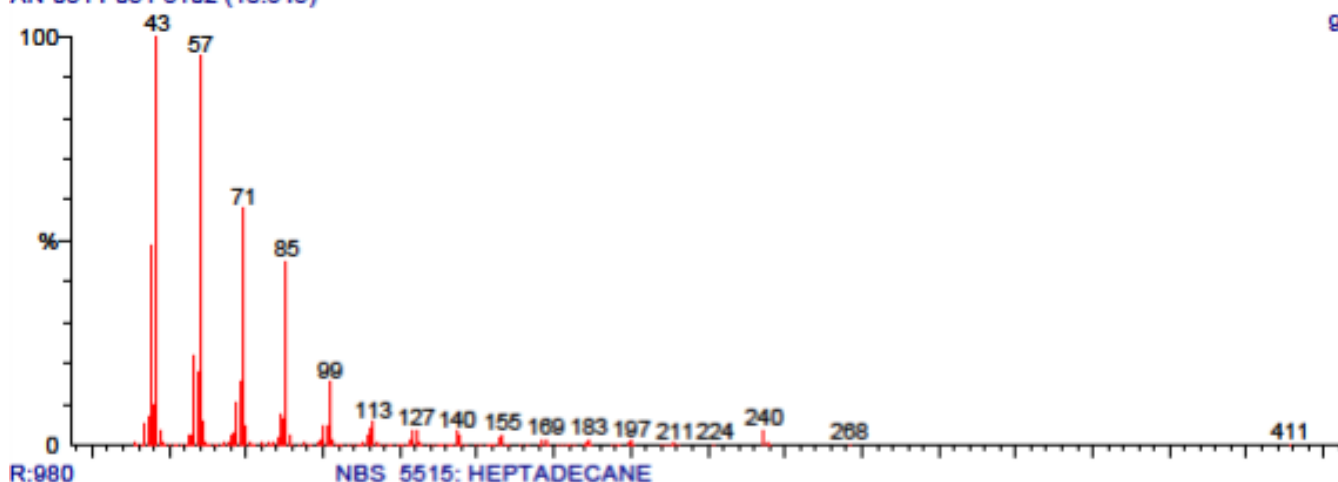
Muestra de sedimento comparado con el blanco

AN-0314-051

, 27-Mar-2014 + 10:26:46

AN-0314-051 3102 (18.645)

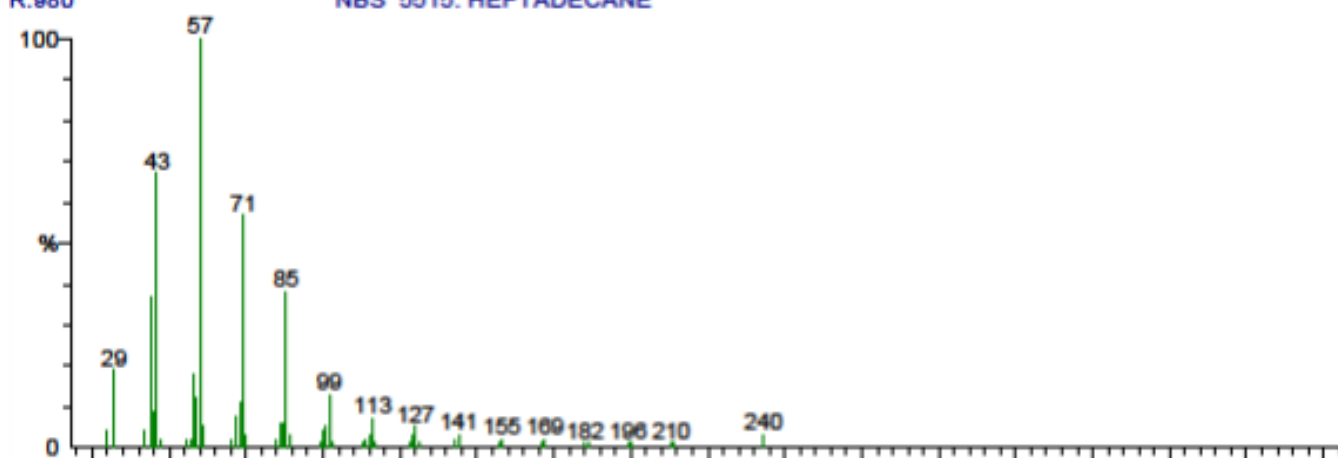
9.77e7



R:980

NBS 5515: HEPTADECANE

Hit 2



ANEXO 2

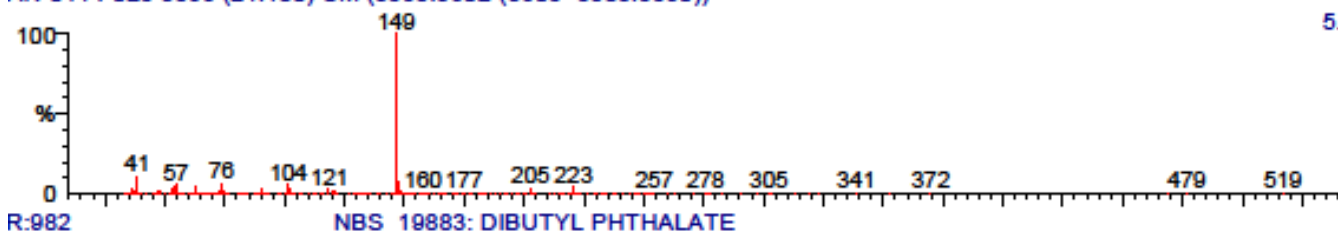
Identificación por iones característicos del heptadecano

AN-0114-025

, 21-Feb-2014 + 08:38:08

AN-0114-025 3599 (21.180) Cm (3595:3602-(3605+3585:3590))

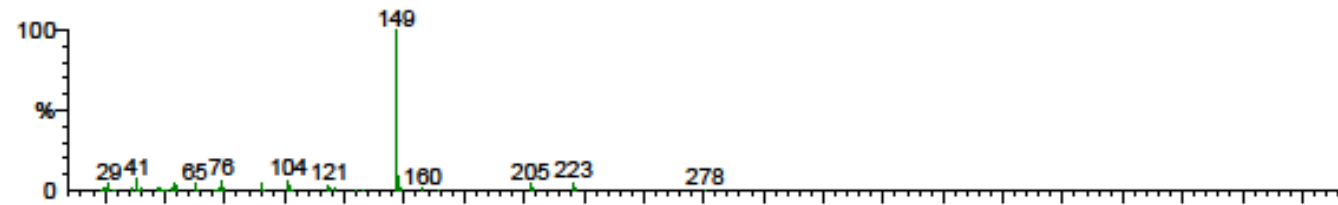
5.27e7



R:982

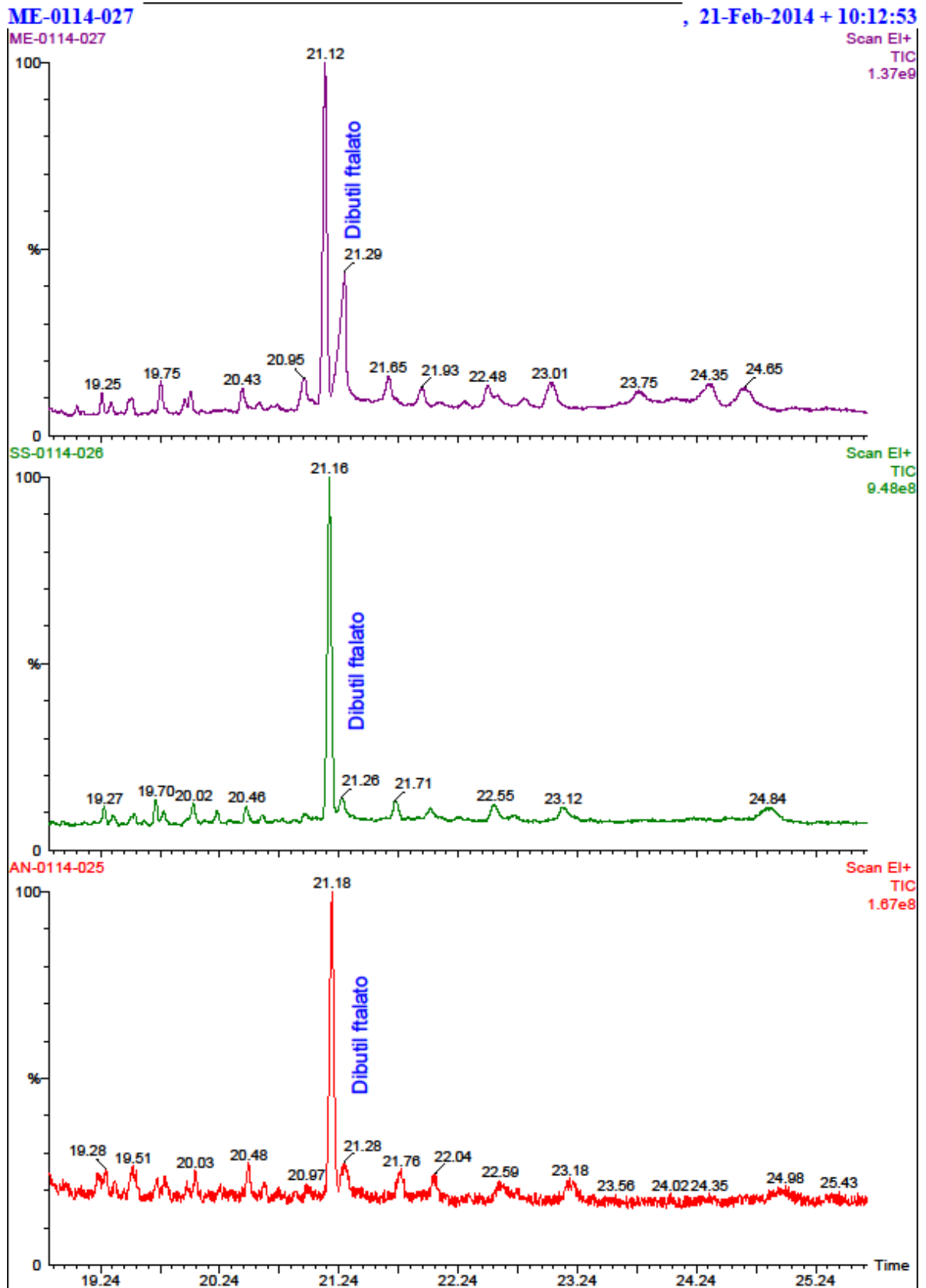
NBS 19883: DIBUTYL PHTHALATE

Hit 1



Identificación de iones característicos del dibutil ftalato

ANEXO 3



Identificación de dibutil ftalato en una muestra (suelo, sedimento y agua)