



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO.**

FACULTAD DE QUÍMICA

**PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS EN PRODUCTOS
PESQUEROS DE LA LAGUNA EL YUCATECO, TABASCO,
MÉXICO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTA
ENEDINA CHÁVEZ GARCÍA

MÉXICO, D.F.

2006.





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la memoria de mi mamá:

Gracias Yaya por todo lo que me diste, tu apoyo incondicional, libertad, consejos que me ayudaron a ser quien soy, amor, por ser mi amiga.

Fuiste (aunque para mí sigues siendo) una mujer extraordinaria, admirable, fuerte, que me enseñaste a vivir cada momento de la vida al máximo, que a pesar de tus grandes dolores siempre tenías un abrazo para mí.

Te amo, te extraño... siempre estarás conmigo.

Dedicatorias

*Este trabajo es un símbolo que marca el fin de una etapa, de una meta en mi vida, la cual quiero dedicársela a **mis padres: Teófilo Chávez Suárez e Hilaria García Rosas** y así mismo agradecerles infinitamente que con su apoyo incondicional lograron que la concluyera. Gracias Teofi!, por la confianza que me has dado, por ser como eres, estoy orgullosa de que seas mi papá. Gracias por tus cuidados, consejos y sobre todo por permitir que nos conozcamos más, al cambiar juntos, aceptando nuestras ideas, adaptándonos a los cambios que nos da la vida. Te amo!!*

*A **mis hermanos: Pedro, Lola, José** que me vieron crecer, que cuidaron y cuidan de mí. A cada uno de ustedes que han puesto el ingrediente especial a mi vida, para seguir adelante a pesar de los malos momentos que pasamos, pero sin embargo cómo decía Yaya ila vida sigue!. Espero que no echen en saco roto todo lo que nos enseñó y dio, que sirva de algo todo lo que sufrió....*

Este logro fue más sencillo gracias a la gran familia que tengo, no permitan que cosas superficiales nos separen, o peor aún las vanales, no permitan que el amor se nos acabe.

A mis cuñadas y cuñado: Esmeralda, Jeannette y Luis no olviden que detrás de un buen hombre, hay una excelente mujer!!. Gracias por todo su apoyo, por ser parte de la familia y por mis sobrinos: Ana Llaset, Emmanuel, Job, Dana, Sofí , luces de esperanza, de sueños por lograr... los quiero!!!

Agradecimientos.

*A la **M. en C. Guadalupe Ponce Vélez** por ser una gran persona y asesora. Por su paciencia, dedicación y conocimientos brindados para la realización de este trabajo. Y sobre todo por creer en mí. Muchas gracias Mayestra!! por los excelentes momentos que me hicieron vivir, y por el gran apoyo cuando más lo necesitaba. Por enseñarme que debemos siempre enfrentar las cosas, entre más pronto mejor!*

*De manera muy especial al **Dr. A. V. Botello** por darme la oportunidad de entrar a su equipo de trabajo, creer en mí y brindarme su apoyo, de lo contrario esto no hubiese podido ser.*

*El más sincero agradecimiento al **Dr. Gilberto Díaz** por permitirme conocer el mundo de la Química Analítica, enseñarme que todo puede resolverse con serenidad y paciencia, sin olvidar el orden. Gracias por los buenos momentos al compartír un balón de basketball.*

*A todos los miembros y por que no?... **amigos** del Laboratorio de Contaminación Marina, ICMYL, UNAM, por sus enseñanzas y consejos en el trabajo académico y constante disposición. Por su agradable compañía que hacen un ambiente de trabajo como ellos solo saben.... Especialmente a mis Armanas **H. B. F. Bringas L.** por su amistad, tiempo, tolerancia y travesuras. **M. en C. García Ruelas C. E.** por los buenos momentos, por su cariño y por permitirme ser parte de su "familia". Al **Dr. Nuñez Nogueira G.** por los conocimientos brindados, su buen humor, por esas enriquecedoras y agradables charlas de las tardes, donde el tiempo es relativo!!, lo recuerda??. A **Sam** que ya formas parte de este grupo de amigos, gracias por tu amistad y por ser una persona linda.*

*A la **Biól. Rosaura Páez Bristaín** por sus comentarios, conocimientos y consejos, que sin conocerme bien me escuchaste y me animaste a seguir adelante.*

*Por los valiosos comentarios del **jurado asignado** que lograron enriquecer este manuscrito de tesis.*

*Al **Mat. Ignacio Palomar** por su asesoría y apoyo en la impresión de este trabajo.*

A la **Facultad de Química** que llegó a ser mi segunda casa, donde conocí grandes personas: **grupo 14 “Arbol antillano”**. Hermanos de profesión, de conocimientos, por que no... de parranda; a **mis compadres**. Mi súper **equipo de basketball** que trajo grandes amigos, experiencias inolvidables, momentos invaluable, logrando una estancia placentera. Gracias **Fanny** por ese espíritu de lucha... **Robert** por la paciencia y tiempo dedicado...**Donas** por tu espíritu aventurero, cariño, apoyo, amistad. Me encantaría mencionar a todos y a cada uno de ustedes pero creo que no es posible... Saben que todos guardan un lugar en mi corazón. Gracias al **Fifty-Fifty**: tres alas, tres postes!!! Jiji. Y nuevamente gracias por su amistad incondicional. No lo olviden Si a todo!! . **Amigas de carrera: Alis, Liz, Lili**, que sin duda logramos formar un excelente equipo de trabajo, además del plus...la amistad. **Jóse Luis** por tu cariño, amistad, por lo que vivimos juntos. Que Dios los bendiga!!!.

A la **UNAM** por brindarme la oportunidad de ser orgullosamente PUMA.

Indudablemente debo de agradecer a **Dios** por todo lo que me ha dado (quizá hasta quitado...eso no lo voy a discutir), por rodearme de gente linda, que vale mucho, por ponerme en el momento preciso, en el lugar preciso. Gracias **Crhistian** por los momentos maravillosos que he vivido contigo, por tu agradable compañía, por permitirme ser yo, por el apoyo brindado en este tiempo, paciencia, respeto, enseñarme a vivir, por quererme... no tengo palabras para expresarte todo lo que siento por ti. Ah!! y por la USB que sin ella me hubiese sido más complicado la elaboración de esta tesis.

A todos aquellos que contribuyeron para hacer posible esta tesis.

Una vez más, gracias a todos.

El tener lo “mejor” no te hace
ser el “mejor”, lo mejor
está dentro de tí.

INDICE GENERAL

1. Resumen	1
2. Introducción	2
3. Antecedentes	4
3.1 Plaguicidas	4
3.1.1 Definición	5
3.1.2 Clasificación	5
3.1.3 Plaguicidas Organoclorados (PO)	6
3.1.4 Movimiento y destino de los plaguicidas organoclorados en el ambiente	8
3.1.5 Degradación de plaguicidas	13
3.1.6 Metabolismo y mecanismos de acción de plaguicidas organoclorados	14
3.2 Uso de plaguicidas en México	16
3.2.1 Situación de plaguicidas en México.....	17
3.3 Normatividad de plaguicidas organoclorados	19
3.4 Métodos analíticos para la determinación de plaguicidas organoclorados	20
3.5 Objetivos	
3.5.1 Objetivo General	22
3.5.2 Objetivos Particulares	22
3.6 Hipótesis	22
3.7 Zona de estudio	23
3.7.1 Aspectos generales	23
3.7.2 Generalidades de organismos encontrados en la Laguna El Yucateco, Tabasco (2004-2005)	27
4. Metodología	
4.1 Colecta de organismos	29
4.2 Secado, molienda y homogenizado	30
4.3 Determinación de grasa y humedad	30
4.4 Extracción y purificación de plaguicidas organoclorados	31

4.5 Análisis cromatográfico	32
4.5.1 Condiciones del cromatógrafo	32
4.5.2 Curva de calibración	32
4.6 Cálculos	33
5. Resultados y Análisis de resultados	34
5.1 Colecta de organismos	34
5.2 Determinación de humedad y grasa	36
5.3 Colecta 2004	
5.3.1 Junio (temporada de secas)	37
5.3.2 Septiembre (temporada de lluvias)	42
5.4 Colecta 2005	
5.4.1 Abril (temporada de secas)	44
5.4.2 Septiembre (temporada de lluvias)	47
6. Conclusiones	59
7. Bibliografía	61
8. Glosario	65
Anexo I <i>Cromatogramas individuales por organismos</i>	i
Cromatograma 1: Estandar Externo con estándar interno	ii
Cromatograma 2: Bagre <i>Ariopsis felis</i>	iii
Cromatograma 3: Chaqueta <i>Oligoplites saurus</i>	iv
Cromatograma 4: Jaiba Azul <i>Callinectes sapidus</i>	v
Cromatograma 5: Lisa <i>Mugil curema</i>	vi
Cromatograma 6: Mojarra castarrica <i>Cichlasoma octofasciatum</i>	vii
Cromatograma 7: Mojarra pinta <i>Cichlasoma pearsei</i>	viii
Cromatograma 8: Pejelagarto <i>Atractosteus tropicus</i>	ix
Cromatograma 9: Robalo <i>Centropomus pectinatus</i>	x
Cromatograma 10: Sabalo <i>Megalops atlanticus</i>	xi
Anexo II <i>Generalidades de organismos</i>	xii
Bagre <i>Ariopsis felis</i>	xiii
Chaqueta <i>Oligoplites saurus</i>	xiv
Jaiba Azul <i>Callinectes sapidus</i>	xv
Lisa <i>Mugil curema</i>	xvi
Mojarra castarrica <i>Cichlasoma octofasciatum</i>	xvii
Mojarra pinta <i>Cichlasoma pearsei</i>	xviii
Pejelagarto <i>Atractosteus tropicus</i>	xiv
Robalo <i>Centropomus pectinatus</i>	xx
Sabalo <i>Megalops atlanticus</i>	xxi

1. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue analizar el grado de contaminación por plaguicidas organoclorados (PO) en productos pesqueros provenientes de la Laguna El Yucateco, Tabasco destinados al consumo humano por la población aledaña a la zona. Así como también conocer los posibles riesgos que podrían ser atribuidos a estos contaminantes.

Se evaluaron 16 PO (*Alicíclicos*: alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH y delta-HCH; *aromáticos*: p,p'-DDE, p,p'-DDT, y p,p'-DDD; *ciclodiénicos*: aldrín, dieldrín, endrín, endrín aldehído, heptacloro, epóxido de heptacloro, endosulfán I, II y sulfato de endosulfán) en 9 diferentes especies de peces (*Ariopsis felis*, *Atractosteus tropicus*, *Callinectes sapidus*, *Cetropomus pectinatus*, *Cichlasoma octofasciatum*, *Cichlasoma pearsei*, *Megalops atlanticus*, *Mugil curema* y *Oligoplites saurus*) capturadas durante el período 2004-2005 en temporadas de secas y lluvias. Cada especie fue tratada mediante la técnica propuesta por la **UNEP FAO/IOC/IAEA (1986)**. La identificación y cuantificación de PO se realizó utilizando un cromatógrafo de gases (ECD ⁶³Ni) con el método de estándar externo (mezcla de 16 PO Chem. Service, Inc) y un estándar interno (1-Bromododecano 10ppb Chem. Service, Inc), realizándose una curva de calibración con seis diferentes concentraciones (30ppb, 25ppb, 20ppb, 10ppb, 5ppb, 1ppb) de la solución que contiene los 16 analitos, obteniendo así el factor de respuesta para cada uno de ellos.

La mayor concentración fue para el **sulfato de endosulfán** (63.74 ng g⁻¹, Sept. 2005), seguido del **aldrín** (38.13 ng g⁻¹, Junio 2004), **p,p'-DDT** (27.74 ng g⁻¹ Junio, 2004; 18.35 ng g⁻¹, Abril, 2005), **endosulfán I** (11.09 ng g⁻¹, Sept. 2004), **endrín** (10.89 ng g⁻¹, Sept. 2004) y **heptacloro** (9.07 ng g⁻¹, Abril 2005 y 8.61 ng g⁻¹, Junio, 2004). Hay que resaltar que el aldrín, endrín y heptacloro son plaguicidas no registrados en el Catálogo Oficial de la CICOPLAFEST, 2004 lo que indica que su uso no está autorizado en México, y según las Normas **NOM-027-SSA1-1993 Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos – refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias** y la **NOM-029-SSA1-1993 Productos de la pesca, crustáceos frescos, refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias**, indican que los productos objeto de ellas no deben contener residuos de estos plaguicidas por lo que en forma estricta estos peces no deberían ser consumidos por los habitantes de la Laguna El Yucateco, Tabasco, México.

2. INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la humanidad, se ha visto que el hombre se auxilia de diversos medios para combatir algunas plagas corporales o para realizar actividades agrícolas tan necesarias para producir alimentos y así satisfacer la demanda de las grandes poblaciones, es por eso que se han producido (*xenobióticos*) sustancias dañinas al medio ambiente que no existen de manera natural, cuyo uso se ha incrementado en las últimas décadas en forma considerable, en el último siglo se han desarrollado compuestos orgánicos y sintéticos (plaguicidas) que finalmente van al ambiente intencionalmente o por accidente.

El uso intensivo de estos compuestos originó grandes problemas de contaminación ambiental, tal es el caso de la presencia de DDT en diversos productos alimenticios. Los plaguicidas organoclorados han sido utilizados ampliamente desde 1940 hasta 1960 con efectos benéficos en el control de la malaria, sin embargo hoy en día son considerados como sustancias altamente persistentes capaces de permanecer en el ambiente durante décadas debido a su escasa biodegradación, conservando sus propiedades tóxicas. La contaminación en el ambiente es por aplicaciones directas en cultivos, derrames accidentales, lavado inadecuado de tanques contenedores o filtraciones en los depósitos de almacenamiento.

Otra característica importante de los plaguicidas organoclorados es su hidrofobicidad, lo que facilita la bioacumulación en tejidos corporales con alto contenido de lípidos. El proceso de biomagnificación se presenta a través de la cadena alimenticia, el plaguicida organoclorado se distribuye a través de ella, se concentra en cada nicho ecológico y se acumula hasta que alcanza una concentración letal para algún organismo de la cadena.

Algunos plaguicidas son carcinógenos, mutagénicos, todos causan lesiones degenerativas en hígado y riñón, son estimulantes del sistema nervioso central, provocan reacciones alérgicas como vómito, cefalea leve o intensa, conjuntivitis, diarrea, calambres abdominales, dificultad para respirar.

Se debe tener en cuenta que este tipo de plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas bióticos (animales y plantas) y abióticos (suelo, aire, agua) amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública.

Es por ello que en el presente trabajo se analizan plaguicidas organoclorados en productos pesqueros de la Laguna El Yucateco, Tabasco, México, que son capturados para consumo humano por los habitantes aledaños a dicha laguna. La intoxicación por plaguicidas es un problema grave de salud pública que no ha tenido la importancia que requiere. Este tipo de estudios son un apoyo para conocer y evaluar de manera general el riesgo que puede originar la presencia de plaguicidas organoclorados en productos alimenticios.

3. ANTECEDENTES

Las plagas son la causa de miles de toneladas de alimentos perdidos en Latinoamérica. En México, por ejemplo, después de los daños y pérdidas causadas por adversidades climatológicas, siguen siendo importantes las ocasionadas por plagas y enfermedades, de lo que se calcula entre el 25% y 30% del total de la producción (Vega y León, 1998; Enríquez, 2005).

Se ha reportado que la mecanización y el uso de compuestos químicos han aportado a la humanidad un beneficio sustancial en la producción agrícola donde las cosechas se han visto incrementadas y las pérdidas en la producción se han reducido significativamente (Hotchkiss, 1992); sin embargo su uso irracional ha dado origen a diversos problemas tanto ambientales como de salud, especialmente en aquellos países que no poseen el personal calificado y los medios técnicos para controlar, vigilar su distribución y su uso racional (Bejarano, 2004).

3.1 PLAGUICIDAS

3.1.1 DEFINICIÓN

Se entiende por plaguicida a "aquella sustancia o mezcla de sustancias que son destinadas al control de cualquier plaga, incluyendo los vectores responsables de la transmisión de enfermedades humanas y de animales, las especies no deseadas que causen perjuicio o que interfieran con el mejor aprovechamiento de la producción agropecuaria y forestal (durante el almacenamiento y transporte) de los bienes materiales, así como los que afectan el bienestar del hombre y de los animales" (CICOPLAFEST*, 2004).

* CICOPLAFEST: Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas publica un Catálogo Oficial de Plaguicidas, documento oficial que contiene la lista y las especificaciones de uso de los plaguicidas autorizados y su categoría toxicológica (SEMARNAP, 1999).

Se trata también de productos para conservación de madera, fungicidas e insecticidas de uso doméstico, herbicidas y productos para adelantar la maduración, evitar la caída de los frutos, inhibir la germinación, entre otros. Todos ellos se diferencian por su composición química, por sus propiedades físicas y sus efectos fisiológicos, se les considera potencialmente carcinogénicos, también pueden provocar alteraciones a los sistemas endocrino, reproductivo y nervioso (*Erdogrul et al., 2005*). Estos productos presentan la característica común de ser biológicamente muy activos (*Naso et al., 2005*). Desafortunadamente la selectividad de especie blanco de los plaguicidas no está tan bien perfeccionada como podría esperarse, por lo que, especies a las cuales no están dirigidos suelen quedar afectadas debido a que poseen sistemas fisiológicos o bioquímicos similares al de los organismo blanco (*Klaassen et al., 1997*).

3.1.2 CLASIFICACIÓN

Según la Asociación Mexicana de la Industria de Plaguicidas y Fertilizantes A.C. (AMIPFAC, 1985) se pueden clasificar a los plaguicidas para su estudio de diversas maneras, por su uso (agrícola, urbano, pecuario, industrial, forestal, doméstico); composición química (organoclorados, triazinas, organofosforados, compuestos de cobre, piretroides, carbamatos, entre otros); forma de aplicación (sólido, líquido y gases); modo de acción (de contacto, repelentes, de ingestión, defoliantes, fumigantes); organismos que controlan (insecticidas, acaricidas, bactericidas, rodenticidas, avicidas y otros); persistencia y toxicidad.

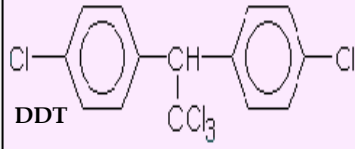
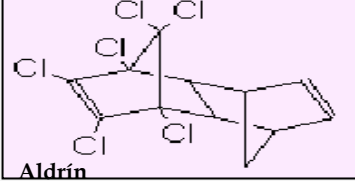
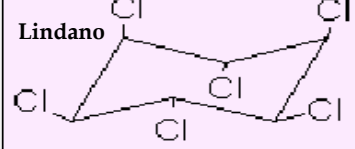
Al agruparlos por su composición química se tiene la ventaja de contar con un criterio uniforme y científico estableciendo una correlación entre su estructura la actividad, así como también con la toxicidad y finalmente con el mecanismo de degradación. El Catálogo Oficial de Plaguicidas los clasifica en: *organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, de cobre, tiocarbamatos, ftalmidas, carboxamidas, carboximidias, guanidinas y naftoquinonas, organoestánicos, orgánicos con azufre, clorofenoxi, dinitrofenoles, derivados de la urea, triazinas, derivados de los ácidos tricloroacético y tricloropicolínico, bupiridílicos y otros*, así como también los plaguicidas de *origen botánico*, cuya sustancia activa es extraída de plantas, por ejemplo el piretro, y por último los plaguicidas *biológicos*, que son microorganismos o derivados de su metabolismo formulados como insumos que pueden controlar a una plaga en particular, por ejemplo *Bacillus thuringiensis* (*Albert, 1996*).

Tienen una amplia utilización en la lucha contra vectores transmisores de enfermedades del hombre, así como en la protección de los recursos agropecuarios y forestales; además de su bajo costo.

3.1.3 PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS.

Son compuestos orgánicos, sintéticos (xenobióticos) que presentan en su molécula por lo menos un átomo de cloro en sustitución del hidrógeno del carbono correspondiente. Su estructura cíclica y su peso molecular (291-545 Dalton) los hace muy parecidos químicamente a los hidrocarburos clorados utilizados como disolventes (Smith, 1997). Constituyen un grupo muy diverso de agentes que pueden dividirse en tres clases químicas: *la familia del DDT* o bien *aromáticos* (estructuras relacionadas con el diclorodifeniletano), *la familia de los ciclodiénicos* y por último *la familia de los alicíclicos* o bien *BHC (hexaclorobenceno)* (Tabla 1).

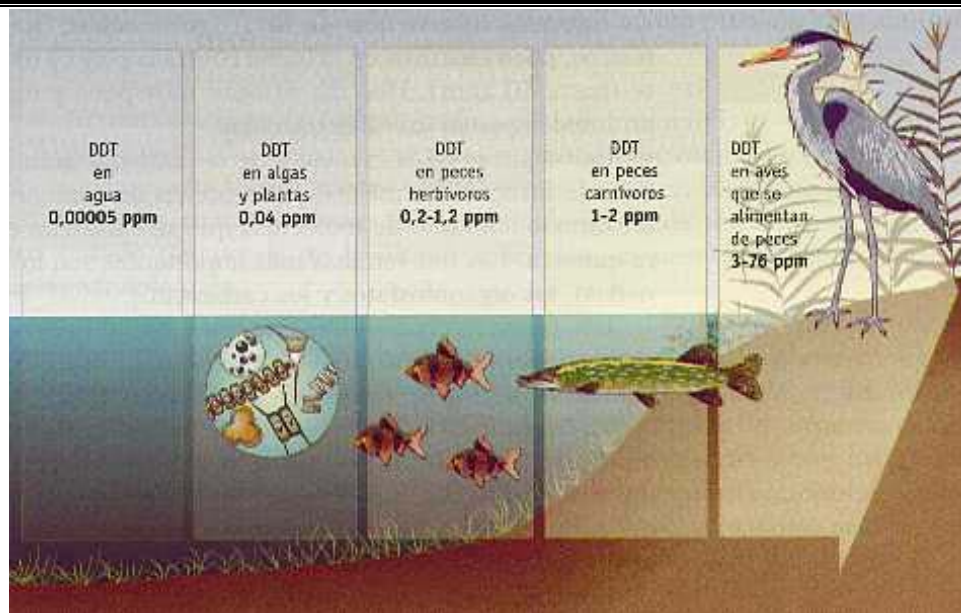
Tabla 1. Clasificación estructural de plaguicidas organoclorados (Klaassen et al., 1997).

Aromáticos	 <p>DDT</p>	DDT, DDD, DDE, Dicofol, Metoxiclor
Ciclodiénicos	 <p>Aldrin</p>	Aldrín, dieldrín, endrín, endrín aldehído, heptacloro, endosulfán I y II, sulfato de endosulfán.
Alicíclicos	 <p>Lindano</p>	Hexaclorociclohexano, con isómeros alfa, beta y gamma o lindano.

Los plaguicidas organoclorados (PO) fueron usados ampliamente en la agricultura y en programas para control de malaria desde 1940 hasta 1960 con efectos benéficos (*Barriada et al., 2004; Sun et al., 2005*), sin embargo hoy en día se les considera como sustancias químicas capaces de provocar un riesgo ambiental, debido a que son altamente persistentes, es decir, pueden permanecer en el ambiente décadas, tal es el caso del DDT conservando sus propiedades tóxicas (*Klaassen et al., 1997; EPA, 2000, INE, 2000*), debido a su escasa biodegradación en comparación con otros compuestos, ya que el átomo de cloro presente en la molécula, es poco reactivo, finalmente acaban siendo metabolizados a productos menos halogenados e hidroxilados (*Smith, 1997; Naso et al., 2004*).

Son liposolubles, presentando valores altos de coeficientes de partición grasa/agua ($\text{Log } K_{O/W} > 1$) lo que facilita la capacidad de penetrar a través de las membranas biológicas (piel, gastrointestinal, alveolar, placenta) y acumularse en los tejidos corporales con un alto contenido de lípidos (hígado, riñones, sistema nervioso, tejido adiposo), en los cuales los residuos desencadenan algún efecto biológico como son las tasas de crecimiento, alteraciones en la fase de reproducción y crecimiento además de provocar la muerte de organismos (*Begoña et al., 2004; Hong et al., 2004*) o pueden ser almacenados en el tejido adiposo sin alteraciones (bioacumulación) impidiendo que lleguen a sitios críticos del sistema nervioso, mientras no exista una enfermedad o tensión, de lo contrario estos compuestos son movilizados y pueden llegar a estar en la sangre en concentraciones suficientes para causar intoxicación aguda (*Klaassen et al., 1997; EPA, 2000; INE, 2000*).

También sufren procesos de biomagnificación a través de la cadena trófica, aumentando así a lo largo de estas mismas la toxicidad de los alimentos (Fig. 1). Tienen un amplio espectro de difusión, baja presión de vapor lo que determina su volatilidad, poco solubles en agua lo que influye en la infiltración en el suelo hacia los mantos acuíferos. Son en menor o mayor grado estables al calor, al aire (O_2 y CO_2), a la humedad, a la luz visible y ultravioleta y a los medios ácidos, sin embargo, hay algunos que en condiciones alcalinas se deshalogenan fácilmente (*CICOPLAFEST, 2004*).



ppm= mg L^{-1} ó mg kg^{-1}

Figura 1. Biomagnificación del DDT en una cadena alimentaria acuática (Echarri, 1998).

3.1.4 MOVIMIENTO Y DESTINO DE LOS PLAGUICIDAS EN EL AMBIENTE.

Las fuentes de contaminación ambiental por plaguicidas están dadas por la agricultura contribuyendo con un 68%, la industria y el comercio abarcan el 17% y por último el hogar y el jardín con un 8% del total de ésta (Wayland et al., 1991), las cuales incluyen:

- Aplicación directa en el riego de la superficie
- Transporte atmosférico
- Contaminación de la tierra y agua
- Descarga de desechos industriales
- Agua de uso en casa y descarga por plantas de tratamiento de agua
- Descarga de material de desecho.

El principal origen de la mayor parte de plaguicidas organoclorados o sus metabolitos que se encuentran en aire y suelo, es consecuencia de las aplicaciones que se realizan a los

cultivos agrícolas y forestales mediante distintos métodos de aplicación terrestre y aéreos (Enríquez, 2005) (Fig. 2).

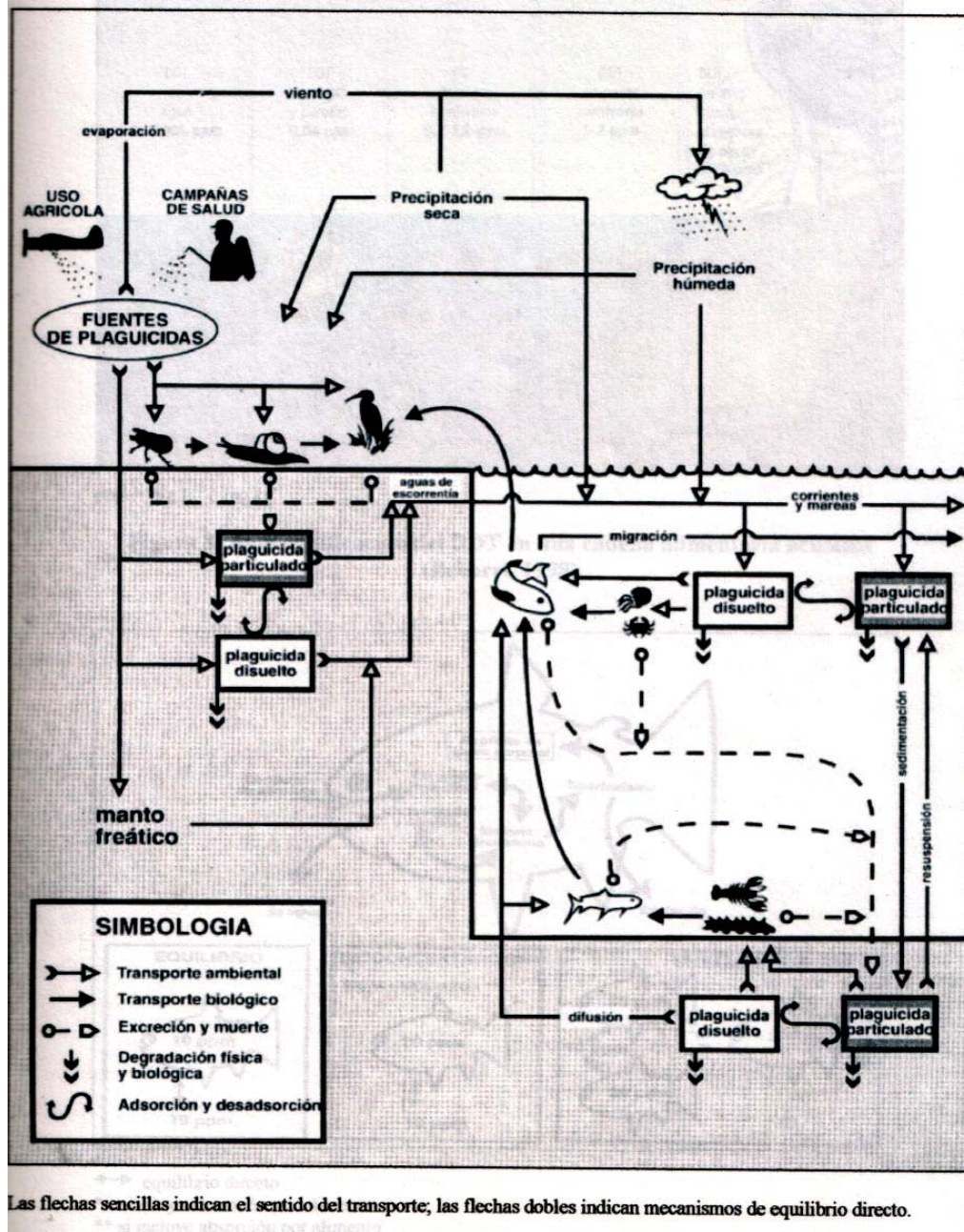


Figura 2. Mecanismos de transporte de los plaguicidas en la zona costera (Albert y Benitez, 1996).

De acuerdo al método de aplicación, los depósitos del plaguicida es decir, la cantidad que queda sobre el vegetal inmediatamente después del tratamiento, pueden variar por muchos factores:

- Dosis del plaguicida aplicado
- Naturaleza química del plaguicida
- Características de la aplicación (tamaño de la gota)
- Naturaleza y morfología de la superficie vegetal
- Condiciones climáticas, entre otros.

Los plaguicidas liberados pueden moverse hacia distintos medios de acuerdo a las condiciones climáticas, a las características fisico-químicas tanto de los mismos como de los receptores ambientales, quedando reflejado en la persistencia de éstos en el ambiente.

A través de los procesos de transporte (*volatilización, precipitación, lixiviación, escurrimiento*) (Fig. 3) (Yang et al., 2005) llegan eventualmente a los ecosistemas acuáticos donde principalmente pueden permanecer sin cambios en el agua, ser degradados parcial o totalmente, regresar a la atmósfera por volatilización, la cual está dada por la tensión de vapor del plaguicida (10^{-4} a 10^{-8} mm Hg) por lo que quizá sea la más importante en el movimiento del plaguicida hacia la atmósfera después de la aplicación. La volatilización es aumentada por el viento y la temperatura (Rosales-Hozz, 1979; Restrepo y Franco, 1988; Albert y Alpuche, 1990).

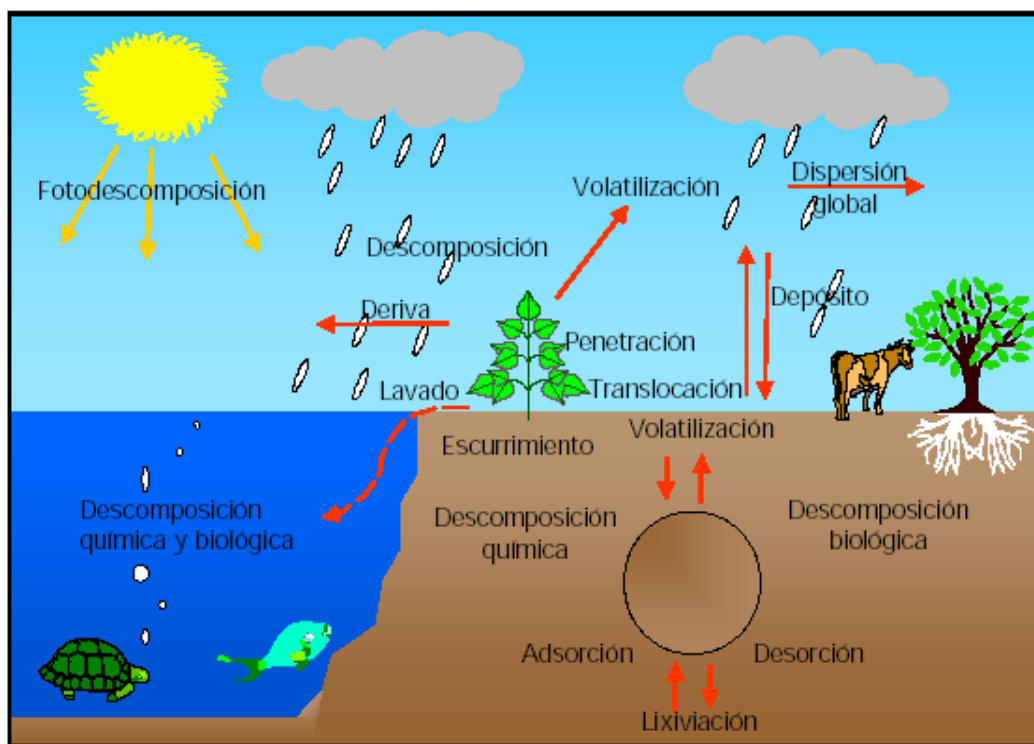
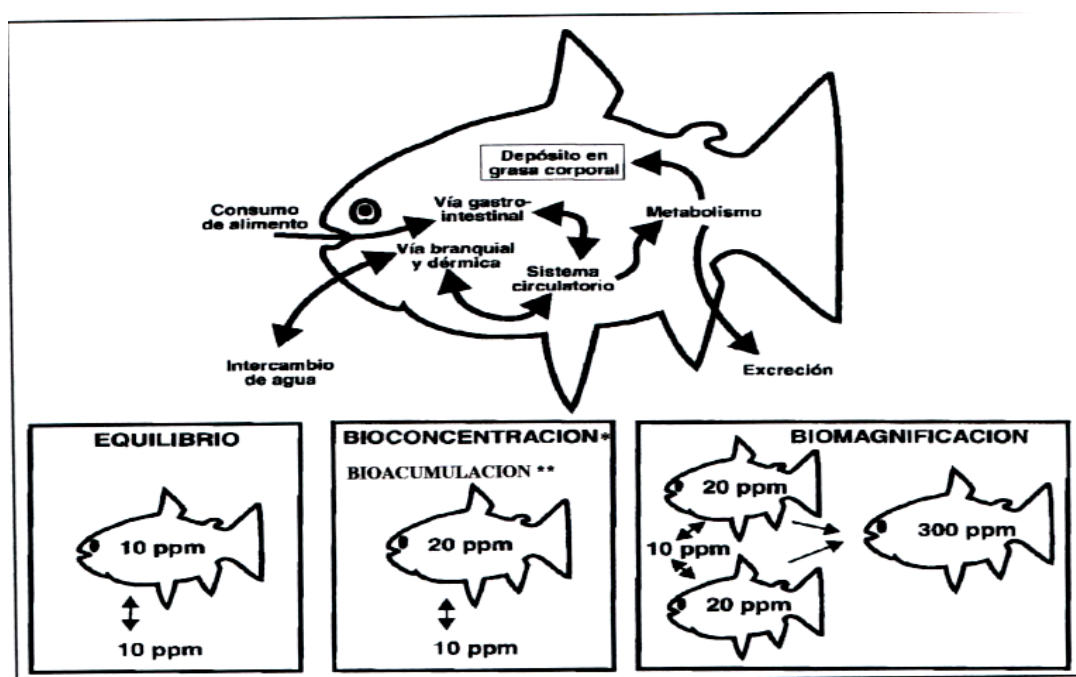


Figura 3. Movimiento y destino de los plaguicidas en el ambiente (INE, 1999).

Pueden ser adsorbidos por partículas suspendidas y sedimentos, absorbidos y/o consumidos ya sea directa o indirectamente por fitoplancton, zooplancton, vegetación acuática, peces y moluscos, entre otros procesos; por lo que estos organismos pueden bioconcentrar (captación del contaminante por absorción del agua solamente, vía respiratoria y/o piel) o incluso bioacumular (aumento de la concentración del contaminante en un organismo acuático comparado con la del agua, vía oral- absorción por los alimentos-, transporte a través de la superficie respiratoria y absorción cutánea) estos xenobióticos, pudiéndose presentar también el proceso de biomagnificación (la concentración del contaminante en el organismo excede la de su dieta, debido a la absorción a través de su alimento) hasta alcanzar concentraciones muy elevadas en los últimos eslabones de la cadena alimenticia (Figs. 1 y 4).

Una vez volatilizado el plaguicida, se presenta la lixiviación proceso por el cual se desplaza hacia el interior del compartimento suelo fuera de su área objetivo, éste depende de las características químicas del plaguicida y las propiedades químicas y físicas del suelo; la *adsorción* en el suelo es medida por el coeficiente de adsorción del producto (K_d), es decir, la

inmovilidad del plaguicida. Un aumento en la *humedad* implica en la mayoría de los casos un aumento de la sustancia disuelta, por ende mayor desplazamiento hacia los estratos más profundos del suelo. En suelos minerales y *pH* ácido puede ser lixiviado con mayor facilidad hasta aguas subterráneas. Si el *pH* es básico y presenta concentraciones altas de materia orgánica y poca disponibilidad de oxígeno, su persistencia aumenta. Mientras que en organismos, cuando el *pH* es ácido ($pH=4$) estos compuestos se encuentran protonados lo que aumenta su lipofilicidad y su bioacumulación; a *pH* básico ($pH=9$) se encuentran ionizados, por lo que disminuye la lipofilicidad aumentando la toxicidad en los organismos acuáticos, un ejemplo de esto es el pentaclorurato de sodio (CICOPLAFEST, 2004). La adsorción del plaguicida a la superficie del suelo es una reacción exotérmica (Enriquez, 2005); estos parámetros pueden modificar la toxicidad del plaguicida para una especie animal (Wayland et al., 1991).



↔ equilibrio directo
*no incluye absorción por alimento
** si incluye absorción por alimento
ppm = $mg L^{-1}$ ó $mg kg^{-1}$

Figura 4. Procesos de bioconcentración, bioacumulación y biomagnificación en organismos acuáticos (modificado de Albert y Benitez, 1996).

3.1.5 DEGRADACION DE PLAGUICIDAS

Los procesos que contribuyen a la descomposición y por tanto a una disminución de la persistencia, se pueden clasificar en químicos, físicos y biológicos. De acuerdo a sus propiedades y las características químicas del plaguicida como del entorno en el que se encuentra depositado. La persistencia de los organoclorados en suelo puede variar de 200 a 700 semanas (Tabla 2).

Tabla 2. Ejemplo de la persistencia y bioacumulación de algunos plaguicidas (INE, SEMARNAP, 1999).

PLAGUICIDA	PERSISTENCIA EN SUELO (SEMANAS)	FACTOR DE BIOCONCENTRACIÓN
<u>ORGANOCOLORADOS</u>		
Aldrín	530	4444 (pez)
Dieldrín	312	3300 (pez)
Endrín	624	1000 (pez)
DDT	546	70 000 (ostra)
Hexaclorobenceno (HCB)	208	60 (ostra)
γ - Hexaclorociclohexano (γ -HCH)	728	60 (ostra)
<u>ORGANOFOSFORADOS</u>		
Malatión	2	0 (camarón)
Paratión	8	9 (No especificado)
Forato	2	0 (pez)

Algunos plaguicidas se degradan en el suelo, mediante la *mineralización*, donde el plaguicida es transformado en compuestos un poco más simples, el resultado de este proceso es causado por reacciones de hidrólisis, fotólisis y también por procesos de degradación metabólica mediada por microorganismos, los cuales utilizan a los plaguicidas como fuente de carbono (*Enriquez, 2005*); siendo la vía principal de transformación del ambiente, aun cuando el número de éstos capaz de biotransformar este tipo de compuestos es limitado. Un ejemplo es el DDT (diclorodifeniltricloroetano) que es modificado por algunas bacterias, hongos y algas, a través de reacciones enzimáticas cuyas transformaciones pueden ocurrir en medios aeróbicos o anaeróbicos. El primer producto final es el DDE (diclorodifenildicloroetileno), seguido del DDD (diclorodifenildicloroetano); entre los factores físicos, destacan la *temperatura y la radiación solar*. La fotólisis es el proceso mediante el cual, la luz ultravioleta causa la transformación en el ambiente.

Algunas veces los metabolitos resultantes son más persistentes y tóxicos, por ejemplo, en los seres vivos o en presencia de peróxidos en el ambiente, el aldrín se oxida para transformarse en su epóxido conocido como dieldrín; lo cual no se considera como proceso de degradación ya que su metabolito también tiene actividad insecticida, siendo más estable y tóxico por ende más persistente (*Smith, 1997*). Los isómeros I y II (α y β), del endosulfán, son bastantes resistentes a la fotodegradación, pero sus metabolitos sulfato de endosulfán y diol de endosulfán si son susceptibles a ésta. Otro ejemplo es la transformación del α -HCH en pentaclorociclohexano por efecto de la luz ultravioleta (*Leyva-Cardoso, 2003*).

3.1.6 METABOLISMO Y MECANISMOS DE ACCIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS.

Una vez que los PO son absorbidos, atraviesan las barreras biológicas (piel, gastrointestinal, pulmonar-alveolar, placentaria) para pasar al torrente sanguíneo y ser distribuidos por todo el organismo, estableciéndose así un equilibrio de concentraciones entre los elementos grasos y proteicos constitutivos de la sangre y el tejido adiposo (Fig. 5). Se pueden encontrar diferentes concentraciones en hígado, órgano en el cual se lleva acabo el proceso de *biotransformación*, mediante sistemas microsomales hepáticos, así como también en riñones y otros órganos, dependiendo de la dosis absorbida.

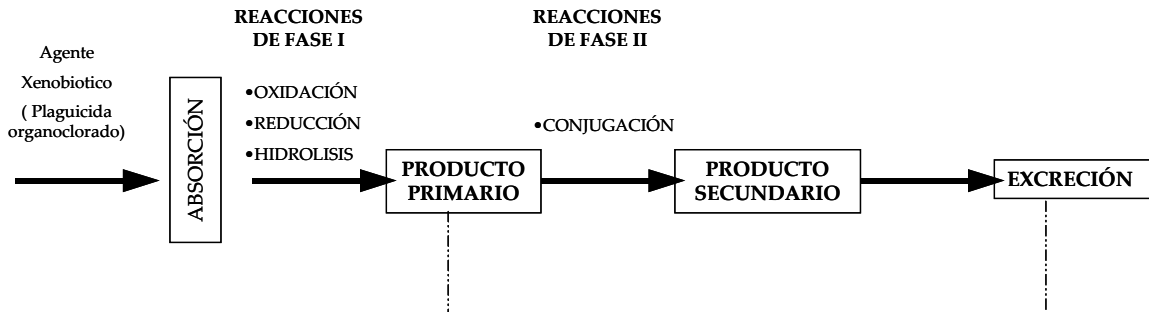


Figura 5. Proceso de Biotransformación de Agentes Xenobióticos (Plaguicidas Organoclorados)

Los procesos de biotransformación son diferentes según la familia química. Pueden ser metabolizados por oxidación microsomal (citocromo P-450), si la concentración del agente xenobiótico es alta puede transformarse en compuestos epóxidos, más tóxicos, antes de hidroxilarse, tal es el caso de la formación del dieldrín a endrín. Algunos se transforman en derivados tóxicos liposolubles como es el caso del DDT cuyos metabolitos son DDE, DDD principalmente. Otros derivados del clorobenceno dan lugar a productos ácidos hidrosolubles que pueden ser excretados por orina, otros pueden ser excretados vía biliar por materia fecal (Smith, 1997).

La principal fuente de exposición a estos contaminantes es el consumo de productos de origen marino de áreas contaminadas. La absorción intestinal de los plaguicidas organoclorados puede verse influenciada por la cantidad de fibra y grasa presentes en la dieta así como también del total de la ingesta (Smith, 1997; Naso et al., 2004).

La distribución metabólica del DDT y DDE, del isómero β -HCH, dieldrín, epóxido de heptacloro y mirex, tiende a ser lenta, lo que conduce a que se almacenen en la grasa corpórea. Los compuestos lipofílicos almacenables pueden ser excretados en la leche humana (EPA, 2000). Por otra parte, la rápida eliminación metabólica del lindano, endrín, y endosulfán reduce la posibilidad de que sean detectados como residuos en la grasa, sangre o leche.

La acción tóxica principal de los PO se dirige al sistema nervioso, en donde estos compuestos inducen a un estado de sobre excitación en el cerebro. Manifestándose principalmente en convulsiones, parestesia, agitación involuntaria, ataxia e hiperreflexia.

Agentes como el DDT tienden a causar efectos menos severos, mientras que los ciclodiénicos como el lindano están asociados con ataques más violentos y muertes (Klaassen et al., 1997). Las concentraciones elevadas de cloruros orgánicos aumentan la irritabilidad del miocardio, lo que predispone a arritmias cardíacas.

3.2 USO DE PLAGUICIDAS EN MÉXICO.

En México el DDT se ha utilizado por cinco décadas combatiendo el paludismo que ha sido un problema prioritario de salud pública, siendo una de las principales causas de defunción entre 1940 y 1950 (Cortinas et al., 1996; Fernández et al., 2005). De 1988 a 1999 la mayor aplicación de DDT se ha efectuado en las entidades del Pacífico y sur de México, así como en los estados de Veracruz y Tabasco. Durante este período, las viviendas de Chiapas fueron las que mayor cantidad de rociamientos recibieron, en ésta y otras cuatro entidades, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Sinaloa, se han registrado más del 70% de los casos de paludismo a través del tiempo y se ha concentrado el 60% de los rociamientos (CCA, 2000; Alegría et al., 2006).

La cantidad total de DDT utilizado en la lucha contra el paludismo en México de 1957 a 1999 fue de 69,545.4 ton., siendo rociadas 103,799,292 viviendas. La mayor cantidad de este PO se usó en el período de 1961 a 1980, posteriormente la tendencia en general fue decreciente (CCA, 2001) (Tabla 3).

Tabla 3. DDT utilizado en México en salud pública (paludismo) de 1957 a 1999 (CCA, 2001).

PERIODO	*VIVIENDAS ROCIADAS/AÑO	TONELADAS DE DDT/AÑO
1957-1960	5,723,034	3834.4
1961-1980	3342,750	2239.6
1981-1989	828910	555.3
1989-1991	1185583	794.3
1992-1999	379402	252.2
TOTAL	103,799,292	69,545.40

* 0.67 kg por vivienda.

El DDT también se utilizó en el control de piojos transmisores del tifo exantemático (*Pedicus humanus*) de 1965 a 1983. El uso más importante que se dió al DDT, además del control de vectores de enfermedades parasitarias humanas, fue para el control de plagas agrícolas, en especial en el cultivo del algodón; el periodo de mayor producción coincide con la aplicación intensiva de DDT (1958 a 1978), las principales zonas productoras fueron: la Comarca Lagunera, Coah. y Dgo., Apatzingán, Mich., las regiones del Noroeste y Noreste y Tapachula, Chis., entre otras (CCA, 2000 y 2001). Para este cultivo también se utilizaron otros PO como endrín y heptacloro; aunque este último también se aplicó en varios cultivos importantes como maíz, sorgo, melón, sandía, chile y jitomate. Por otra parte el HCH (BHC) se utilizó para maíz, sorgo y soya (Restrepo y Franco, 1988); según la Comisión Petroquímica Mexicana, este último fue el producto de mayor consumo dentro del grupo de organoclorados seguido por el DDT (CCA, 2000; Alegría et al., 2006).

3.2.1 SITUACIÓN DE PLAGUICIDAS EN MÉXICO.

En México se usa el 60% de los 22 plaguicidas considerados como perjudiciales para la salud y el ambiente; de ellos el 42% se fabrican en el país. De 90 plaguicidas que han sido cancelados o restringido en los Estados Unidos, 30 se usan en México (INEGI, 1992).

Según la Secretaría de Salud, el 80% de los 300 mil casos de intoxicación por plaguicidas registrados cada año en el mundo ocurren en países en vías de desarrollo. En México se emplean 260 marcas de las cuales, 24 están prohibidas y 13 restringidas, siendo las principales causas de intoxicación las deficientes medidas de control y previsión, en la tabla 4 se pueden observar algunos ejemplos de ellos así como también de los plaguicidas que están autorizados en México mientras que en otros países están prohibidos, resaltando en color rosa los plaguicidas analizados en este estudio.

Tabla 4. Situación de Plaguicidas en México. (CICOPLAFEST, 2004).

Plaguicidas prohibidos en México				
Triamifos	Erbon	DBCP	Mercurio	Formotión
Dialiafor	Acido 2,4, 5-T	Scradan	Clordano	Fumisel
Dieldrin**	Aldrín**	Endrín**	Heptacloro**	HCH**
Cloranil	Mirex	EPN	Clordecone	Nitrofen
Paration Etilico	Sulfato de Talio	Dinoseb	Toxafeno	
Plaguicidas restringidos* en México				
1,3 dicloropropeno	Dicofol	Forato	Aldicarb	Lindano**
Quintozeno	Metoxicloro*	Paraquat	Pentaclorofenol	DDT*
Plaguicidas prohibidos en otros países y autorizados en México				
Alaclor	Metidación	Captafol	Mevinfos	Triazofos
Endosulfán**	Carbarilo	Forato	2,4-D	Paratión Metílico
Diurón	Maneb			

Dentro de las principales fuentes de exposición humana a plaguicidas está su uso en la agricultura y especialmente en técnicas intensivas, por lo que los organismos internacionales, como la FAO (Organización para la Agricultura y la alimentación) y la OMS (Organización Mundial de la Salud), han establecido los niveles máximos admisibles respecto a la ingestión de plaguicidas en función de la toxicidad del producto activo y a la proporción del alimento en la dieta normal. Una vez establecidos los niveles máximos admisibles, las autoridades nacionales son las encargadas de establecer una legislación apropiada y vigilar cuidadosamente los límites máximos de los residuos de los plaguicidas mediante controles analíticos adecuados (Tabla 5).

** Los plaguicidas resaltados en color rosa, son algunos de los plaguicidas que se analizaron en este trabajo.

* éstos sólo podrán ser adquiridos en las comercializadoras mediante la presentación de una recomendación escrita de un técnico oficial o privado que haya sido autorizado por el gobierno federal. Su manejo y aplicación se efectuaran bajo la responsabilidad y supervisión del técnico autorizado que los haya recomendado.

Tabla 5 Niveles de tolerancia de plaguicidas organoclorados en peces de consumo humano (CODEX, 2006).

PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS	NIVELES DE TOLERANCIA (ppm ó mg Kg⁻¹)
DDT, DDD, y DDE	5.0
Aldrín y dieldrín	0.3
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0.3
Clordano	0.3
Clordecona (kepone)	0.3
Declorane (mirex)	0.1
Lindano	0.1
Endosulfán	0.1

Durante los últimos años, ha merecido también especial atención por parte de los científicos, el estudio de la exposición a los plaguicidas organoclorados a través de la alimentación. Muchos son los estudios realizados para la determinación de la cantidad de plaguicidas en diferentes alimentos y es interesante constatar el cambio en los patrones de presentación según se progresa con las restricciones de aquellos en los que se ha demostrado su toxicidad.

3.3 NORMATIVIDAD DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS.

Normas Oficiales Mexicanas (NOM)

En cuanto a crustáceos y peces se encuentra la **NOM-029-SSA1-1993** y la **NOM-031-SSA1-1993** Productos de la pesca, crustáceos frescos, refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias. En su apartado 6.5 Contaminación por plaguicidas, indica que los productos objeto de esta Norma no deben contener residuos de plaguicidas como: aldrín, dieldrín, endrín, heptacloro, kapone u otros prohibidos en el Catálogo Oficial de Plaguicidas

editado por CICOPLAFEST (Tabla 4). Lo mismo indica la **NOM-027-SSA1-1993** Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos – refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.

Normas Mexicanas (NMX)

Dentro de este rubro se encuentra la **NMX-F-474-2002** Productos de la pesca. Pescado fresco refrigerado de origen marino que contiene el apartado 6.2.1 *Contaminantes*, el cual dice que el producto objeto de esta Norma no debe sobrepasar los límites de contaminantes químicos y biológicos establecidos por la Secretaría de Salud en la Norma Oficial Mexicana NOM-027-SSA1, antes mencionada.

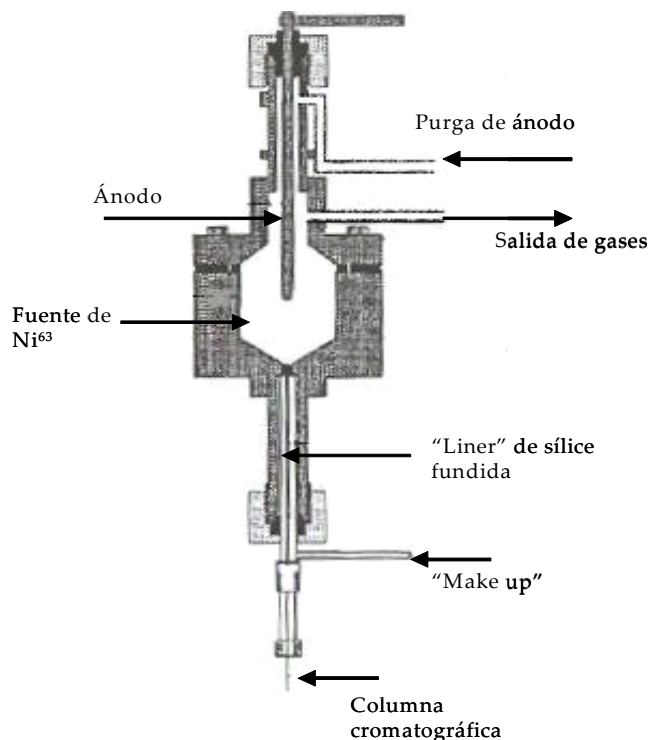
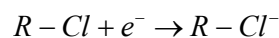
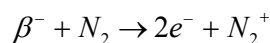
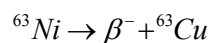
3.4 METODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCLODADOS.

Los métodos más utilizados para determinar PO y sus metabolitos en aire, agua, suelo, sangre, tejidos del cuerpo, leche materna, heces fecales, organismos, y otros biomarcadores de exposición, involucran la separación por cromatografía de gases con detector de captura de electrones, detector de conductividad eléctrica, acoplamiento a la espectrometría de masas (CG/EM) y al infrarrojo con transformada de Fourier (CG/FTIR); este último método es el menos confiable de todos, debido a que los plaguicidas organoclorados son débiles absorbedores de la energía infrarroja (*Hong et al., 2004*).

El uso de cromatografía de gases con detector de captura de electrones para la detección de los PO es el más común debido a su alta resolución y buena sensibilidad en el intervalo de nanogramos (*Colome y Cárdenas 2001*). Es especialmente sensible a moléculas que contienen halógenos, grupos carbonilo conjugados, grupo nitrilo, compuestos nitro y compuestos organometálicos (*Harris, 1992*).

El detector de captura de electrones (ECD) (Fig. 6) es un dispositivo que contiene en su interior una fuente radioactiva, usualmente ^{63}Ni , u otra capaz de emitir partículas β . Estas partículas provocan choques con las moléculas del gas acarreador (He) en la cámara del detector, que producen alrededor de 100 electrones secundarios por partícula β inicial. Los

choques sucesivos de estos electrones reducen su energía, lo que hace factible su captura por parte de las moléculas con afinidad electrónica transportadas por el gas acarreador, disminuyendo el número de electrones presentes en la celda del detector, es decir, hay una disminución de la corriente que fluye a través del electrodo colector. Esta disminución de señal es proporcional a la concentración de los componentes eluyentes (Harris, 1992; Skoog, 1994; Noa et al., 2003). Este flujo de electrones origina una corriente que se maneja a través de un electromedidor y un amplificador para producir una señal del orden de mV (Noa et al., 2003). Así este detector se basa en la electronegatividad de las sustancias eluidas y su habilidad para formar iones negativos. Las siguientes ecuaciones representan la reacción que se lleva a cabo dentro del detector:



**Figura 6. Esquema del detector de captura de electrones
(Cortesía de Hewlett Packard).**

3.5 OBJETIVOS

3.5.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar el grado de contaminación por plaguicidas organoclorados (PO) en productos pesqueros provenientes de la Laguna El Yucateco, Tabasco, destinados al consumo humano por la población aledaña a la zona, con el fin de conocer y evaluar de manera general el riesgo que puede originar la presencia de éstos en productos alimenticios.

3.5.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Identificar los plaguicidas organoclorados (PO) presentes en las diferentes especies capturadas de la Laguna El Yucateco, Tabasco.
- Determinar la concentración de los plaguicidas organoclorados presentes en la muestra de estudio
- Evaluar el riesgo que produce la presencia de plaguicidas organoclorados para los habitantes que consumen los productos pesqueros de dicha Laguna.

3.6 HIPÓTESIS

Sí la concentración de los residuos de plaguicidas organoclorados es la suficiente para dar origen a una contaminación marina en la laguna El Yucateco, Tabasco, los organismos acuáticos ahí presentes tendrán la capacidad de absorberlos y concentrarlos en sus tejidos grasos, debido a sus características de liposolubilidad y persistencia, por consiguiente, dependiendo de los niveles de concentración (dosis) se generará un riesgo en la salud humana por su consumo.

3.7 ZONA DE ESTUDIO

3.7.1 ASPECTOS GENERALES

Tabasco es una de las 32 entidades federativas que forman la República Mexicana; limita al norte con el Golfo de México, al noreste con Campeche, al sur con Chiapas, al oeste con Veracruz y al sureste con Guatemala. Su capital es Villahermosa. Se caracteriza por intensas lluvias durante los meses de septiembre, octubre y noviembre. Está dividido políticamente en 17 municipios: Balancám, Centla, Centro, Cárdenas, Comalcalco, Cunduacán, Emiliano Zapata, Huimanguillo, Jalapa, Jalpa, Jonutla, Macuspana, Nacayuca, Paraíso, Tacotalpa, Teapa, Tenosique (Fig. 7).

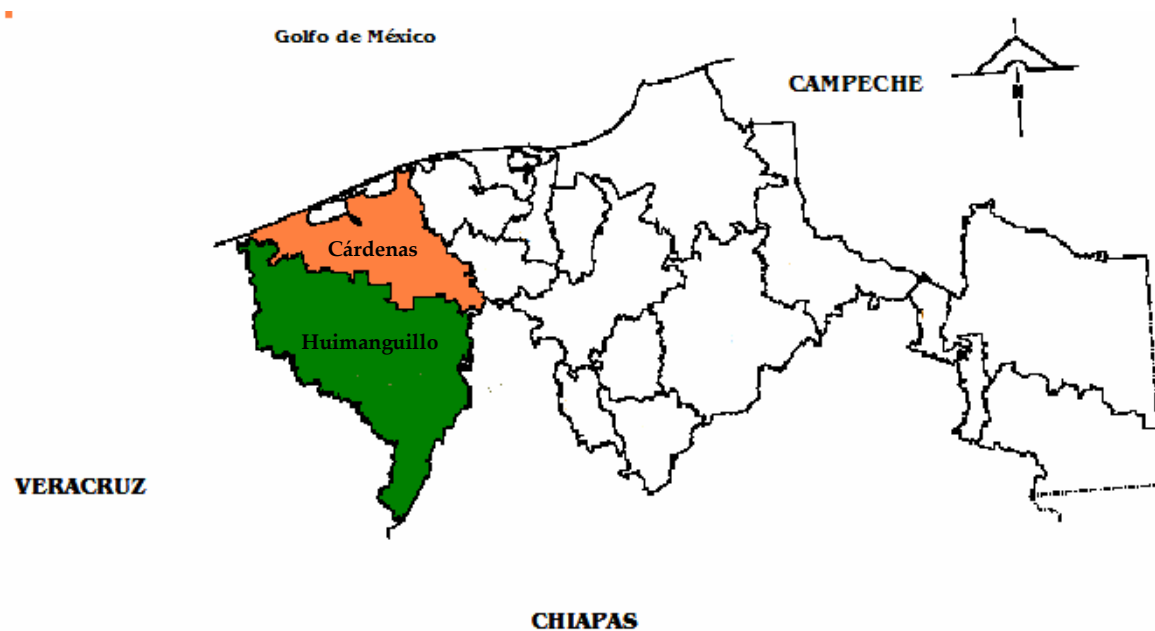


Figura 7. Mapa del estado de Tabasco

Es un estado eminentemente agropecuario. Se cría principalmente ganado bovino y porcino. Ocupa a nivel nacional el primer lugar en la producción de cacao y plátano, el tercero en la de piña; además se cultiva caña de azúcar, arroz, maíz, café y naranja. Cuenta

con numerosas selvas altas, medianas y bajas, donde explotan especies maderables, como caoba y cedro rojo, y no maderables como árbol de pimienta y barbasco. Existe vegetación hidrófila como manglares y popales, y además vegetación típica de lugares pantanosos e inundables de agua dulce y salobre (*Palma, 1999*).

La Laguna El Yucateco se encuentra entre los límites territoriales de los Municipios de Cárdenas y Huimanguillo (Fig. 7). Es por ello que conocer las actividades realizadas en cada uno de estos Municipios, permite tener un panorama de las posibles fuentes de contaminación a las que está sujeta dicha laguna.

Cárdenas

Municipio costero, cuyos límites están dados por el Golfo de México, los Estados de Chiapas y Veracruz, así como también por los Municipios de Huimanguillo, Comalcalco y Cunduacán. Se encuentra a 50 kilómetros de Villahermosa. Es una población progresista que cuenta con servicios de hoteles, restaurantes, bancos y gasolineras, entre otros.

Una gran extensión de sus tierras se dedica a la ocupación ganadera y agrícola. Se cultivan maíz, frijol, cacao, café. Es considerado como el principal productor en el estado de caña de azúcar, cacao y coco, también se siembran arroz, sorgo y árboles frutales como naranja en menor cantidad (1-8% de la superficie sembrada). Se crían bovinos, porcinos, ovinos, equinos y aves de corral (*INEGI, 2000*).

En la ciudad de Cárdenas, se encuentra instalada una planta industrializadora de cacao, donde se procesa una gran cantidad de la producción del grano en la zona, para la elaboración de diversos tipos de chocolate, cocoa y otros derivados. Así mismo se encuentran los ingenios azucareros "Benito Juárez" y "Santa Rosalía", así como la planta beneficiadora de arroz del Plan Chontalpa y la industria petrolera. También cuenta con recursos pesqueros. Hay 9 sociedades cooperativas de producción pesquera, de las cuales 3 son ostrícolas y las restantes escameras. Existen 8 uniones de pescadores, 3 sociedades de solidaridad social y 30 permisionarios (*Palma, 1999*).

Huimanguillo

Colinda al norte con el municipio de Cárdenas, al sur con los Estados de Chiapas y Veracruz.

La actividad agrícola en el municipio está destinada a la producción de cítricos (naranja, limón), piña, granos básicos (maíz, arroz), cacao, caña de azúcar y plátano. Es una de las principales zonas ganaderas del estado, ocupando el segundo lugar en importancia por su producción de ganado bovino de carne y leche. Como productor de aves de corral ocupa el primer lugar en el estado y es un importante productor de porcinos, ovinos y equinos (*INEGI, 2000*). La agroindustria se está desarrollando. En el pueblo Martínez Gaytán funciona una planta deshidratadora de yuca, primera en su tipo en cuanto a tecnología en México y en el ámbito mundial. En el pueblo Pino Suárez funciona también una planta procesadora de yuca y una de cítricos denominada Citrus y en la cabecera municipal existe una fábrica procesadora de mermelada de piña de industrias Bimbo. En los últimos años, ha estado sobresaliendo la industria petrolera, en particular la perforación de pozos.

La pesca se practica en forma eventual con el fin de satisfacer las necesidades de autoconsumo. Las principales especies que se capturan son: el robalo, la mojarra, la pigua y el bobo (*Palma, 1999*).

Laguna El Yucateco y Río Chicozapote.

Las dimensiones de la Laguna El Yucateco están entre 12 y 15 kilómetros, tiene como desembocadura natural al Río Chicozapote, éste desemboca al Río Tonalá el cual tiene un mayor caudal descargando sus aguas al Golfo de México (Fig. 8). La gran mayoría de la población local comprendida entre la Laguna El Yucateco y el Río Chicozapote no pertenece a ninguna agrupación o cooperativa de pescadores, ya que la pesca es una actividad complementaria, dado que se dedican al desarrollo de actividades agropecuarias (cultivo del cocotero, principalmente), lo que constituye la principal fuente de ingresos.



Figura 8. Laguna El Yucateco, Tabasco (Google-Earth, 2006).

Aún así, en esta zona existe una unión de pescadores, denominada "Río Chicozapote", la cual cuenta con 25 socios quienes realizan sus actividades pesqueras en esta zona. Debido a la lejanía de la costa, no es posible que se trasladen a pescar en el mar, por lo tanto la pesca es rústica y artesanal, empleando para tal caso atarraya, paños pequeños, anzuelos y nazas. Las principales especies capturadas son Jaiba (*Callinectes similis*), Sabalo (*Megalops atlanticus*), Robalo prieto (*Centropomus poeyi*), Liseta (*Mugil curema*), Mojarra colorada (*Cichlasoma heterospilum*) y Bagre (*Ariopsis felis*), entre otros. Es preciso mencionar que por falta de organización interna, no tienen definido el mercado de sus productos, por lo que se comercializa a nivel local de acuerdo a su demanda (Palma, 1999).

Los volúmenes de pesca son variables de acuerdo a la temporada del año, así por ejemplo en época de lluvias, son relativamente bajos. Mientras que en época de secas, tienden a aumentar. También varían en un mismo año, así por ejemplo en 1998, desde Agosto se suspendió la actividad pesquera en la Laguna El Yucateco y áreas adyacentes por falta de peces, porque los volúmenes de captura fueron muy bajos y no eran rentables. Esto trajo como consecuencia que la pesca de escamas pasara a segundo término y la principal sea la pesca de la Jaiba (*Callinectes similis*), la cual presenta mayor estacionalidad dentro de la Laguna El Yucateco y el Río Chicozapote.

Analizando la problemática de la disminución de los volúmenes de captura de peces, pobladores del Río Chicozapote han intentado cultivar la Mojarra tilapia (*Oreochromis sp*). Sin embargo, de acuerdo al trabajo de campo y a los análisis realizados del agua, al no existir condiciones mínimas de calidad del agua, no se logra el cultivo.

De acuerdo con el testimonio de los pescadores de la Unión, la mayoría de las especies que se pescan en la Laguna El Yucateco, incluso durante la mayor abundancia, provienen del mar. Las excepciones son el Pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), el Topen (*Dormitator maculatus*) y el Sabalo (*Megalops atlanticus*). También mencionan que existen al menos tres derrames importantes de hidrocarburos cada año en los pozos de la zona al igual que fugas de aceite. Estas fugas afectan directamente a las especies del área, reflejándose en bajas capturas y en organismos muertos registrados principalmente en época de lluvias, en las cuales los derrames presentan mayor área de dispersión (Palma, 1999).

3.8 GENERALIDADES DE PECES ENCONTRADOS EN LA LAGUNA EL YUCATECO, TABASCO.

Las especies encontradas en la Laguna El Yucateco durante el período 2004-2005, fueron las siguientes:

Tabla 6. Organismos capturados en la Laguna El Yucateco, Tabasco (2004-2005).

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	% CAPTURA
<i>Ariopsis felis</i>	Bagre	2.45
<i>Atractosteus tropicus</i>	Pejelagarto	1.23
<i>Callinectes sapidus</i>	Jaiba azul	3.68
<i>Cetropomus pectinatus</i>	Robalo o Chucumite	3.07
<i>Cichlasoma octofasciatum</i>	Mojarra castarrica	36.20
<i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra pinta	44.17
<i>Megalops atlanticus</i>	Sabalo	1.23
<i>Mugil curema</i>	Lisa	6.13
<i>Oligoplites saurus</i>	Chaqueta	1.84

Es importante mencionar que la alimentación de los peces analizados es variada, y difiere un poco entre especie y especie, por ejemplo el Pejelagarto y el Sabalo se caracterizan por consumir principalmente peces, sin embargo el Sabalo es un depredador por excelencia y también puede comer larvas, zancudos, camarones, cangrejos y jaibas; al igual que la Chaqueta, el Bagre, y el Robalo. Este último también consume algas así como la Lisa que se alimenta de detritus vegetal y sedimentos inorgánicos. La dieta de la Jaiba es similar a la del Robalo pero en ocasiones puede ser carroñera. Mientras el alimento de la Mojarra pinta y la Mojarra castarrica es de todo tipo, tanto peces como vegetales con tendencia detritívora, la Pinta consume principalmente vegetales superiores y ocasionalmente restos de frutos. En el anexo 1 se presenta información más específica de las especies evaluadas.

Las variaciones en la composición química de los peces están estrechamente relacionadas con la alimentación, nado migratorio y cambios sexuales relacionados con el desove. Así como también entre especies e individuos de la misma, dependiendo de la edad y estación del año.

En seguida se presenta la composición química del grupo de peces encontrados en la Laguna El Yucateco en el período 2004-2005 (Tabla 7).

Tabla 7. Composición química de los peces encontrados en la Laguna El Yucateco en el período 2004-2005.

ESPECIE (nombre común)	HUMEDAD* (%)	PROTEÍNA (%)	GRASA* (%)
Bagre	78.09	35-36	4.56
Chaqueta	76	-	4.80
Jaiba azul	71-74	19-24	2.90
Lisa	79.06	-	6.61
Mojarra Castarrica	79.49	-	4.83
Mojarra Pinta	80.67	-	4.69
Pejelagarto	80	17-20	4.26
Robalo	75.35	-	2.92
Sabalo	73.81	23-26	8.90

* Estos parámetros fueron determinados experimentalmente en el laboratorio de contaminación marina (ICMyL)

4. METODOLOGÍA

En la fig. 9 se muestra el desarrollo experimental que se llevó a cabo para la realización de este estudio.

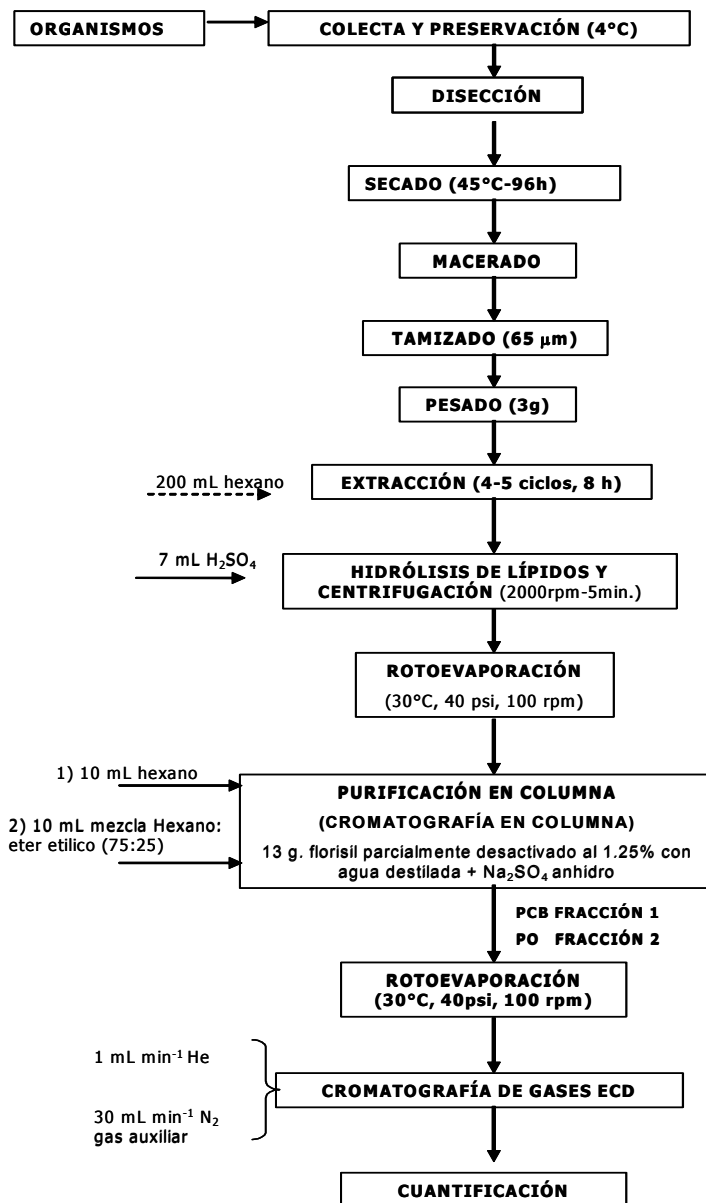


Figura 9. Diagrama general para el análisis de plaguicidas organoclorados (PO) y bifenilos policlorados (PCB) en organismos (UNEP/FAO/IOC/IAEA, 1986).

4.1. COLECTA DE ORGANISMOS

Se llevaron a cabo cuatro colectas de peces, dos correspondientes a la época de secas (Junio y Abril) y dos a la de lluvias (Septiembre), en el período 2004-2005, colectándose en diferentes puntos (estaciones) distribuidos por toda el área de estudio. Se utilizaron cuatro artes de pesca: red de arrastre, agallera, atarraya y curriacán, dependiendo de las especies atrapadas en cada estación. Una vez colectadas, se embolsaron y se almacenaron en una hielera a una temperatura aproximada de 4°C, hasta su análisis en el laboratorio de Contaminación Marina del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICMyL) de la UNAM.

La identificación de las especies de peces fue realizada por el personal del Laboratorio de Ictiología del Instituto de Biología de la UNAM.

4.2 SECADO, MOLIENDA Y HOMOGENIZADO

Para el análisis de los organismos fue necesario extraer el tejido muscular, mediante una disección; el cual fue sometido a un secado por estufa (45-50°C). Una vez seca la muestra se homogenizó en un mortero de porcelana hasta obtener un polvo fino de 65 µm. Fue guardado en frascos de vidrio cubiertos por aluminio, evitando la entrada de luz.

4.3 DETERMINACIÓN DE GRASA Y HUMEDAD.

Para poder caracterizar las muestras se les determinó grasa (método de Soxhlet) y el porcentaje de humedad (secado por estufa).

4.4 EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN DE PO.

Estas operaciones se llevaron a cabo mediante la técnica propuesta por la **UNEP FAO/IOC/IAEA(1986)**.

Se pesaron aproximadamente 3g de la muestra seca y se colocaron en papel filtro previamente lavado con acetona y hexano durante 8 horas. El tejido se extrajo en equipo Soxhlet en un matraz de balón de 500 mL con 200 mL de hexano por 8 horas con una velocidad de 4 a 5 ciclos por hora; realizándose un blanco por cada cinco muestras. El extracto fue concentrado en un rotovapor hasta aproximadamente 10 mL (cuidando que la temperatura del baño no excediera los 30°C y la presión de la bomba de vacío estuvo en 40 psi). El extracto concentrado se pasó a tubos para centrifuga agregándoles 7 mL* de H₂SO₄ y centrifugando por 10 minutos a 2000 rpm con la finalidad de hidrolizar los lípidos, de lo contrario podrían ocasionar problemas en la columna e inyector, modificando las características cromatográficas de los analitos a determinar. Con pipeta pasteur se separó el extracto para colocarlo en un matraz redondo de 50 mL.

PURIFICACIÓN:

Dado que los plaguicidas organoclorados (PO) y los bifenilos policlorados (PCB) se asemejan químicamente, ambos fueron obtenidos en el proceso de extracción, es por ello que el extracto se somete a una "limpieza" por medio de una cromatografía de adsorción en columna para la separación de éstos, con base a su solubilidad y polaridad; cuantificando solamente los plaguicidas organoclorados (PO).

Para la purificación del extracto se utilizaron columnas de vidrio de 2 cm de diámetro interno x 30 cm de longitud. Empacadas con fibra de vidrio, 13 g de Florisil¹ parcialmente desactivado al 1.25% en una mezcla de hexano y 0.5 g de sulfato de sodio anhidro, lavándose con 60 mL de hexano. El extracto fue aplicado en el tope de la columna y se eluyó con 10 mL de hexano,

* Regularmente sólo se agrega 1mL, pero en este caso en particular por la cantidad de lípidos presentes en los organismos, se requirió de 7 mL para poder hidrolizar los lípidos.

¹ El florisil se activó a 700° por 12 h, después se disminuyó la temperatura a 190° por 2h y finalmente se pasó a un desecador hasta que alcanzó la temperatura ambiente. Se desactivó al 1.25% y se utilizó al día siguiente.

obteniéndose la **fracción 1** (PCB), después se eluyó con 10 mL de hexano:eter etílico (75:25), la cual corresponde a la **fracción 2** (PO).

Ambas fracciones fueron concentradas aproximadamente a 5mL, para trasvasarlas a tubos de centrífuga graduados con tapa y finalmente se inyectaron al cromatógrafo de gases con ECD y columnas capilares.

4.5 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

4.5.1 CONDICIONES DEL CROMATÓGRAFO

Para el análisis cromatográfico de la fracción 2 (PO); se utilizó un cromatógrafo de gases marca Hewlett Packard HP 6890 series, equipado con un detector de captura de electrones (^{63}Ni) y columna capilar de sílice fundida de 30 m de longitud por 0.25 mm de diámetro interno y un recubrimiento de 0.25 μm de metil-fenil-silicón al 5%; como gas acarreador se empleo He con un flujo de 1 mL /min. La temperatura del horno se programó de 90°C hasta 300°C en un tiempo final de 41 min., la temperatura del inyector fue de 260°C y la del detector de 320°C.

4.5.2 CURVA DE CALIBRACIÓN

Se utilizó una solución estándar de una mezcla de 16 plaguicidas organoclorados (Chem. Servicie, Inc): *Alicíclicos*: alfa-HCH, beta-HCH, gamma-HCH y delta-HCH; *aromáticos*: p,p'-DDE, p,p'-DDT, y p,p'-DDD; *ciclodiénicos*: aldrín, dieldrín, endrín, endrín aldehído, heptacloro, epóxido de heptacloro, endolsufán I, II y sulfato de endolsufán, cuya concentración inicial fue de 100 μg /mL en tolueno: hexano (50:50), la cual se aforó a un volumen final de 25 mL.

De la dilución anterior se preparo una solución stock de 100ppb para poder preparar siete soluciones estándar con concentraciones diferentes y realizar la curva de calibración

(1ppb, 5ppb, 10ppb, 20ppb*, 25ppb, 30ppb). Como estándar interno se usó el 1-bromododecano a una concentración de 10ppb, con el cual se trató de reducir al mínimo los errores asociados a la inyección de la muestra, la velocidad de flujo y las variaciones en las condiciones de la columna. En el anexo I se muestra un cromatograma de la curva de calibración representando la concentración de 20 ppb del estándar externo con el estándar interno (10 ppb).

4.6 CÁLCULOS

La cuantificación de plaguicidas organoclorados se realizó mediante el factor de respuesta para cada analito, a partir de la relación de área para cada analito del estándar externo, con el área del estándar interno, donde tenemos que:

$$A_{Es}/A_{Ei} = Frr C_{Es}/C_{Ei}$$

Donde:

A_{Es} = área de estándar externo

A_{Ei} = área de estándar interno

Frr = Factor de respuesta relativo.

C_{Es} = Concentración estándar externo

C_{Ei} = Concentración estándar interno

Una vez obtenido el Frr se puede calcular la concentración de la muestra a partir de la siguiente relación:

$$A_m/A_{Ei} = Frr C_m/C_{Ei}$$

Donde:

A_m = área de muestra

A_{Ei} = área de estándar interno

Frr = Factor de respuesta relativo

C_m = Concentración de muestra

C_{Ei} = Concentración estándar interno

* El Anexo I Cromatogramas individuales por organismo, contiene un cromatograma perteneciente a la curva de calibración, representando la concentración de 20 ppb de PO y 10 ppb de 1-Bromododecano.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 COLECTA DE ORGANISMOS

Se registraron 9 especies diferentes capturadas en La Laguna El Yucateco, Tabasco, durante los meses de Junio (secas), Septiembre (lluvias) del año 2004 así como también en los meses de Abril (secas) y Septiembre (lluvias) correspondientes al año 2005. Algunas de ellas se colectaron repetidamente, otras sólo fueron capturadas en una estación (Tabla 8a y 8b).

Tabla 8a. Especies de organismos colectados para el análisis de plaguicidas organoclorados de la Laguna El Yucateco (época de secas y lluvias), 2004.

EPOCA	No. ESTACIÓN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
SECAS	1	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra castarrica Mojarra pinta
	2	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra castarrica Mojarra pinta
	3	<i>Oligoplites saurus</i>	Chaqueta
	4	<i>Mugil curema</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Lisa Mojarra pinta
	5	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra castarrica Mojarra pinta
	6	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra castarrica Mojarra pinta
	7	<i>Megalops atlanticus</i>	Sabalo
LLUVIAS	1	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra castarrica Mojarra pinta
	2	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i> <i>Mugil curema</i>	Mojarra castarrica Mojarra pinta Lisa
	3	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra castarrica Mojarra pinta
	4	<i>Mugil curema</i>	Lisa
	5	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra castarrica Mojarra pinta
	6	<i>Cichlasoma pearsei</i> <i>Mugil curema</i>	Mojarra pinta Lisa
	7	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra castarrica Mojarra pinta
	8	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra castarrica Mojarra pinta

Tabla 8b. Especies de organismos colectados para el análisis de plaguicidas organoclorados de la Laguna El Yucateco (época de secas y lluvias), 2005.

EPOCA	No. ESTACIÓN	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
SECAS	1	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra Castarrica Mojarra Pinta
	2	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra Castarrica Mojarra Pinta
	3	<i>Centropomus pectinatus</i>	Robalo o Chucumite
	4	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra Castarrica Mojarra Pinta
	5	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra Castarrica Mojarra Pinta
	6	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra Castarrica Mojarra Pinta
	7	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra Castarrica Mojarra Pinta
LLUVIAS	1	<i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra Pinta
	2	<i>Cichlasoma pearsei</i> <i>Centropomus pectinatus</i>	Mojarra pinta Robalo o Chucumite
	3	<i>Ariopsis felis</i>	Bagre
	4	<i>Mugil curema</i>	Lisa
	5	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra Castarrica Mojarra Pinta
	6	<i>Cichlasoma pearsei</i> <i>Ariopsis felis</i>	Mojarra Pinta Bagre
	7	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> <i>Cichlasoma pearsei</i>	Mojarra Castarrica Mojarra Pinta
	8	<i>Callinectes sapidus</i>	Jaiba azul

Durante la colecta de 2004 en la época de secas (Junio), se capturaron cinco diferentes especies de organismos: Mojarra castarrica (*Cichlasoma octofasciatum*), Mojarra Pinta (*Cichlasoma pearsei*), Lisa (*Mugil curema*), Chaqueta (*Oligoplites saurus*), y Sabalo (*Megalops atlanticus*), haciendo un total de 27 muestras colectadas. En la época de lluvias (Septiembre) sólo se obtuvieron tres diferentes especies de organismos capturados: Mojarra Castarrica (*Cichlasoma octofasciatum*), Mojarra pinta (*Cichlasoma pearsei*), Lisa (*Mugil curema*), haciendo un total de 56 muestras colectadas.

Para el año 2005, durante la temporada de secas en el mes de Abril se colectaron nuevamente 3 especies diferentes: Mojarra pinta o Pintita (*Cichlasoma pearsei*), Mojarra Castarrica (*Cichlasoma octofasciatum*) y Robalo (*Centropomus pectinatus*), haciendo un total de 35 muestras colectadas del sistema lagunar. En Septiembre, época de lluvias aumentó

el número de especies tanto en la diversidad como en el número de individuos, se capturaron tres especies más a las que se presentaron en la época de secas, el Pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), el Bagre (*Ariopsis felis*) y una especie de crustáceo, la Jaiba azul (*Callinectes sapidus*), además de la Mojarra Pinta (*Cichlasoma pearsei*), la Mojarra Castarrica (*Cichlasoma octofasciatum*) y el Robalo (*Centropomus pectinatus*), haciendo un total de 45 muestras.

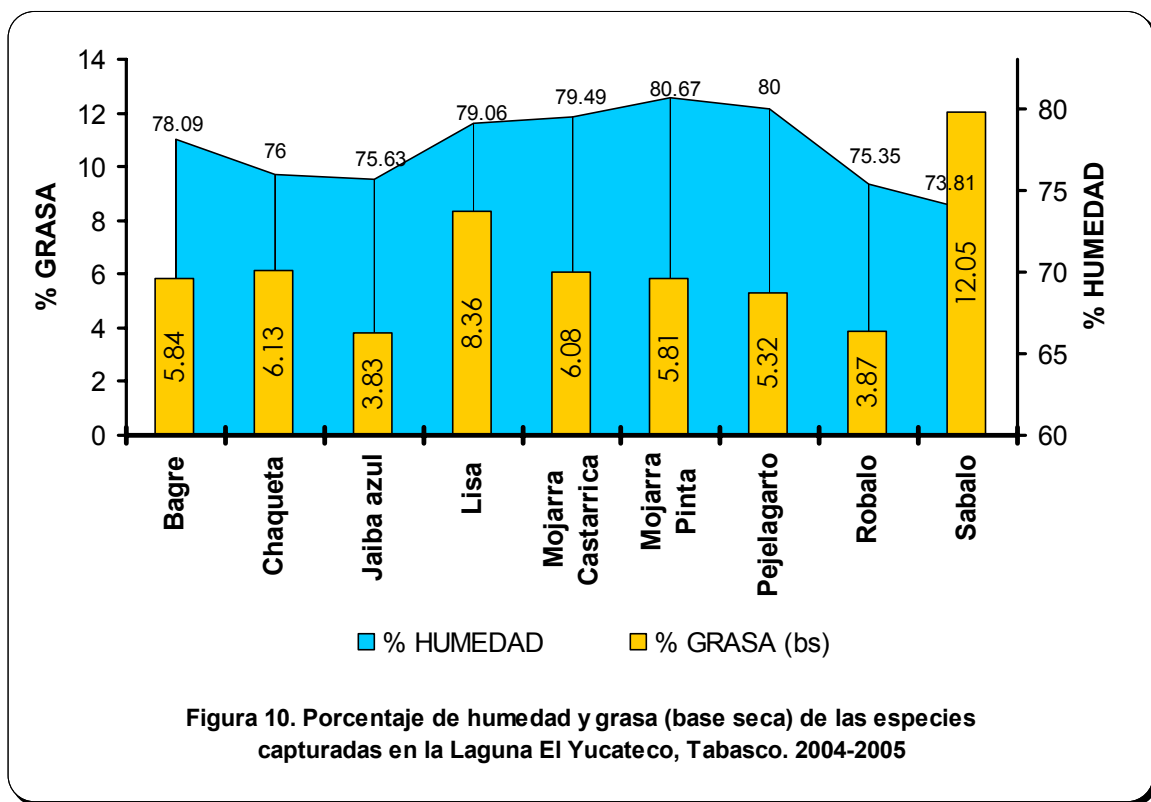
El porcentaje de captura de los organismos obtenidos en La Laguna El Yucateco, Tabasco, se presenta en la tabla 6. Se encontró con mayor frecuencia la Mojarra pinta (44.17%), seguida de la Mojarra Castarrica (36.20%). El resto de las especies se encuentra entre 1.23%-6.13% de captura durante el período 2004-2005 (Tabla 6).

La determinación de plaguicidas organoclorados en los organismos se realizó por especie y por estación obteniendo así un promedio cuya desviación estándar fue menor al 5%. Para algunas especies no se tiene un intervalo de concentración, debido a que sólo fueron capturadas en una estación; el promedio obtenido fue a partir del número de inyecciones realizadas (Tablas 9 a 12).

5.2 CONTENIDO DE GRASA Y HUMEDAD.

En la fig. 10 se presentan los porcentajes de humedad y grasa obtenidos experimentalmente en las nueve especies capturadas durante el periodo 2004-2005. Se observa que la Lisa (*Mugil curema*) y el Sabalo (*Megalops atlanticus*) fueron las especies que presentaron los porcentajes de grasa más elevados (8.36% y 12.0%, respectivamente), la Jaiba azul (*Callinectes sapidus*) y el Robalo (*Centropomus pectinatus*) tuvieron un porcentaje de grasa similar y mínimo de las nueve especies (3.83-3.87%, respectivamente), mientras que el Pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), el Bagre (*Ariopsis felis*), la Mojarra Pinta (*Cichlasoma pearsei*), la Chaqueta (*Oligoplites saurus*), y la Mojarra Castarrica (*Cichlasoma octofasciatum*) presentaron valores intermedios similares (5.32%-6.13%). Por otro lado el porcentaje de humedad entre las especies fue relativamente semejante, obteniéndose valores desde 73.81% para el Sabalo hasta 80.67% para la Mojarra Pinta.

Estas variaciones en la composición química de los peces están estrechamente relacionadas con la alimentación, nado migratorio y cambios sexuales vinculados con el desove (Anexo II). Así como también entre especies e individuos de la misma, dependiendo de la edad, talla y estación del año, lo cual también puede influir en la concentración detectada de los analitos.



5.3 NIVELES DE PO, COLECTA 2004

5.3.1 Junio (época de secas).

Se encontraron compuestos clorados en el 100% de las muestras biológicas evaluadas, el valor máximo promedio correspondió a la Mojarra Castarrica con 39.41 ng g^{-1} , mientras que el mínimo promedio fue para el Sabalo con 10.72 ng g^{-1} .

En la tabla 9 se presentan los resultados de las concentraciones totales de los 16 plaguicidas organoclorados detectados en el tejido muscular de los peces capturados.

Cabe resaltar que de los 16 plaguicidas organoclorados evaluados en las 5 especies diferentes de peces de esta colecta, el único compuesto no detectado ($<0.01 \text{ ng g}^{-1}$) fue el p,p'-DDD lo cual podría deberse a aplicaciones recientes y continuas del p,p'-DDT compuesto original, lo que no ha permitido la degradación y producción de sus metabolitos.

Tabla 9. Plaguicidas organoclorados detectados en tejido muscular de peces (ng g^{-1} peso seco) de la Laguna El Yucateco, Tab. Junio, 2004.

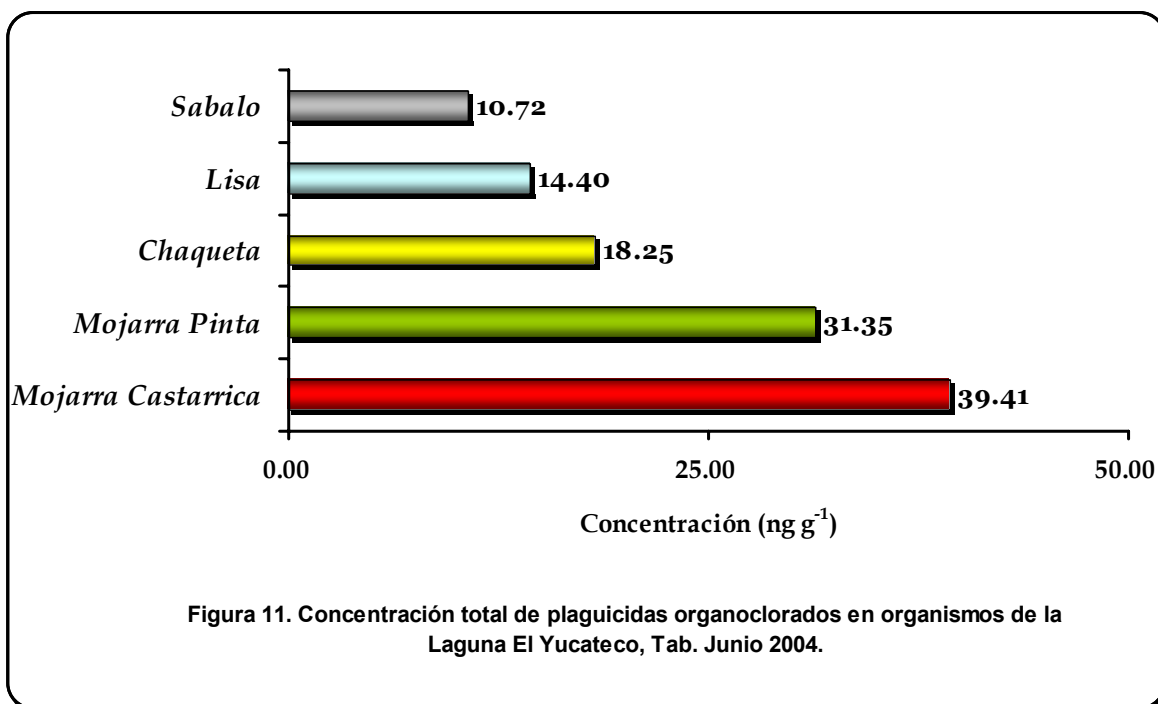
COMPUESTO	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> Mojarra Castarrica		<i>Cichlasoma pearsei</i> Mojarra Pinta		<i>Mugil curema</i> Lisa	<i>Oligoplites saurus</i> Chaqueta	<i>Megalopus atlanticus</i> Sabalo	
	PROM.	INTERVALO	PROM.	INTERVALO	PROM.	PROM.	PROM.	
Alifáticos	Alfa-HCH	0.55	0.69 - 1.49	2.00	0.25 - 8.70	0.50	0.18	2.54
	Beta-HCH	N.D.	N.D.	0.40	0.01 - 2.02	N.D.	N.D.	N.D.
	Gamma-HCH	0.31	0.15 - 1.22	0.57	0.26 - 1.79	N.D.	0.07	0.11
	Delta-HCH	N.D.	N.D.	1.29	0.01 - 6.44	N.D.	0.11	N.D.
Aromáticos	p, p'-DDT	7.62	4.72 - 16.08	3.46	2.96 - 7.72	7.10	6.76	2.80
	p, p'-DDD	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	p, p'-DDE	2.05	1.52 - 6.66	4.88	0.85 - 14.30	N.D.	0.38	N.D.
Ciclodiénicos	Heptacloro	1.88	0.66 - 2.38	2.28	2.61 - 8.79	0.48	0.11	3.86
	Epóxido de heptacloro	3.01	0.01 - 12.02	1.78	0.01 - 4.15	N.D.	0.34	N.D.
	Aldrín	19.79	0.81 - 72.99	12.31	1.21 - 29.46	1.87	3.07	1.09
	Dieldrín	0.40	0.01 - 1.58	0.02	0.01 - 0.08	2.55	3.02	N.D.
	Endrín	0.61	0.01 - 2.42	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Endrín aldehído	N.D.	N.D.	0.20	0.01 - 1.01	N.D.	2.00	N.D.
	Endosulfán I	1.67	0.86 - 3.40	2.08	0.02 - 7.73	N.D.	0.22	0.32
	Endosulfán II	1.14	0.01 - 1.5	0.13	0.01 - 0.66	1.90	1.99	N.D.
	Sulfato de endosulfán	0.38	0.01 - 1.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
CONCENTRACIÓN TOTAL	39.41		31.35		14.40	18.25	10.72	

N.D. $< 0.01 \text{ ng g}^{-1}$

El comportamiento global observado por las 5 especies de peces evaluadas se muestra en la fig. 11 donde se aprecia que las concentraciones totales entre la Mojarrá Castarrica y la Mojarrá Pinta es similar ($39.41 - 31.35 \text{ ng g}^{-1}$), lo cual puede ser atribuido a sus características biológicas comunes, ya que por ser parte del mismo género, tienen una gama de similitudes en su ciclo de vida así como también en su composición química (Anexo II, Tabla 7,

fig. 10); en orden decreciente siguió la Chaqueta (18.25 ng g⁻¹), la Lisa (14.40 ng g⁻¹) y por último el Sabalo (10.72 ng g⁻¹).

A pesar de que el Sabalo y la Lisa fueron los que presentaron porcentajes de grasa más altos en relación a las otras especies (12.05% y 8.36%), se les detectó una menor concentración de plaguicidas organoclorados como se puede observar en la fig. 11, esto se debe a que las especies tienen diferente susceptibilidad a los contaminantes, por presentar diferencias en accesibilidad y factores internos como tasas y patrones de metabolismo, frecuencia de ingestión y excreción, además de factores genéticos que pueden sustancialmente afectar esta susceptibilidad. Los factores dietéticos también influyen la toxicidad porque producen cambios en la composición del cuerpo, funciones bioquímicas y fisiológicas (Rand y Potrocelli, 1995). Así como también por su movilidad dentro del sistema lagunar, el Sabalo al igual que la Lisa se mueven mucho por las desembocaduras de los ríos, lagunas, cerca de aguas costeras lo mismo sucede con la especie llamada Chaqueta que prefiere agua turbia, sometidas a un mayor intercambio de agua. Mientras que la Mojarra Castarrica y la Mojarra Pinta se mueven más dentro de la laguna, refugiándose en el manglar (Anexo II, www.fishbase.org).



En cuanto a la concentración de plaguicidas por estructura química o familia, se encontró que la familia de los alíclicos fue en la que se detectó una menor cantidad de analitos para las cinco especies, sobresaliendo el alfa-HCH en todos los peces, principalmente en la Mojarra Pinta cuyo intervalo de concentración fue de 0.25-8.70 ng g⁻¹, seguida del Sabalo con 2.54 ng g⁻¹, Mojarra Castarrica con 0.31-1.49 ng g⁻¹, posteriormente la Lisa con 0.50 ng g⁻¹ y por último la Chaqueta con 0.18 ng g⁻¹; otro plaguicida frecuente fue el gamma-HCH o lindano dominando nuevamente en la Mojarra Pinta con un intervalo de 0.26-1.79 ng g⁻¹, similar al que presentó la Mojarra Castarrica 0.15-1.22 ng g⁻¹, la Chaqueta y el Sabalo con 0.07-0.11 ng g⁻¹, la única especie en la cual no se detectó fue en la Lisa (< 0.01 ng g⁻¹) (Tabla 9).

La familia de los PO aromáticos ocupó el primer lugar de acuerdo a su concentración, prevaleciendo el p,p'-DDT principalmente en la Mojarra Castarrica (4.72-16.08 ng g⁻¹), seguido por su metabolito el p,p'-DDE sobresaliendo en la Mojarra Pinta (0.85-14.30 ng g⁻¹) así como también en la Mojarra Castarrica con un intervalo de 1.52 hasta 6.66 ng g⁻¹, mientras que en la Lisa y en el Sabalo no se detectó este plaguicida (Tabla 9). El uso del p,p'-DDT está restringido, es exclusivo de la Secretaría de Salud, en campañas sanitarias, ya que se bioacumula en peces, aves y mamíferos y se biomagnifica a lo largo de la cadena alimenticia, afectando todos los niveles tróficos de los ecosistemas acuáticos, principalmente a los productores primarios. En peces afecta la supervivencia, desarrollo, comportamiento y fisiología alterando productividad y distribución (CICOPLAFEST, 2004). Por otra parte es importante mencionar que el p,p'-DDE es uno de los PO más recalcitrantes (Hobbs et al., 2003) por lo que es frecuente encontrarlo en muestras biológicas, lo cual podría explicar la alta incidencia (50%) y concentración en los organismos del sistema lagunar.

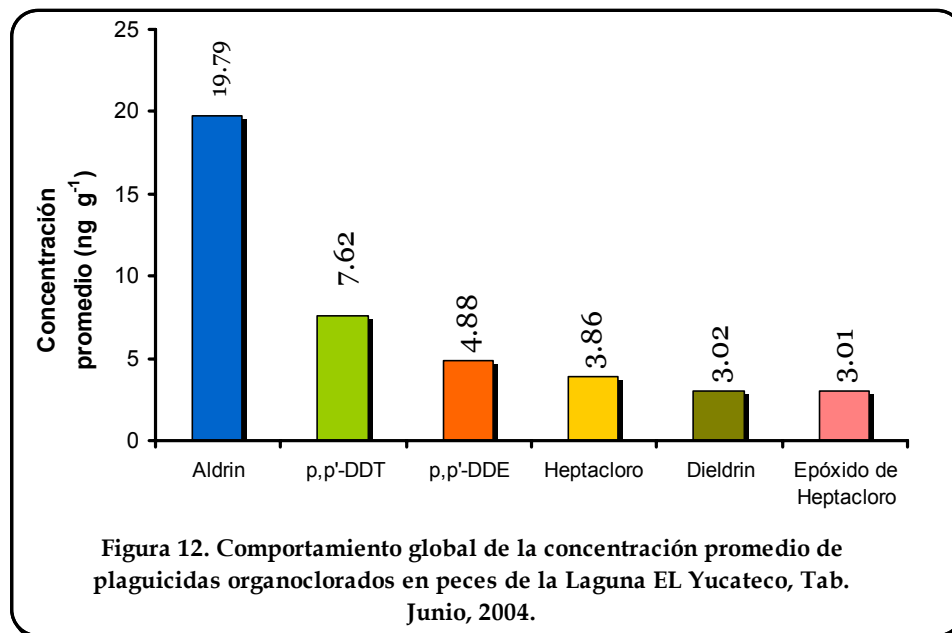
Por último y no menos importante, en la familia de los ciclodiénicos el primer lugar lo ocupó el aldrín en la Mojarra Castarrica cuyo promedio fue de 19.79 ng g⁻¹ además de que registró el mayor intervalo de concentración respecto a las otras especies (0.81 - 72.99 ng g⁻¹), en la Mojarra Pinta también ocupó el primer lugar con un promedio de 12.31 e intervalo de concentración entre 1.21 ng g⁻¹ y 29.46 ng g⁻¹, seguido del epóxido de heptacloro (0.01-12.02 ng g⁻¹) en la Mojarra Castarrica; mientras que el heptacloro presentó un intervalo de concentración de 2.61 a 8.79 ng g⁻¹ (Tabla 9). Es importante señalar que el aldrín y el heptacloro no aparecen en el listado del Catálogo Oficial de Plaguicidas (CICOPLAFEST, 2004), es decir, son plaguicidas no autorizados en México. Así como también forman parte de los 9

plaguicidas que conforman la lista de los 12 contaminantes orgánicos persistentes (COP) del Convenio de Estocolmo. Este convenio es el primer instrumento mundial que incorpora el enfoque precautorio y demanda la eliminación de los COP, teniendo como objetivo proteger el medio ambiente y la salud humana, estableciendo medidas para la eliminación y el control de los 12 COP: donde 9 de ellos son plaguicidas (aldicarb, clordano, DDT, dieldrín, endrín, heptacloro, hexaclorobenceno, mirex y toxafeno); el resto son productos industriales llamados bifenilos policlorados (PCB) así como también las dioxinas y furanos que se generan en forma no intencional durante la combustión y manufactura de compuestos químicos clorados.

Los residuos encontrados de aldrín y heptacloro en estos organismos indican que posiblemente se están aplicando en las zonas aledañas a la laguna, con el fin de controlar las termitas en viviendas (termes "hormiga blanca") así como también para el control de hormigas en postes de electricidad. La presencia del epóxido de heptacloro en los peces puede ser atribuida a la degradación del heptacloro realizada por bacterias, dando como producto final una sustancia más tóxica que el compuesto principal, permaneciendo en suelo y agua durante muchos años teniendo como consecuencia la bioacumulación en peces (ATSDR, 2005).

La presencia de endosulfán I puede deberse a la aplicación en el follaje de los cultivos de piña, sandía, caña de azúcar y frijol, principales cultivos domiciliarios de la Laguna. Este plaguicida si está registrado por la CICOPPLAFEST, y por otro lado, es un candidato a formar parte del listado de orgánicos persistentes del Convenio de Estocolmo (Bejarano, 2005).

Ahora bien, el comportamiento observado en los analitos clorados evaluados en las muestras de peces para junio de 2004, muestra que el primer lugar de las concentraciones promedio lo ocupó el aldrín con 19.79 ng g^{-1} , seguido por el p,p'-DDT y su metabolito el p,p'-DDE con 7.62 y 4.88 ng g^{-1} , respectivamente; en orden decreciente estuvieron varios ciclodiénicos como el heptacloro y su epóxido, el endosulfán I, resaltando el hecho de que los alicíclicos estuvieron dentro de los promedios menores (fig. 12).



5.3.2 Septiembre (época de lluvias).

Se encontraron compuestos clorados en el 100% de las muestras biológicas evaluadas, el promedio máximo correspondió a la Mojarra Castarrica con 21.40 ng g⁻¹, mientras que el promedio mínimo fue para la Lisa con 9.90 ng g⁻¹. En la tabla 10 se presentan los resultados de las concentraciones totales de los 16 plaguicidas organoclorados detectados en el tejido muscular de los peces capturados.

De los 16 plaguicidas organoclorados evaluados en las tres especies diferentes de peces capturados para esta colecta, a diferencia de la temporada de secas, hubo dos plaguicidas organoclorados que no fueron detectados (<0.01 ng g⁻¹); el p,p'-DDT y el endrín aldehído.

Tabla 10. Plaguicidas organoclorados detectados en tejido muscular de peces (ng g⁻¹ peso seco) de la Laguna El Yucateco, Tab. Septiembre, 2004.

COMPUESTO		<i>Cichlasoma octofasciatum</i> Mojarra Castarrica		<i>Cichlasoma pearsei</i> Mojarra Pinta		<i>Mugil curema</i> Lisa	
		PROM.	INTERVALO	PROM.	INTERVALO	PROM.	INTERVALO
Alíciclicos	Alfa-HCH	0.18	0.01 - 1.09	0.01	0.01 - 0.08	0.10	0.01 - 0.3
	Beta-HCH	0.57	1.64 - 1.78	0.11	0.01 - 0.8	N.D.	N.D.
	Gamma-HCH	N.D.	N.D.	0.02	0.01 - 0.12	0.35	0.01 - 1.04
	Delta-HCH	0.31	0.20 - 1.07	0.53	0.21 - 1.54	N.D.	N.D.
Aromáticos	p, p'-DDT	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	p, p'-DDD	0.76	0.11 - 3.26	0.27	0.41 - 0.97	0.24	0.20 - 0.51
	p, p'-DDE	1.69	1.28 - 4.09	0.88	0.25 - 4.29	1.15	0.25 - 2.23
Ciclodiénicos	Heptacloro	1.13	0.95 - 1.88	0.80	0.17 - 3.74	1.60	2.34 - 2.47
	Epóxido de heptacloro	N.D.	N.D.	0.01	0.01 - 0.05	N.D.	N.D.
	Aldrín	N.D.	N.D.	0.32	0.17 - 1.75	0.45	0.45 - 0.89
	Dieldrín	0.45	0.01 - 2.7	1.95	0.39 - 11.37	0.15	0.01 - 0.46
	Endrín	4.75	4.15 - 7.69	4.03	0.33 - 15.28	2.11	2.87 - 3.45
	Endrín aldehído	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Endosulfán I	8.95	2.09 - 49.03	0.61	0.19 - 2.32	1.53	2 - 2.59
	Endosulfán II	0.61	0.46 - 1.29	0.50	0.40 - 0.92	0.66	0.78 - 1.21
Sulfato de endosulfán	2.01	0.01 - 12.07	0.17	0.46 - 0.74	1.57	0.01 - 4.7	
CONCENTRACIÓN TOTAL		21.41		10.21		9.91	

N.D <0.01 ng g⁻¹

En cuanto a la concentración de plaguicidas por estructura química o familia se encontró que los alíciclicos presentaron una menor cantidad de analitos para las tres especies, con concentraciones similares: 0.27 ng g⁻¹ para Mojarra Castarrica, 0.17 ng g⁻¹ para la Mojarra Pinta y 0.11. ng g⁻¹ para la Lisa (Tabla 10).

Dentro de la familia de los ciclodiénicos el endosulfán I es el que sobresalió en la Castarrica cuyo promedio fue de 8.95 ng g⁻¹ de un nivel de 2.09 hasta 49.03ng g⁻¹, seguido del endrín con 4.75ng g⁻¹, el cual predominó en esta familia ocupando el primer lugar tanto

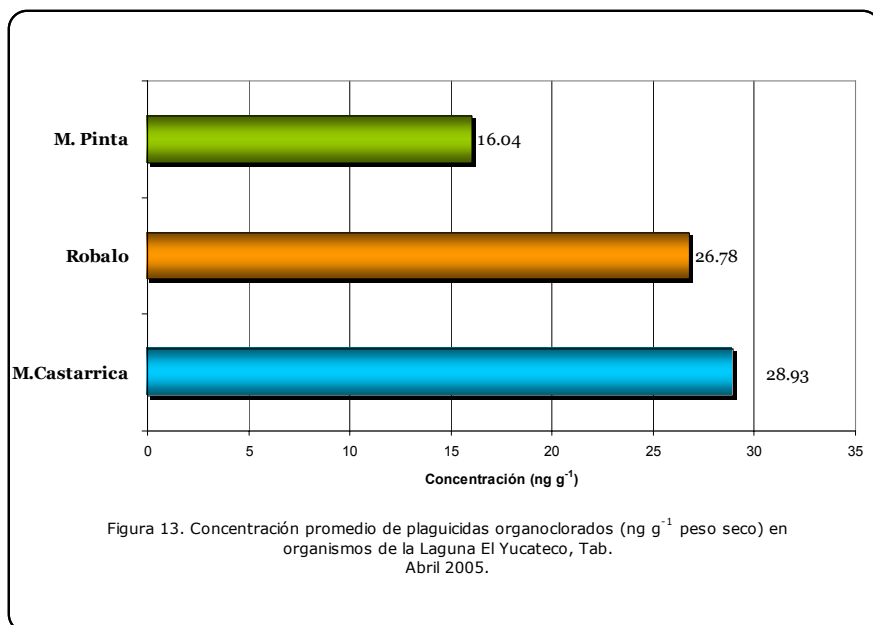
para la Mojarra Pinta (4.03 ng g^{-1} con un intervalo de $0.33\text{-}15.28 \text{ ng g}^{-1}$) como para la Lisa (2.11 ng g^{-1} con un intervalo de $2.87\text{-}3.45 \text{ ng g}^{-1}$) (Tabla 10).

De forma general la Mojarra Castarrica fue la que presentó mayor contenido promedio de PO con 21.41 ng g^{-1} , mientras que la Lisa y la Mojarra Pinta presentaron concentraciones promedio semejantes 9.91 ng g^{-1} y 10.21 ng g^{-1} ; el plaguicida más abundante fue el endosulfán I prevaleciendo nuevamente en la Mojarra Castarrica con un intervalo de $2.09\text{-}49.03 \text{ ng g}^{-1}$. Cabe mencionar que el endrín aldehído no se detectó en esta colecta. Mientras que el epóxido de heptacloro sólo se registró en la Mojarra Pinta con una concentración de 0.01 ng g^{-1} .

5.4 COLECTA 2005

5.4.1 Abril (época de secas).

En el Tabla 11 se presentan los resultados de las concentraciones de PO en peces colectados en Abril de 2005. Se encontraron compuestos clorados en el 100% de las muestras biológicas evaluadas, el valor máximo fue para la Mojarra Castarrica (28.93 ng g^{-1}), similar al que presentó el Robalo (26.78 ng g^{-1}), mientras que el mínimo fue para la Mojarra Pinta con 16.04 ng g^{-1} (Fig. 13).



Las especies de peces obtenidas en esta colecta comparten una característica biológica similar entre ellas, principalmente el tipo de alimentación tendiendo a ser detritívora para las especies mojarra Castarrica y Pinta, el Robalo además de algas consume peces, lo cual se reflejó en el comportamiento global donde se aprecia que las concentraciones promedio de las mismas fueron similares.

Tabla 11. Plaguicidas organoclorados detectados en tejido muscular de peces (ng g^{-1} peso seco) de la Laguna El Yucateco, Tab. Abril 2005.

COMPUESTO		<i>Cichlasoma octofasciatum</i> Mojarra Castarrica		<i>Cichlasoma pearsai</i> Mojarra Pinta		<i>Centropomus pectinatus</i> Robalo
		PROM.	INTERVALO	PROM.	INTERVALO	PROM.
Alicíclicos	Alfa-HCH	0.14	0.01 - 0.7	0.17	0.35 - 0.64	1.02
	Beta-HCH	0.11	0.01 - 0.57	2.10	0.28 - 12.31	0.91
	Gamma-HCH	0.12	0.27 - 0.32	0.38	0.59 - 1.70	N.D.
	Delta-HCH	0.83	0.61 - 1.82	0.55	0.28 - 1.44	N.D.
Aromáticos	p, p'-DDT	8.47	5.16 - 15.75	5.07	2.15 - 7.76	4.81
	p, p'-DDD	0.80	1.61 - 2.39	0.29	0.01 - 1.76	N.D.
	p, p'-DDE	0.48	0.50 - 1.35	0.13	0.01 - 1.21	0.89
Ciclodiénicos	Heptacloro	1.77	0.54 - 2.65	0.83	0.66 - 2.25	6.47
	Epóxido de heptacloro	4.65	2.68 - 6.05	0.93	0.16 - 3.08	1.76
	Aldrín	1.21	0.30 - 2.23	1.49	0.75 - 5.98	4.79
	Dieldrín	0.51	0.71 - 1.11	0.29	0.45 - 1.26	1.07
	Endrín	0.87	0.82 - 3.51	N.D.	N.D.	N.D.
	Endrín aldehído	0.27	0.01 - 1.34	N.D.	N.D.	0.99
	Endosulfán I	2.25	0.89 - 6.19	1.13	0.46 - 2.53	3.66
	Endosulfán II	2.40	0.68 - 4.32	2.70	1.06 - 15.12	N.D.
	Sulfato de endosulfán	4.06	1.82 - 11.34	N.D.	N.D.	0.41
CONCENTRACIÓN TOTAL		28.93		16.04		26.78

N.D. <0.01 ng g^{-1}

Es importante mencionar que la Laguna se encuentra fuertemente influenciada por el caudal del Río Chicozapote por lo que el transporte de compuestos clorados es factible en gran medida al área noreste del cuerpo principal, donde la dinámica propia de la laguna permite la residencia del mayor tiempo posible de estos plaguicidas posibilitando su ingesta junto con el

alimento por parte de los peces evaluados. En términos generales, la zona norte del Yucateco, está expuesta a recibir una mayor contribución de estos compuestos debido a que entre esta sección del sistema lagunar y la línea de costa se encuentra una extensión continental considerable de áreas agrícolas.

De forma específica, en la Mojarra Castarrica (*C. octofasciatum*) la familia química que obtuvo una mayor concentración promedio de PO fue la de los aromáticos (0.50-15.75 ng g⁻¹), predominando el p,p'-DDT con un valor mínimo de 5.16 ng g⁻¹ y máximo de 15.75 ng g⁻¹; de acuerdo a este intervalo de concentración el p,p'-DDT se consideró como el plaguicida que presentó el mayor promedio (8.47 ng g⁻¹), siguiéndole la familia de los ciclodiénicos encabezada por el valor promedio del epóxido de heptacloro (4.65 ng g⁻¹), similar al del sulfato de endosulfán (4.06 ng g⁻¹). En cuanto a los alicíclicos, la Mojarra Castarrica fue la especie en la que se detectó la menor concentración de éstos, sin embargo el isómero delta-HCH estuvo al frente de la lista con valores de 0.61 ng g⁻¹ a 1.82 ng g⁻¹.

De forma integral, en este grupo de mojarras, el p,p'-DDT fue el plaguicida clorado con el promedio más alto (8.47 ng g⁻¹) y en segundo lugar estuvo el epóxido de heptacloro con 4.65 ng g⁻¹ seguido del sulfato de endosulfán con 4.06 ng g⁻¹, los xenobióticos restantes registraron promedios menores o iguales a 3 ng g⁻¹ (Tabla 11).

En la Mojarra Pinta (*C. pearsei*) al igual que en la Mojarra Castarrica el grupo de los aromáticos ocupó el primer lugar en cuanto a concentración promedio por familia (1.83 ng g⁻¹), donde el p,p'-DDT sobresalió con un promedio de 5.07 ng g⁻¹ cuyos valores mínimo y máximo se encontraron entre 2.15 y 7.76 ng g⁻¹; es importante mencionar que en esta temporada se detectaron sus dos metabolitos de degradación (p,p'-DDD y p,p'-DDE) a diferencia de la temporada de secas del 2004, donde sólo se detectó el p,p'-DDE. Con respecto a los resultados obtenidos por familia, los alicíclicos y ciclodiénicos registraron valores similares, dentro de los ciclodiénicos el endosulfán II encabezó la lista con un intervalo de concentración de 1.06-15.12 ng g⁻¹ teniendo como promedio 2.70 ng g⁻¹ seguido por el aldrín con un promedio de 1.49 ng g⁻¹ detectándose como valor mínimo 0.75 ng g⁻¹ y como máximo 5.98 ng g⁻¹; mientras que el beta-HCH dominó dentro de la familia de los alicíclicos con un promedio de 2.10 ng g⁻¹, donde su intervalo de concentración reportada fue de 0.28 hasta 12.31 ng g⁻¹. Tomando en cuenta las concentraciones promedio calculadas para cada uno de los 16 PO evaluados, se encontró para esta especie que el p,p'-DDT ocupó el primer lugar con 5.07 ng

g^{-1} , seguido por el endosulfán II (2.70 ng g^{-1}), el beta-HCH (2.10 ng g^{-1}), mientras que los analitos restantes tuvieron concentraciones promedio menores o iguales a 1.50 ng g^{-1} (Tabla 11).

El Robalo (*C. pectinatus*) solamente se capturó en un solo punto de la Laguna. La familia de clorados que presentó una mayor concentración promedio fue la de los ciclodiénicos (2.13 ng g^{-1}) sobresaliendo el heptacloro con 6.47 ng g^{-1} , seguido por el aldrín (4.79 ng g^{-1}) y el endosulfán I (3.66 ng g^{-1}); el resto de los analitos presentaron concentraciones promedio menores o iguales a 2 ng g^{-1} , la siguiente familia fue la del DDT donde se tuvo como representantes al p,p'-DDT (4.81 ng g^{-1}) y al p,p'-DDE (0.89 ng g^{-1}) ya que el p,p'-DDD no se detectó, por último los alicíclicos fueron representados únicamente por alfa-HCH (1.02 ng g^{-1}) y beta-HCH (0.91 ng g^{-1}) (Tabla 11).

Al comparar los niveles de acción para peces destinados al consumo humano establecidos en el CODEX, 2006 (Tabla 5) para los DDTs, el heptacloro, su epóxido, el aldrín y el dieldrín, con las concentraciones individuales y promedio registradas para estos PO en los peces de la Laguna El Yucateco durante 2005, se puede observar que fueron menores en dos órdenes de magnitud para los ciclodiénicos y los aromáticos.

Finalmente se observó que los analitos clorados detectados en los peces colectados para abril del 2005, muestran que el p,p'-DDT prevaleció con 8.47 ng g^{-1} , seguido por el heptacloro y el p,p'-DDT con 6.47 y 5.07 ng g^{-1} respectivamente.

5.4.2 Septiembre (época de lluvias).

Los resultados de las concentraciones de plaguicidas organoclorados en organismos colectados para septiembre de 2005 se muestran en la tabla 12. Se encontraron compuestos clorados en 41 muestras biológicas evaluadas, donde el valor máximo dentro de los peces correspondió a la Mojarra Pinta 64.90 ng g^{-1} , y el mínimo al Pejelagarto 6.73 ng g^{-1} , mientras que el crustáceo registró 1.89 ng g^{-1} (Fig. 14).

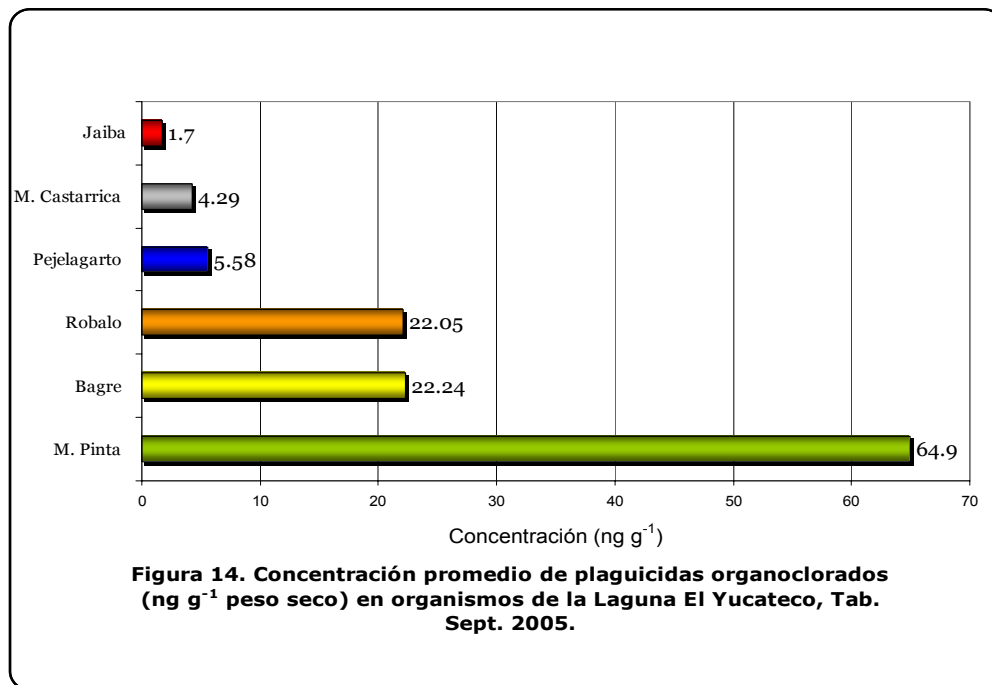
El comportamiento global observado por las 5 especies de peces y el crustáceo evaluados se muestra en la Fig. 14, donde se aprecia que las concentraciones promedio variaron desde 1.89 ng g⁻¹ en la Jaiba hasta 64.90 ng g⁻¹ en la Mojarra Pinta, ésto debido posiblemente al tiempo de exposición y al sitio de captura específico en el sistema lagunar así como también los hábitos alimenticios diferentes de cada especie.

Tabla 12. Plaguicidas organoclorados detectados en tejido muscular de peces (ng g⁻¹ peso seco) de la Laguna El Yucateco, Tab. Septiembre 2005.

COMPUESTO	<i>Cichlasoma octofasciatum</i> Mojarra Castarrica		<i>Cichlasoma pearsai</i> Mojarra Pinta		<i>Centropomus pectinatus</i> Robalo	<i>Atractosteus tropicus</i> Pejelagarto	<i>Ariopsis felis</i> Bagre		<i>Callinectes sapidus</i> Jaiba azul	
	PROM.	INTERVALO	PROM.	INTERVALO	PROM.	PROM.	PROM.	INTERVALO	PROM.	
Alifáticos	Alfa-HCH	N.D.	N.D.	1.82	0.86 - 10.92	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Beta-HCH	N.D.	N.D.	0.78	1.32 - 3.33	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Gamma-HCH	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.36	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Delta-HCH	0.94	2.80 - 2.82	2.83	3.15 - 13.81	8.56	N.D.	4.29	3.09 - 5.48	N.D.
Aromáticos	p, p'-DDT	0.31	0.90 - 0.93	5.40	13.98 - 18.40	N.D.	2.36	1.24	2.46 - 2.48	N.D.
	p, p'-DDD	N.D.	N.D.	1.52	0.70 - 9.14	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	p, p'-DDE	N.D.	N.D.	1.66	0.66 - 9.32	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Ciclodiénicos	Heptacloro	N.D.	N.D.	0.49	0.38 - 2.58	N.D.	N.D.	0.14	0.25 - 0.28	N.D.
	Epóxido de heptacloro	1.12	0.70 - 2.66	7.20	0.49 - 38.33	1.27	1.13	0.89	0.66 - 1.12	0.46
	Aldrín	0.17	0.48 - 0.5	1.20	0.20 - 5.91	0.20	N.D.	0.42	0.22 - 0.62	N.D.
	Dieldrín	N.D.	N.D.	3.42	1.22 - 20.52	N.D.	0.75	0.15	0.28 - 0.3	0.56
	Endrín	N.D.	N.D.	0.21	0.45 - 0.80	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Endrín aldehído	N.D.	N.D.	1.85	0.75 - 10.32	N.D.	N.D.	0.62	1.21 - 1.23	N.D.
	Endosulfán I	0.12	0.32 - 0.37	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.44
	Endosulfán II	N.D.	N.D.	0.57	0.19 - 2.96	N.D.	1.34	N.D.	N.D.	0.24
Sulfato de endosulfán	1.63	4.56 - 4.88	35.96	2.06 - 205.70	11.66	N.D.	14.49	13.54 - 15.43	N.D.	
CONCENTRACIÓN TOTAL	4.29		64.90		22.05	5.58	22.24		1.70	

N.D.<0.01 ng g⁻¹

La dieta alimenticia de la Jaiba está basada en crustáceos, peces menores en cuanto su tamaño y en ocasiones es carroñera, por otro lado la Mojarra Pinta lleva una dieta vegetariana donde se ha reportado que según el contenido de lípidos en tejido y/o por depósito atmosférico en los diferentes órganos de plantas pueden presentar una acumulación diferente de la concentración de plaguicidas (hojas>tallos>raíz) (Barriada et al., 2004).



En las Mojarras Castarricas (*C. octofasciatum*) capturadas, se detectaron 6 de los 16 PO analizados, obteniendo como concentración total 4.29 ng g⁻¹, dentro de la familia de los aromáticos sólo se registró al p,p'-DDT. Mientras que en los ciclodiénicos se detectaron en forma decreciente el sulfato de endosulfán (1.63 ng g⁻¹), epóxido de heptacloro (1.12 ng g⁻¹) así como también el aldrín y endosulfán I, cuyas concentraciones promedio fluctuaron entre 0.17-0.12 ng g⁻¹, el isómero delta-HCH fue el único detectado dentro de los alíciclicos (0.94 ng g⁻¹) (Tabla 12). El sulfato de endosulfán fue el analito con mayor concentración promedio (1.63 ng g⁻¹) y en segundo lugar estuvo el epóxido de heptacloro con 1.12 ng g⁻¹, los xenobióticos restantes registraron promedios menores o iguales a 1 ng g⁻¹ (Tabla 12).

La Mojarra Pinta (*C. pearsei*) fue la especie que presentó una mayor concentración total de PO para esta temporada (64.90 ng g⁻¹) (Tabla 12) donde el sulfato de endosulfán predominó con una concentración promedio de 35.96 ng g⁻¹, otro clorado de importancia dentro de esta misma familia fue el epóxido de heptacloro con un promedio de 7.20 ng g⁻¹, detectándose como mínimo 0.49ng g⁻¹ y como máximo 38.33ng g⁻¹. El p,p'-DDT encabezó la familia de los aromáticos con un promedio de 5.40 ng g⁻¹, un mínimo de 13.96 ng g⁻¹ y un máximo de

18.40ng g⁻¹; por último el isómero delta HCH perteneciente a la familia de los alicíclicos, presentó valores que fluctuaron de 3.15 hasta 13.81 ng g⁻¹.

Cabe mencionar que el gamma-HCH o Lindano únicamente fue detectado en el Robalo (0.36 ng g⁻¹) lo que indica posiblemente que se está llevando a cabo la degradación de éste, observándose en la disminución de la concentración desde las colectas del 2004 a las del 2005.

El Robalo (*C. pectinatus*) tanto en la colecta de Abril 2005 (temporada de secas) como en ésta, fue capturado únicamente en un sitio de la laguna (centro). Al igual que en la Mojarra Pinta, el principal organoclorado detectado dentro del grupo de los ciclodiénicos fue el sulfato de endosulfán, cuya concentración fue de 11.66 ng g⁻¹, cabe destacar que de la familia de los ciclodiénicos sólo se detectaron tres compuestos, el sulfato de endosulfán ya mencionado, el epóxido de heptacloro con 1.27 ng g⁻¹ y el aldrín con 0.20 ng g⁻¹.

Al encontrar una concentración relativamente alta del sulfato de endosulfán posiblemente indique que se está llevando a cabo la descomposición ya sea por fotólisis, hidrólisis y/o biodegradación del endosulfán, ya que el sulfato de endosulfán es el principal producto de la degradación de los isómeros de éste (alfa y beta) en proporción 7:3. Es importante recordar que la dieta del Robalo incluye algas en cuya superficie se degrada rápidamente el endosulfán, dando como resultado la aparición de los metabolitos ya mencionados (*Bejarano, 2005*). Como únicos representantes del grupo alicíclico se detectaron el gamma-HCH con 0.35 ng g⁻¹ y el delta-HCH con 8.56 ng g⁻¹, por otro lado la familia de los aromáticos no fue representada por ningún compuesto (<0.01 ng g⁻¹) (Tabla 12).

El Pejelagarto (*A. tropicus*) presentó 5 de los 16 PO evaluados; en la familia de los alicíclicos no se detectó (<0.01 ng g⁻¹) ningún analito, mientras que en el grupo de los aromáticos se contó exclusivamente con la presencia del p,p'-DDT en una concentración de 2.36 ng g⁻¹; los ciclodiénicos presentaron una mayor diversidad de plaguicidas con la presencia del endosulfán II, epóxido de heptacloro y el dieldrín con 1.34 ng g⁻¹, 1.13 y 0.75ng g⁻¹ respectivamente, los analitos restantes no fueron detectados (<0.01 ng g⁻¹) (Tabla 12).

En el Bagre (*A. felis*) se registró una concentración promedio de PO de 22.23 ng g⁻¹, donde el primordial analito nuevamente fue el sulfato de endosulfán, principal producto de degradación del endosulfán que también es utilizado para el control de termitas, en la preservación de la madera, y en cultivos como piña y sandía, dándose la contaminación

probablemente por desviación y transporte de partículas. Para el delta-HCH, único representante del grupo alicíclico, se reportó un intervalo de concentración de 3.09-5.48 ng g⁻¹, por último, para los aromáticos sólo se determinó el p,p'-DDT con 1.24 ng g⁻¹ (Tabla 12).

En los crustáceos capturados se detectaron 4 PO de los 16 analitos evaluados, los cuales pertenecen a la familia de los ciclodiénicos contándose con la presencia del dieldrín (0.56 ng g⁻¹), del epóxido de heptacloro (0.46 ng g⁻¹), del endosulfán I (0.44 ng g⁻¹) y el endosulfán II (0.24 ng g⁻¹), mientras el resto de los compuestos no fueron determinados (<0.01 ng g⁻¹) (Tabla 12).

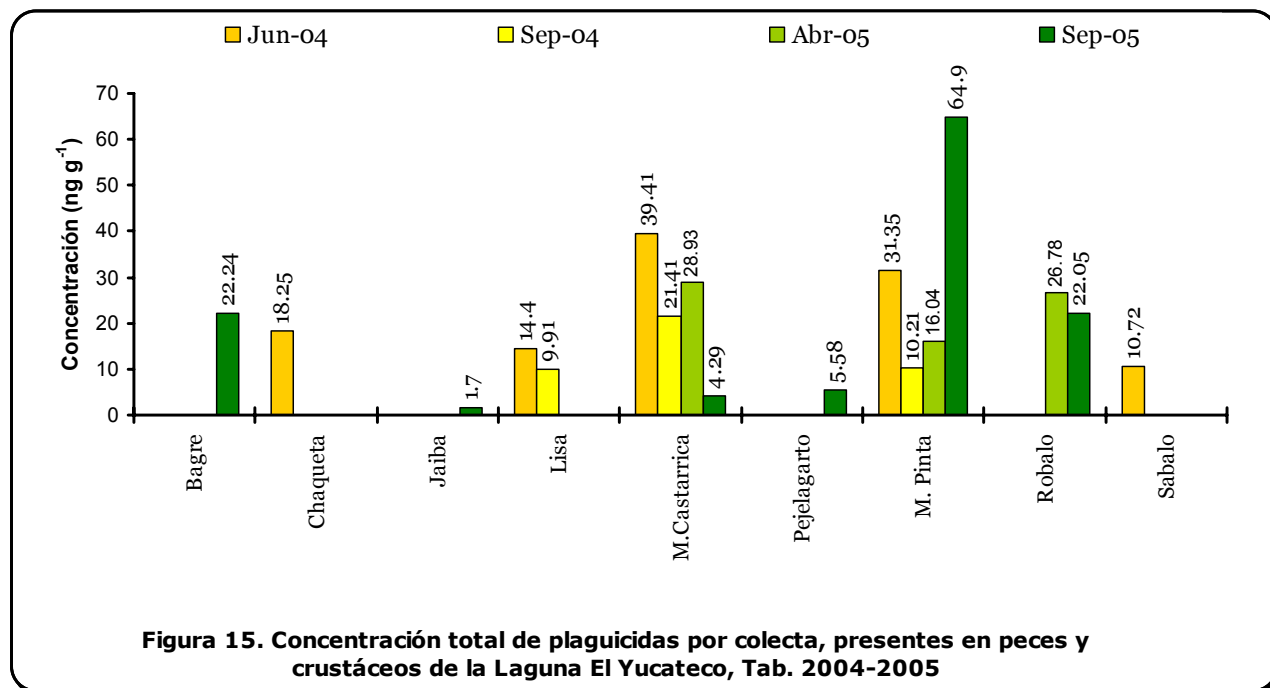
Cabe mencionar que en las 45 muestras biológicas analizadas correspondientes a las 5 especies diferentes de peces y crustáceos colectados durante las lluvias de 2005, únicamente el endrín no fue detectado (<0.01 ng g⁻¹) hecho que manifiesta aplicaciones recientes y continuas del compuesto original, aldrín, ya que no ha transcurrido el tiempo suficiente para su transformación.

Al comparar los niveles de acción para peces destinados al consumo humano establecidos por la USFDA 2004, registrados en el CODEX 2006 (Tabla 5) para los DDTs, el heptacloro, su epóxido, el aldrín y el dieldrín, con las concentraciones individuales y promedio registradas para estos PO en los peces de la Laguna El Yucateco durante 2005, se puede observar que fueron menores en un orden de magnitud para los ciclodiénicos y hasta más de dos órdenes de magnitud para los aromáticos.

La variabilidad que presentaron los peces y las jaibas en el contenido de PO así como también del contenido de lípidos está dada por varios factores como son: especie, sexo, hábitos alimenticios que a su vez están en función de la etapa de crecimiento y posición en la cadena alimenticia al igual que las características fisicoquímicas de los compuestos que son ingeridos del medio (solubilidad en agua y coeficiente de reparto octanol/agua) de la cantidad que está en contacto y de la velocidad de absorción y excreción del tóxico; mismos que son determinantes en su bioacumulación, lo que conduce a elevadas biomagnificaciones en las cadenas alimenticias, que eventualmente puede llegar a constituir un riesgo para la vida silvestre y humana (Albert, 1996).

Se han hecho estudios en sedimentos, agua y organismos pertenecientes a la Laguna El Yucateco con el fin de evaluar si existe contaminación por plaguicidas organoclorados;

encontrándose a lo largo del tiempo que el sistema lagunar es muy cambiante, aparentemente no existe un patrón en el comportamiento o presencia de PO, tal es el caso del período evaluado en este trabajo, 2004-2005 (Fig. 15).



En teoría, se esperaría que durante la temporada de secas las concentraciones de contaminantes fueran mayores que en lluvias, lo mismo ocurre con la captura de organismos, debido a la evaporación del agua trayendo como consecuencia la concentración de los contaminantes, sin embargo no siempre es así, lo cual puede atribuirse a los procesos hidrodinámicos propios de la Laguna, mientras que en lluvias puede haber un gran aporte por escurrimientos de las zonas de cultivo situadas en la parte norte de la Laguna o bien por la movilización en el aire durante el rociamiento o aplicación de los plaguicidas sobre las cosechas, ya que en los dos Municipios que rodean la Laguna se cultivan frutas como piña principalmente en Huimanguillo, naranja, limón, plátano, algunos cereales (arroz, maíz), frijol, cacao, caña de azúcar en el Municipio de Cárdenas como principal productor, que además es el que se encuentra en mayor contacto con dicha Laguna. Sin embargo en la figura 15 se observa que tanto la Mojarra Castarrica, la Lisa y el Robalo presentaron un comportamiento teórico, es

decir, en temporada de secas se detectó una mayor concentración de xenobióticos frente a la época de lluvias, así como también de forma general la concentración fue decreciendo hacia el 2005. En lo que se refiere a la Jaiba azul debido a que únicamente se capturó en la temporada de lluvias del año 2005 no se obtuvo una visión completa de la bioacumulación de plaguicidas organoclorados en ella.

Con los resultados obtenidos, la hipótesis propuesta explica acertadamente por que los organismos acuáticos capturados en el sistema lagunar presentaron en su tejido muscular residuos de PO totales encontrándose principalmente los siguientes plaguicidas: **sulfato de endosulfán (63.74ng g⁻¹), aldrín (38.13ng g⁻¹), p,p'-DDT (27.74ng g⁻¹) , epóxido de heptacloro (11.61ng g⁻¹), endosulfán (11.09ng g⁻¹) , endrín (10.89ng g⁻¹) y heptacloro (9.07ng g⁻¹)** (Fig. 16).

La presencia de estos plaguicidas indica que se han estado utilizando recientemente sobre todo en la aplicación para el control de termitas ya que el endosulfán, el aldrín y el heptacloro pueden ser usados también como preservantes de madera (ATSDR, 2005; Bejarano, 2005). Es importante resaltar que tanto el aldrín, el endrín, el heptacloro* y por ende el epóxido de heptacloro por ser el principal metabolito de degradación de éste último, son plaguicidas prohibidos en México además de que están clasificados por la Agencia Internacional de Investigaciones sobre Cáncer (IARC) y por la Agencia de Protección Ambiental de E.U. (EPA), como probables carcinogénicos

Por lo que respecta al p,p'-DDT, su presencia puede deberse a las aspersiones domiciliarias para combatir los mosquitos anófeles (vectores del paludismo), el uso del DDT en el control de esta enfermedad ha sido prácticamente eliminado desde el año 2000 (SSA, 2002) por lo que también puede suponerse que el producto se ha estado utilizando ilegalmente en la agricultura. Es clasificado como posible carcinogénico por la IARC y la EPA.

* Al no encontrarse en el listado de contaminantes prohibidos en el Catalogo de Plaguicidas de la CICOPLAFEST, 2004, su uso en México está prohibido.

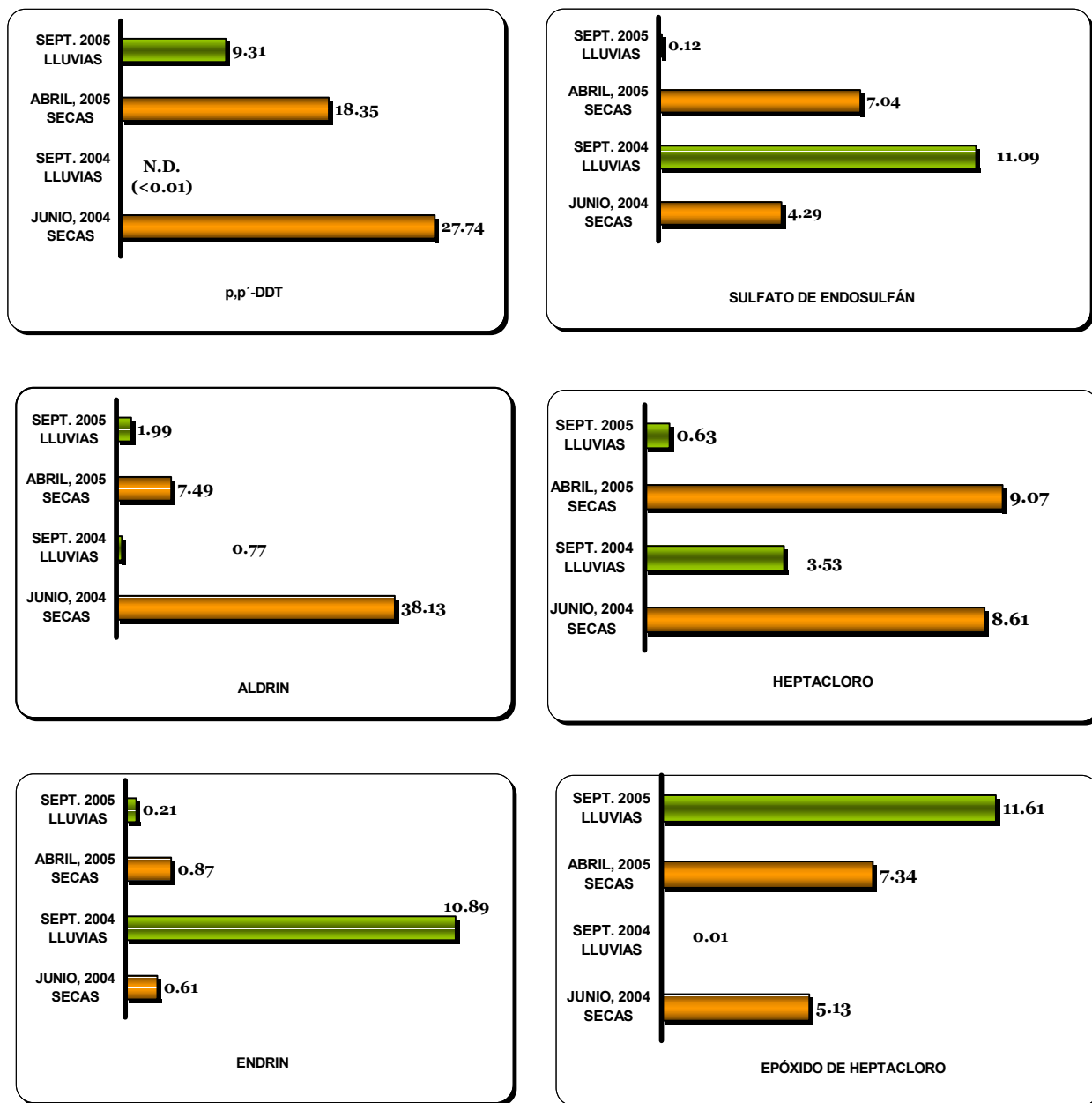


Figura 16. Concentración total (ng g⁻¹) de los principales plaguicidas organoclorados encontrados en peces de la Laguna El Yucateco, Tabasco. 2004-2005

El único plaguicida orgánico "autorizado" es el endosulfán y el sulfato de endosulfán por ser el metabolito de degradación de éste, sin embargo la EPA lo clasifica como "altamente tóxico" y la Unión Europea como "altamente peligroso". Es muy tóxico para los organismos acuáticos, principalmente el sulfato de endosulfán por ser más persistente que sus compuestos

de origen. Actualmente es candidato a ser incluido en el Convenio de Estocolmo* formando parte de la lista de los 12 contaminantes orgánicos persistentes para ser eliminados. El endosulfán es ampliamente utilizado en los principales cultivos (caña de azúcar, piña) de la zona cercana a la Laguna, la cual se encuentra influenciada por el caudal del Río Chicozapote permitiendo el transporte de estos PO. La parte noroeste de dicha Laguna permite la residencia de estos contaminantes debido a la dinámica que presenta el cuerpo lagunar; la zona norte del Yucateco está expuesta a recibir mayor número de contribuciones ya que en esta sección se encuentra una extensión continental considerable de áreas agrícolas, lo cual puede considerarse como fuente de contaminación.

Después de analizar cada una de las especies colectadas durante el período 2004-2005 y de acuerdo a las Normas **NOM-027-SSA1-1993**, **NOM-029-SSA1-1993** y **NOM-031-SSA1-1993**, se observa que estos productos se encuentran fuera de la normatividad mexicana, ya que presentaron residuos de aldrín, endrín y heptacloro, por lo que no deberían de ser capturados para consumo humano.

Es importante destacar que se necesitan Normas Mexicanas más específicas en cuanto a los límites máximos permisibles para este tipo de contaminantes, ya que es imposible que los productos alimenticios se encuentren libres de dichos plaguicidas, debido a sus características físico-químicas y toxicológicas ya mencionadas en este trabajo. Es por esto que se compararon las concentraciones obtenidas con los niveles de acción** para peces destinados al consumo humano establecidos por la FDA (tabla 5), obteniéndose que todas las especies se encuentran por debajo (varias órdenes de magnitud) de dichos límites máximos permisibles, los cuales son una manera de prevenir o reducir este riesgo. Por lo que se podría pensar que no existiría problema alguno provocado por el consumo de estos organismos; sin embargo no se debe olvidar que una de las características principales de estos contaminantes es su liposolubilidad facilitando la bioacumulación y biomagnificación a través de la cadena alimenticia, ya que el riesgo de estas sustancias químicas depende de su magnitud y forma de exposición. Además de que el consumo de pescados y crustáceos de esta laguna no son la única fuente de contaminación principalmente para los habitantes del Yucateco debido a que existen otras

* Primer instrumento mundial que establece medidas para la eliminación y el control de 12 contaminantes orgánicos persistentes (COP) con el fin de proteger la salud humana y el ambiente. Se firmó en Estocolmo, Suecia 23 mayo 2001, entrando en vigor 17 mayo 2004.

** Entendiéndose por nivel de acción como el valor límite para la concentración de una sustancia química o un agente patógeno en un sustrato, en este caso, en peces destinados a consumo humano. (FAO, OMS, 2002).

fuentes portadoras de PO como son el aire (*Alegría, 2006*) absorción e inhalación debida a la deficiente protección y escaso control de los mismos o bien de forma directa la ingestión de alimentos contaminados, como vegetales (*Columé y Cárdenas, 2001*), productos lácteos, cárnicos y huevos (*DiGandhi, 2005*) siendo la principal forma de exposición del ser humano a estas sustancias, principalmente los grupos vulnerables, es decir, los niños y ancianos. Por consiguiente dependiendo de los niveles de concentración (dosis) a la cual estén sometidos les generará un riesgo en la salud. Donde la salud no significa la ausencia de enfermedades sino un estado de completo bienestar físico, mental y social como lo reconoce la propia Organización Mundial de la Salud. No se puede lograr un bienestar físico, un cuerpo sano y mente sana si el ambiente que nos rodea está contaminado y atenta contra nuestro bienestar, como en el caso de los contaminantes orgánicos persistentes (COP) que entran a nuestro cuerpo desde el momento de la concepción y el embarazo (*Bejarano, 2004*).

Cabe mencionar que a medida que se incrementa la dosis **pueden empezar a aparecer** efectos bioquímicos, los cuales se transforman en efectos fisiológicos **si sigue aumentando** la dosis. Cuando la dosis alcanza los niveles de acción pueden aparecer signos y síntomas clínicos que revelan la producción de efectos adversos dando lugar a estados patológicos o enfermedades diversas, un ejemplo específico son los organoclorados que han sido llamados *disruptores endocrinos* ya que se caracterizan por la capacidad que tienen de alterar la homeostasis del sistema endocrino-reproductivo (*Argemi et al., 2005*). Por lo que es fundamental conocer no sólo las propiedades que hacen peligrosa a una sustancia, sino la dosis a la cual puede ocasionar efectos adversos, para establecer medidas que limiten la exposición y con ello prevenir o reducir sus riesgos.

Según datos registrados por la Secretaría de Salud del Estado de Tabasco, en el 2003 se tiene que entre las principales causas de egresos después de parto único y obstétricas directas, se encuentra el aborto el cual es difícil atribuírselo exclusivamente a los PO, debido a que los efectos en el hombre varían de acuerdo al tipo de exposición y duración, además los efectos tardíos de la exposición a plaguicidas son más sutiles en cuanto a presentación por tanto es más difícil establecer una relación de causalidad entre un único agente químico, o una práctica agrícola concreta, la aparición de un efecto nocivo o enfermedad (Tabla 14).

Tabla 14. Principales causas de ingresos hospitalarios (Mpos. Huimanguillo y Cárdenas) (SSA 2006).

CAUSA	HOSPITAL	PORCENTAJE***
Aborto	Cárdenas	5.05
Ciertas afecciones originadas en el período perinatal	Cárdenas	2.02
Aborto	De La Venta	7.05
Trastornos no inflamatorios del ovario, de la trompa de Falopio y del ligamento ancho.	De La Venta	1.34
Tumor benigno de la mama	De La Venta	0.67
Malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas	De La Venta	0.67
Aborto	Huimanguillo	3.42
Tumor benigno de la mama	Huimanguillo	0.60
Tumor benigno de la piel	Huimanguillo	0.48

A pesar de las dificultades, son frecuentes los estudios en los que se ha intentado establecer una relación de causalidad entre la exposición crónica a los compuestos químicos y algunas enfermedades particulares entre ellos se reporta que el DDT y sus metabolitos el p,p'-DDE y p,p'-DDD son los causantes de desequilibrios estrogénicos en mujeres embarazadas, lo que provoca abortos. Otro plaguicida que produce efectos perjudiciales como disminución en la fertilidad, daño en hígado, muerte en crías recientes, entre otras, es el heptacloro; estos resultados se han observado en animales, sin embargo hay evidencia de que efectos similares pueden ocurrir en seres humanos. Por ello la EPA y la IARC lo han clasificado como posiblemente carcinogénico en seres humanos al igual que al epóxido de heptacloro.

El lindano ha sido utilizado en agricultura, veterinaria e incluso en el ámbito de la salud humana porque es un insecticida de amplio espectro. A pequeñas dosis, pero en exposiciones largas (toxicidad crónica) causa problemas hepáticos, renales, hormonales, ginecológicos, sanguíneos (anemias) y del sistema nervioso. La OMS recomienda tratar el HCH y sus isómeros como si fuesen cancerígenos.

*** En cada uno de los hospitales (Cárdenas, De la Venta y Huimanguillo) casi el 50% de las principales causas de egresos está dado por parto único y por causas obstétricas directas. Así que el otro 50% está distribuido en una gran diversidad de enfermedades o bien traumatismos.

La exposición humana a los plaguicidas persistentes es un hecho bien documentado durante los últimos treinta años. Las consecuencias a largo plazo de la exposición a plaguicidas

se manifiestan sobre el desarrollo y la funcionalidad de diferentes órganos y sistemas y abarca desde alteraciones neurológicas, reproductivas, endocrinas e inmunológicas, fracasos funcionales y alteraciones del comportamiento a la aparición de tumores (*Dich et al., 1997*). Entre las principales veinte causas de mortalidad en México, se encuentra el cáncer ocupando el segundo lugar, al cual se le considera como una de las enfermedades consecuentes por la exposición a ciertas sustancias tóxicas, tales como plaguicidas organoclorados (*INE, 2000*). Sin embargo los cánceres que predominan en México, también pueden estar asociados a otro tipo de factores ligados con los hábitos de vida.

6. CONCLUSIONES

- Se logró identificar y determinar la concentración de los plaguicidas presentes en las especies capturadas en la Laguna El Yucateco: Bagre (*Ariopsis felis*), Chaqueta (*Oligoplites saurus*), Jaiba azul (*Callinectes sapidus*), Mojarra Castarrica (*Cichlasoma octofasciatum*), Pejelagarto (*Atractosteus tropicus*), Mojarra Pinta (*Cichlasoma pearsei*), Robalo (*Centropomus pectinatus*), Sabalo (*Megalops atlanticus*).
- Se observó que dicha Laguna presenta un grado de contaminación suficiente de PO para que las especies que habitan ahí, los almacenen en sus tejidos.
- Al observar los resultados obtenidos por época (secas y lluvias) se concluye que aparentemente no existe un patrón establecido en el comportamiento o presencia de plaguicidas organoclorados en los organismos evaluados.
- De forma global la colecta del año 2005 registró una mayor concentración total promedio de plaguicidas organoclorados en peces con respecto a la temporada del 2004, sobresaliendo la época de lluvias.
- En la temporada de lluvias del 2004 se reportó la menor concentración de PO y el mayor número de especies capturadas durante las cuatro colectas.
- La Mojarra Castarrica (*C. octofasciatum*) y la Mojarra Pinta (*C. pearsei*) fueron las dos especies con mayor porcentaje de captura, así como también de concentración promedio de PO, sobresaliendo en la Mojarra Pinta.

COLECTA 2004

- El grupo de plaguicidas organoclorados dominante durante la época de secas fue el de los aromáticos y en lluvias el menos dominante fue el de los alíclicos.
- Los PO que presentaron mayor concentración en Junio 2004 (secas) en orden decreciente fueron aldrín, p,p'-DDT, heptacloro, epóxido de heptacloro, endosulfán. Mientras que en Septiembre (lluvias) fueron: endosulfán, endrín, y aldrín.
- El p,p'-DDT no fue detectado en ninguna temporada.

COLECTA 2005

- La familia de plaguicidas organoclorados dominante en este período fue la de los ciclodénicos en época de lluvias y la menos dominante fue la de los alíclicos en la de secas.
 - Durante la temporada de secas en el mes de Abril el p,p'-DDT registró la mayor concentración, mientras que el sulfato de endosulfán encabezó la lista de plaguicidas dominantes en la época de lluvias.
 - Durante la temporada de secas los PO más abundantes en orden decreciente fueron: p,p'-DDT, heptacloro, aldrín, epóxido de heptacloro, observándose lo inverso en lluvias (sulfato de endosulfán, epóxido de heptacloro, p,p'-DDT).
-
- Con los resultados obtenidos y basándonos en las Normas Oficiales Mexicanas, los peces y las jaibas analizados de la Laguna El Yucateco, no deben ser destinados a consumo humano; sin embargo, bajo los criterios del CODEX ALIMENTARIUS no hay problema alguno por su consumo debido a que no exceden los niveles de acción de dichos analitos.
 - Los habitantes aledaños a la Laguna El Yucateco, están expuestos a plaguicidas organoclorados debido a diversas fuentes como son: la aplicación en cultivos, así como también por transporte atmosférico, lo que trae como consecuencia la contaminación de la tierra y agua, bioacumulándose y biomagnificándose a lo largo de la cadena alimenticia. En este caso, la principal vía de exposición a dichos xenobioticos es la ingesta de alimentos contaminados como peces capturados en ésta Laguna, así como también por verduras y vegetales o bien por productos de origen animal, por lo que es importante mantener un control en el buen uso de plaguicidas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- **Albert L. A., (1996).** *Persistent pesticides in Mexico.* Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, 147:1-44.
- **Albert L. A., Alpuche G. L., (1990).** *Riesgos de los plaguicidas para el ambiente.* Centro de Ecodesarrollo. México, D.F. pp. 331.
- **Albert L. A. Benítez J. A., (1996).** Impacto ambiental de los plaguicidas en los ecosistemas costeros, p. 107-123. *In:* A. V. Botello, J. L. Rojas Galaviz, J. A. Benítez y D. Zárate Lomelí (Eds.). *Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias.* EPOMEX Serie Científica 5. UAC. Campeche, México. 666 p.
- **Alegria H., Bidleman F. T., Figueroa S. M. (2006).** *Orgachlorine pesticides in the ambiente air of Chiapas, Mex* Environmental Pollution 140. 483-491.
- **AMIPFAC Asociación Mexicana de la Industria de Plaguicidas y Fertilizantes A.C. (1985).** *Curso de orientación para el buen uso y manejo de plaguicidas.* México. pp.373.
- **ATSDR (Agency for Toxic Substances & Disease Registry) (2005).** Department of Health and Human Services. Tox-FAQ's™. Atlanta. On line: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxfaq.html>.
- **Argemi F., Cianni N., Porta A. (2005).** *Disrupción endocrina : perspectivas ambientales y salud pública.* Acta Bioquím.. Clin. Latinoam. 39 (3) 291:300.
- **Barriada P. M., González C. M.J., Muniategui L. S., López M. P., Prada R. D., Fernández F. E. (2004).** *Determination of 21 organochlorine pesticides in tree leaves using solid phase extraction clean-up cartridges.* Journal of Chromatography A: 1061, 133-139.
- **Begoña B., Crespo J., Rivas A., Cerrillo I., Olea-Serrano M.F., Olea N. (2004).** *Exposure of women to organochlorine pesticides in Southern Spain.* Environmental Research 96:34-40.
- **Bejarano G. F. (2004).** *Guía Ciudadana para la aplicación del CONVENIO DE ESTOCOLMO.* RAPAM (Red de Acción sobre plaguicidas y alternativas en México). México. 47-63, 85-91, 121-126, 153-156 pp.
- **Bejarano Glz. (2005).** *ENDOSULFÁN.* Respuestas a preguntas frecuentes. Argumentos para su prohibición mundial. IPEN. Traducción de "Endosulfán Fact Sheet & Answers to common questions". Harikrishnan VR y Usha S. 2004.
- **CCA (Comisión para la Cooperación ambiental de América del Norte) (2000).** *Situación actual de la malaria y el uso de DDT en México.* Centro Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Centro Nacional de Salud Ambiental, SSA Gallardo-Díaz E. G. 61p.
- **CCA (Comisión para la Cooperación ambiental de América del Norte) (2001).** *Diagnostico situacional del DDT y el control de la malaria.* Informe regional para México y Centroamérica. 58p.
- **CICOPLAFEST Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (2004).** *Catálogo Oficial de plaguicidas.* Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca/Secretaría de Comercio y Fomento Industrial/ Secretaría de Agricultura Ganadería y Desarrollo Rural/Secretaría de Salud. 428p

-
-
- **Colome A., Cárdenas G., (2001).** *Multiresidue Screening of Pesticides in Fruits Using an automatic SPE system.* J. Agric.Food Chem. 49:1109-1116.
 - **Cortinas de Nava C., Loredo M. O. L., Cristián F. A. (1996).** *Lo que usted debe de saber sobre el DDT y su uso en el combate al paludismo en México.* Serie DDT No. 1. INE/SEMARNAP. México, D. F. 9p.
 - **CODEX (2006).** *CODEX Alimentarius. Normas alimentarias FAO/OM.* On line: <http://www.codexalimentarius.net>
 - **Dich J., Hoar Z. H., Adami (1997).** *Pesticides and cancer. Cancer: Causes and control.* 8:420-443.
 - **DiGangi J. (2005).** *The Egg Report: Contamination of chicken eggs from 17 countries by dioxins, PCBs and hexachlorobenzene.* "Keep the Promise, Eliminate POP's! Campaign and Dioxin, PCBs and Waste Working Group of the International POPs Elimination Network (IPEN) Report. 98p.
 - **EPA (Environmental Protection Agency) (2000).** *Insecticidas de Cloruros Orgánicos Sólidos.* Capítulo 6, 63-71.
 - **Echarri P. L., 1998.** *Ciencias de la tierra y del medio ambiente.* (libro electrónico). España. On line: <<http://www1.ceit.es/Asignaturas/Ecologia/Hipertexto/indice.html>>.
 - **Enciclopedia de los Municipios de México (2003), Tabasco.** *Información Municipal* Gobierno del Estado. On line: <http://www.diputados.gob.mx/USIEG/anuarios/tabasco/Mapas.pdf>.
 - **Enríquez A. (2005).** *Evaluación del riesgo ambiental a la liberación de plaguicidas.* Ecotoxicología, SAG (Servicio Agrícola Ganadero), Chile.
 - **Erdogrul O., Covaci A., Schepens P. (2005).** *Levels of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in fish species from Kahramanmaraş, Turkey.* Environment International. 31:5, 703-711.
 - **Fernández B., Yarto R., Castro. (2005).** *Las sustancias tóxicas persistentes.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. INE. 17-19, 34-37, 41-42.
 - **Harris D. (1992).** *Análisis Químico Cuantitativo.* Gpo. Editorial Iberoamérica. México.
 - **Hobbs K.E., Derek C.G.M., Michaud R., Béland P., Letcher R.J., Norstrom R.J., (2003).** *PCBs and organochlorine pesticides in blubber biopsies from free-ranging St. Lawrence River Estuary beluga whales (Delphinapterus leucas), 1994-1998.* Environmental Pollution 122, 291-302.
 - **Hong J., Kim H. Y., Kim D. G., Seo J., Kim K. J. (2004).** *Rapid determination of chlorinated pesticides in fish by freezing-lipid filtration, SPE and CG-MS.* Journal of Chromatography A. 1038:27-35.
 - **Hotchkiss J. H., (1992).** *Pesticide residue controls to ensure food safety.* Critical Rev. Food Sci. Nutrition 31:191-203.
 - **INE, SEMARNAP, (1999).** *Promoción de la prevención y reducción de riesgos químicos ambientales.* Capítulos 2, 3, 6. México. Responsable Cortinas Nava Christina.
 - **INE (2000).** *Manual de trabajo: Características de peligrosidad ambiental de plaguicidas.* 1ª. Edición Nov. México. 1-265.
 - **INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática),** www.inegi.gob.mx. Anuarios 1992.
 - **Jand Z., S. Hoar A., Hanberg A., Hons-Olor (1997)** *Pesticides and cancer. Causes and control:* 8:420-443.
 - **Klaassen, Casarett Doull's, (1997).** *Manual de Toxicología: Efectos Tóxicos de Plaguicidas.* 5º edición New York. Mc Graw Hill. 615-624.
 - **Leyva-Cardoso D. (2003).** *Análisis del grado de contaminación por plaguicidas organoclorados en la Zona Costera de la Bahía de Petacalco, Guerrero.* Tesis de licenciatura. IPN. 43p.
 - **Naso B., Perrone D., Ferrante M.C., Bilancione M., Lucisano A. (2005).** *Persistent organic pollutants in edible marine species from the Gulf of Naples, Southern Italy.* Science of the Total Environment 343, 83-95.
-
-

-
-
- **NOM-029-SSA1-1993. NORMA OFICIAL MEXICANA.** Productos de la pesca, crustáceos frescos, refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias
 - **NOM-027-SSA1-1993. NORMA OFICIAL MEXICANA.** Bienes y servicios. Productos de la pesca. Pescados frescos – refrigerados y congelados. Especificaciones sanitarias.
 - **NMX-F-474-2002. NORMA MEXICANA.** Productos de la pesca. Pescado fresco refrigerado de origen marino. Especificaciones.
 - **Nhan D.D., Carvalho F. P., Tuan N. Q., Yen N., Villeneuve J. P., Cattini C. (2001).** *Chlorinated pesticides and PCB's in sediments and molluscs from freshwater canals in the Hanoi region.* Environ. Pollut 112:311-328
 - **Noa P. M., Pérez F., Díaz G., Vega y León S. (2003).** *Cromatografía de gases y de líquidos de lata resolución. Aplicación en el análisis de alimentos.* UAM-Xoch. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Serie Académicos CBS Num. 57
 - **OMS. Organización Mundial de la Salud (1992).** *Consecuencias sanitarias del empleo de plaguicidas en la agricultura.* Ginebra. Suiza. 128p
 - **Organización Mundial de la Salud. Organización Panamericana de la Salud.** "Plaguicidas, Salud y Ambiente" Instituto Nacional de Investigación sobre Recursos Bióticos (INIREB). Lilia A. Albert Editora 1986. [*Determinación de BPC's y Plaguicidas Organoclorados, Contaminantes Organicos*] Monografía 4-94 (1994) (CESCO, Honduras).
 - **Palma L. (1999).** *Diagnostico de los recursos naturales, niveles de contaminación y alternativas para el desarrollo del area de influencia de los campos petroleros cinco presidentes y la Venta Norte. Informe Final. Segunda Parte.* Cárdenas, Tabasco. Gobierno del Estado Tabasco. 10-28, 160-163, 226-238
 - **Rand G. M., Petrocelli S.R. (1995).** *Fundamentals of aquatic toxicology, methods and applications.* Hemisphere publishing corporation. New Cork
 - **Restrepo I, Franco S. (1988).** *Naturaleza muerta. Los plaguicidas en México.* Editorial Andrómeda S.A. México, pp. 236.
 - **Rosales-Hoz M. T. L. (1979).** *Sobre la dispersión de compuestos organoclorados en el medio ambiente marino: nota científica.* Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, 6 (1):33-36.
 - **SAGARPA/CONAPESCA/PMSMB. (2004).** Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación /Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca/Programa Mexicano de Sanidad de Moluscos Bivalvos
 - **SSA (2006). Secretaria de Salud.** On line: www.saludtabgob.mx./binarios/estadistica/principales_causas_egresos_hosp_2003
 - **Skoog A. D. (1994).** *Análisis instrumental.* 4º ed. Mc Graw-Hill. México, D.F. México. pp. 705-727.
 - **Smith G. A. (1997).** *Handbook of Pesticide Toxicology. Vol. 2 Classes of Pesticide: Chlorinated Hydrocarbon Insecticides.* Editorial Wayland J. Hayes Jr.
 - **Sun F., Wong S.S., Li G.C., Chen S.N. (2005).** *A preliminary assesment of consumer's exposure to pesticide reisdues in fishieries proucts.* J. Chemosphere 04, 112.
 - **Souci S.W., Fachman W. (1989)** *Food Composition and Nutrition Tables 1989/90.*
 - **UNEP/FAO/IOC/IAEA United Nations Environment Programme/ Food and Agriculture Organization/ Intergovernmental Oceanographic Commision of Unesco (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization)/ International Agency of Energy Atomic (1986).** *Determination of DDT's, PCB's in selected marine organisms by packed column gas-chromatography.* Reference Methods for Marine Pollution Studies. No.14
 - **Vega y León S. (1998).** *Residuos Tóxicos en alimentos.* Capítulo III La contaminación de alimentos por plaguicidas. Libros de texto, UAM-Xochimilco.
 - **Wayland J., Hayes Jr. E., Laws Jr. (1991).** *Handbook of pesticides Toxicology.* Vol. 1 General Principles Academes press INC.
-
-

- **Yang R., Jiang G., Zhou Q., Yuan Ch., Shi J. (2005).** *Occurrence and distribution of organochlorine pesticides (HCH and DDT) in sediments collected from East China Sea.* Environment International 31:799-804.

SITIO EN EL WEB

- www.congresocbta.unam.mx/PVA07.htm (Noviembre, 2005).
- www.dif.gob.mx/inegi/MEDIO%20AMBIENTE%202004.pdf (Noviembre, 2005)
- www.economia-sniim.gob.mx Economía- SNIIM Sistema de Información e Integración de Mercados (Agosto, 2005).
- www.fao.org/DOCREP/V71805/V7180s05.htm. (Noviembre, 2005).
- www.fishbase.org (Febrero, 2006)
- www.earth.google.com (Marzo, 2006)

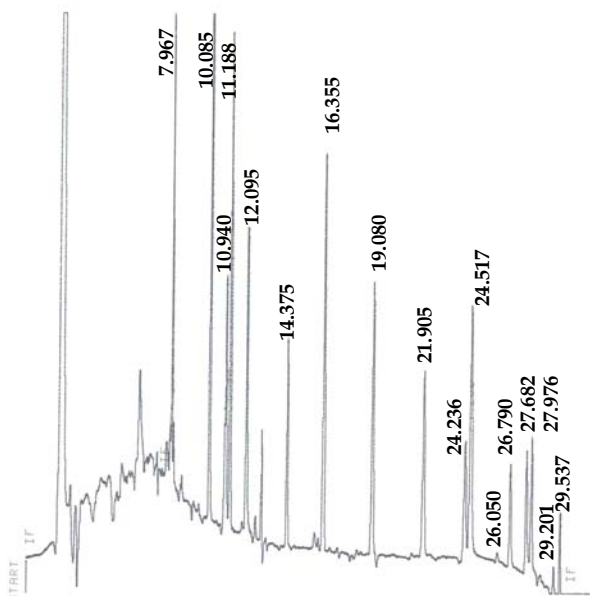
GLOSARIO

AMIPFAC	Asociación Mexicana de la Industria de Plaguicidas y Fertilizantes A.C.
ATSDR	Agency for Toxic Substances & Disease Registry.
CCA	Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte.
CICOPLAFEST	Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas.
CG	Cromatografía de Gases.
ECD	Detector de captura de electrones.
EM	Espectrometría de Masas.
EPA	Environmental Protection Agency.
FAO	Food and Agriculture Organization.
FTIR	Infrarrojo con transformada de Fourier.
IAEA	International Agency of Energy Atomic.
IARC	Internacional Agency for Research on Cancer
INE	Instituto Nacional de Ecología.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.
IOC	Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO.
OMS	Organización Mundial para la Salud.
PO	Plaguicidas organoclorados.
SAGARPA	Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
SSA	Secretaría de Salud Pública.
UNEP	United Nations Environment Programme.

A N E X O I

CROMATOGRAMAS INDIVIDUALES POR ORGANISMO.

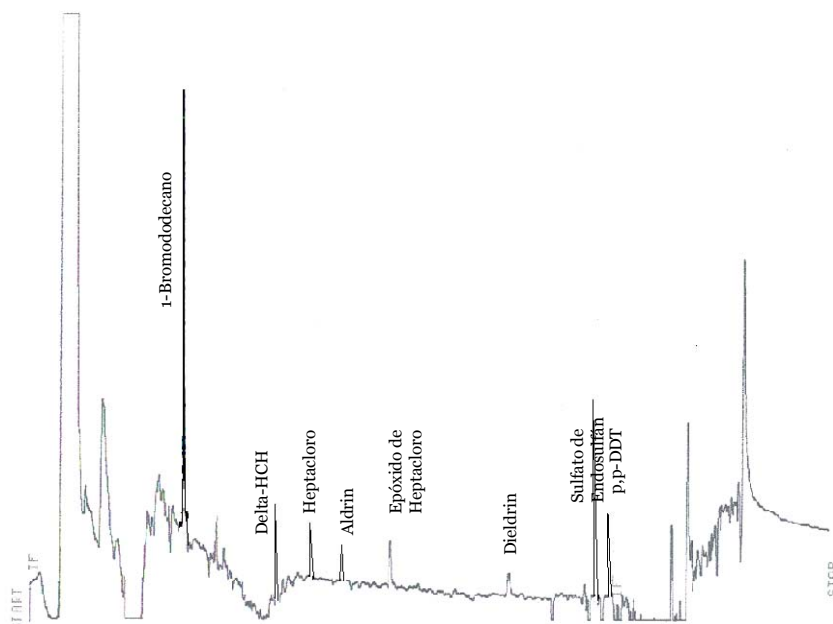
CROMATOGRAMA 1: ESTANDAR EXTERNO DE PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS [20 ppb] UTILIZANDO COMO ESTANDAR INTERNO 1-BROMODODECANO [10ppb].



Tiempo de retención (min)

TIEMPO DE RETENCIÓN (t _r) (min)	ANALITO	AREA
7.967	1-BROMODODECANO	185393
10.085	ALFA-HCH	1963104
10.940	BETA-HCH	1513801
11.188	GAMMA-HCH	1584702
12.095	DELTA-HCH	2158589
14.375	HEPTACLORO	1028009
16.355	ALDRIN	1732004
19.080	EPOXIDO HEPTACLORO	1639167
21.095	ENDOSULFÁN I	1467802
24.236	p,p'-DDE	1262448
24.517	DIELDRIN	2275645
26.055	ENDRIN	45990
26.790	ENDOSULFÁN II	872181
27.682	p,p'-DDD	665295
27.976	ENDRIN ALDEHIDO	1071771
29.201	SULFATO DE ENDOSULFÁN	39483
29.543	p,p'-DDT	456772

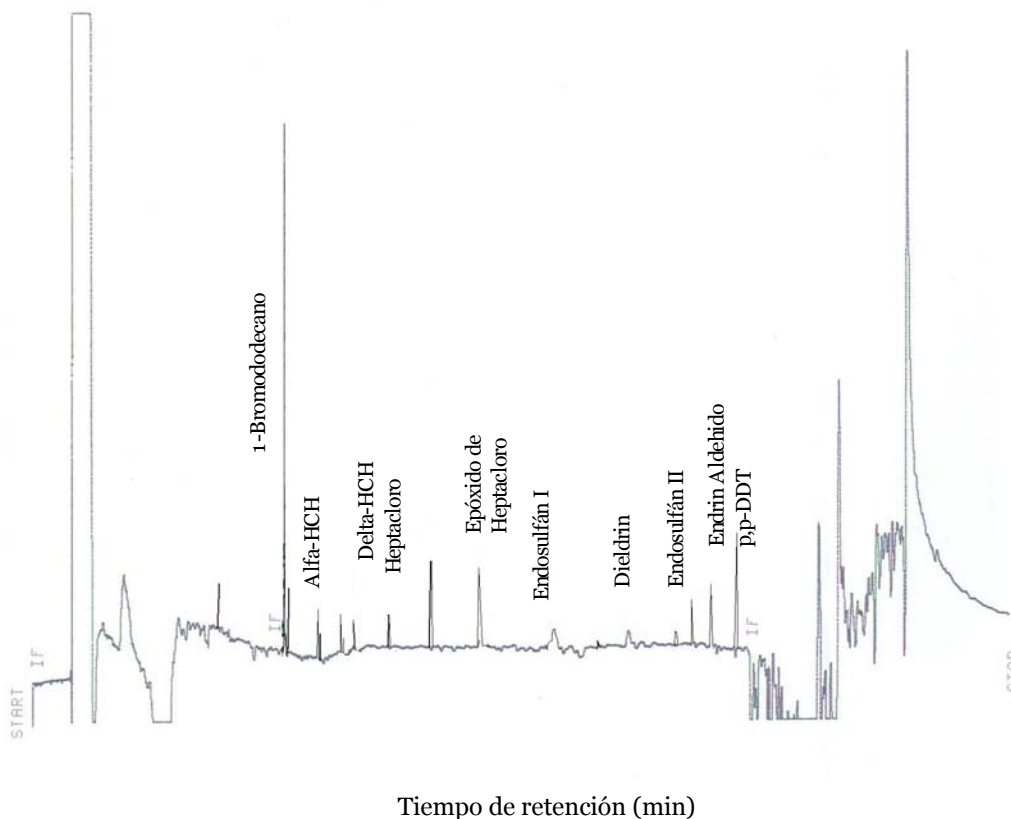
CROMATOGRAMA 2: Bagre (*Ariopsis felis*); (Sept. 2005 <época de lluvias>)



Tiempo de retención (min)

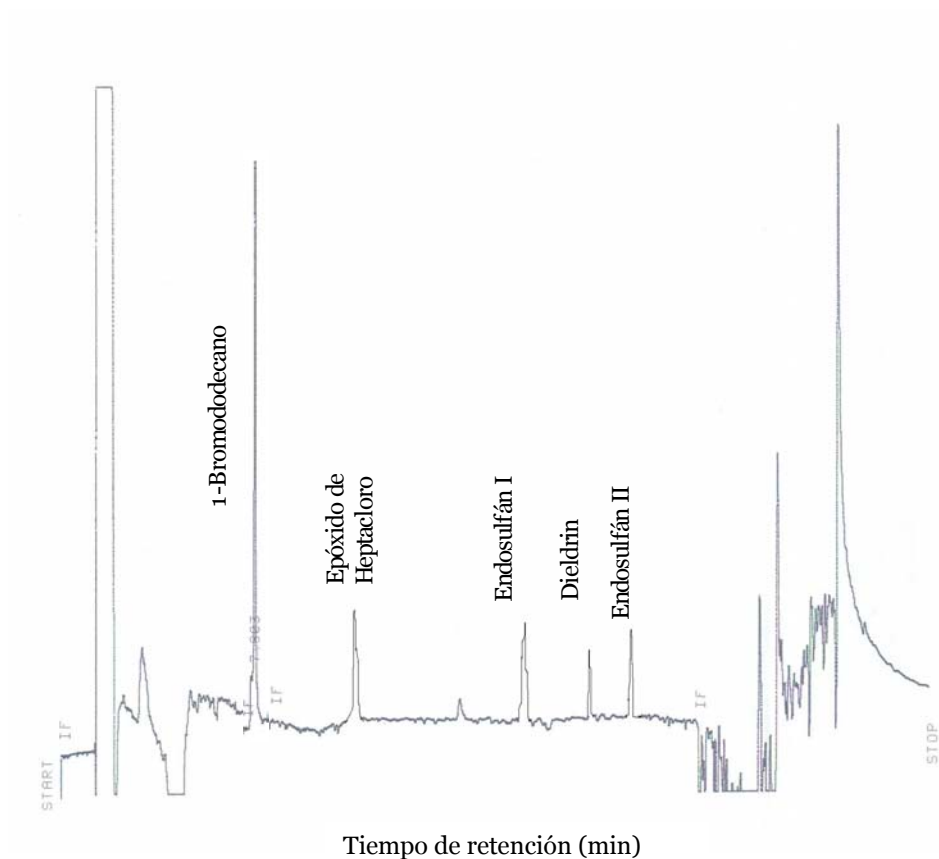
TIEMPO DE RETENCIÓN (t _r) (min)	ANALITO	AREA
7.974	1-BROMODODECANO	185393
12.145	DELTA-HCH	68123
14.386	HEPTACLORO	6536
16.457	ALDRIN	22987
19.101	EPOXIDO HEPTACLORO	24404
24.617	DIELDRIN	8612
29.195	SULFATO DE ENDOSULFÁN	35418
29.581	p,p'-DDT	26104

CROMATOGRAMA 3: Chaqueta (*Oligoplites saurus*); (Junio, 2004 <época de secas>).



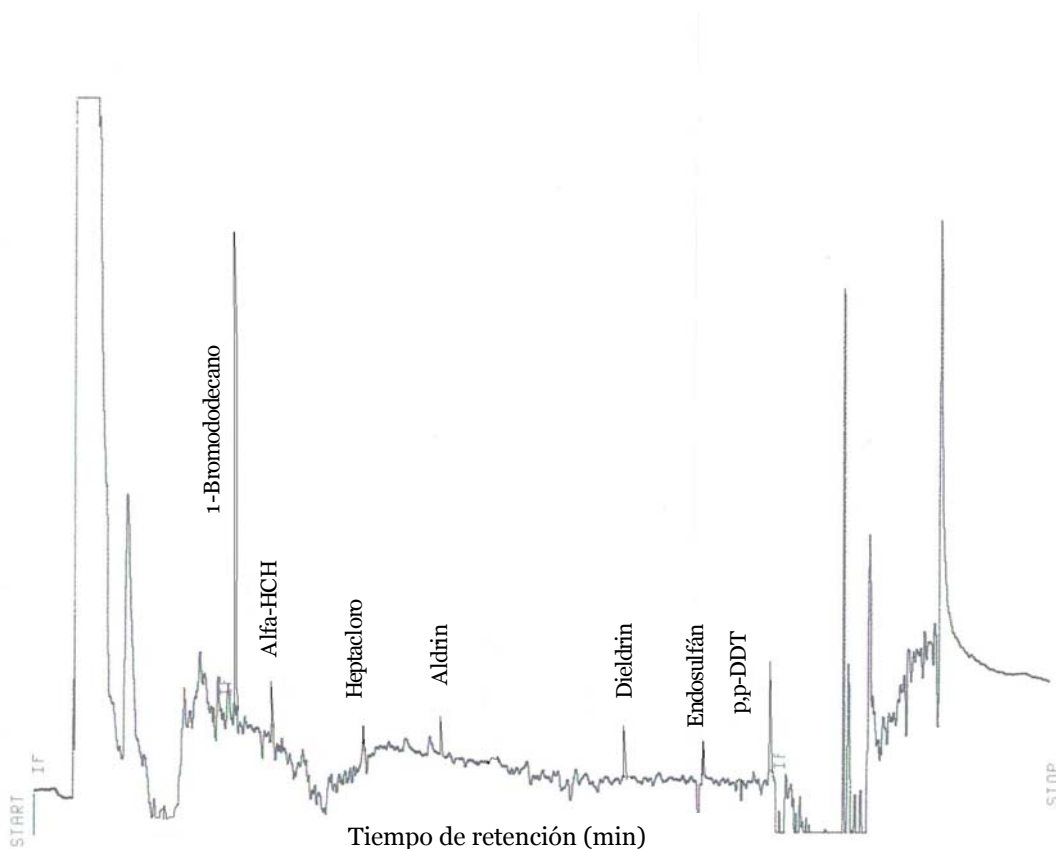
TIEMPO DE RETENCIÓN (t _r) (min)	ANALITO	AREA
8.009	1-BROMODODECANO	184999
10.123	ALFA-HCH	2091
12.135	DELTA-HCH	1945
14.389	HEPTACLORO	2664
19.100	EPÓXIDO DE HEPTACLORO	22992
21.105	ENDOSULFÁN I	6128
24.562	DIELDRIN	21467
26.791	ENDOSULFÁN II	48313
27.981	ENDRIN ALDEHIDO	6457
29.576	p,p'-DDT	51156

CROMATOGRAMA 4: Jaiba azul (*Callinectes sapidus*); (Sept. 2005 <época de lluvias>)



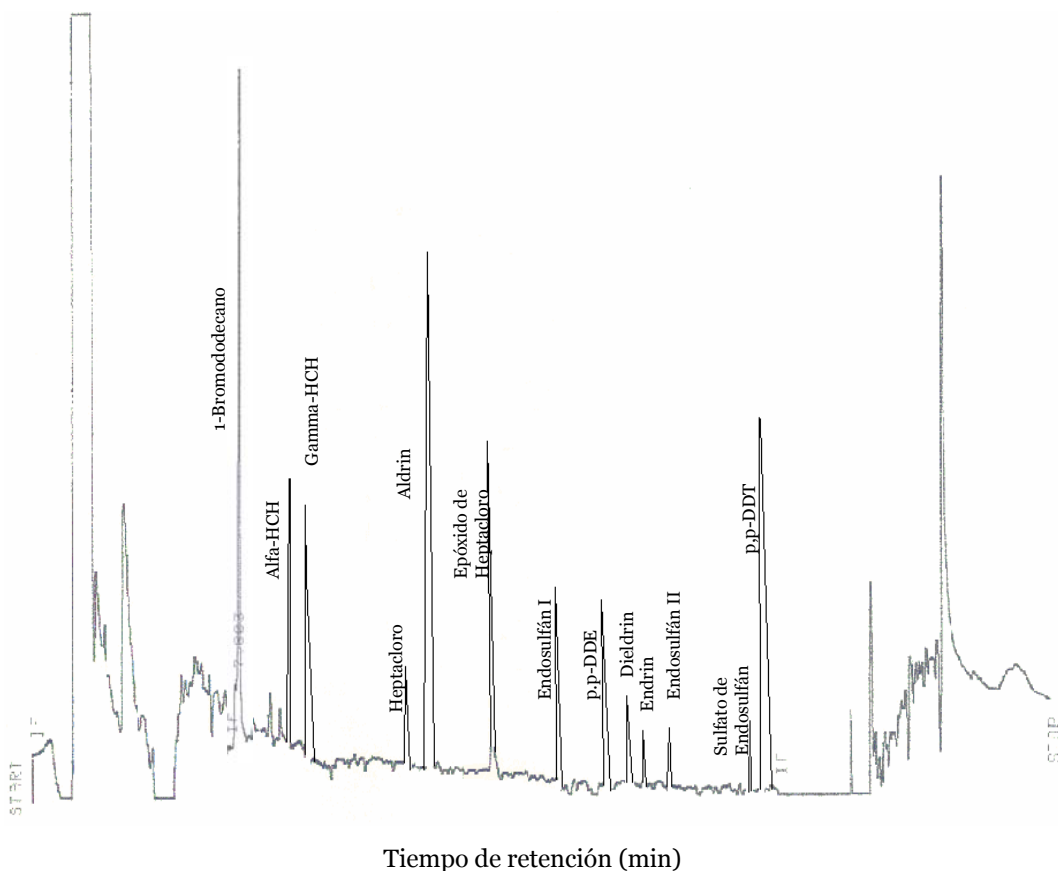
TIEMPO DE RETENCIÓN (t _r) (min)	ANALITO	AREA
8.003	1-BROMODODECANO	185286
19.121	EPÓXIDO DE HEPTACLORO	17193
21.101	ENDOSULFÁN I	14784
24.587	DIELDRIN	16286
26.779	ENDOSULFÁN II	5553

CROMATOGRAMA 5: Lisa (*Mugil curema*); (Junio, 2004 <época de secas>).



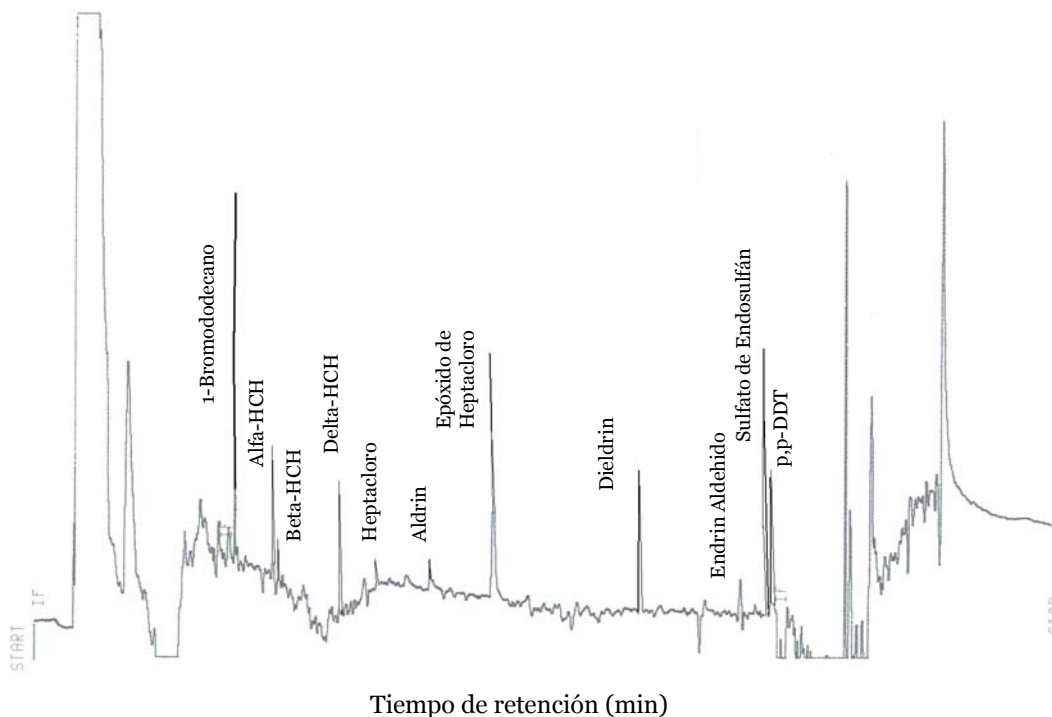
TIEMPO DE RETENCIÓN (t _r) (min)	ANALITO	AREA
8.007	1-BROMODODECANO	185291
10.094	ALFA-HCH	4236
14.489	HEPTACLORO	3414
16.399	ALDRIN	15174
24.582	DIELDRIN	13578
26.781	ENDOSULFÁN II	13861
29.576	p,p'-DDT	24389

CROMATOGRAMA 6: *Mojarra Castarrica (Cichlasoma octofasciatum)*; (Junio, 2004 <época de secas>).



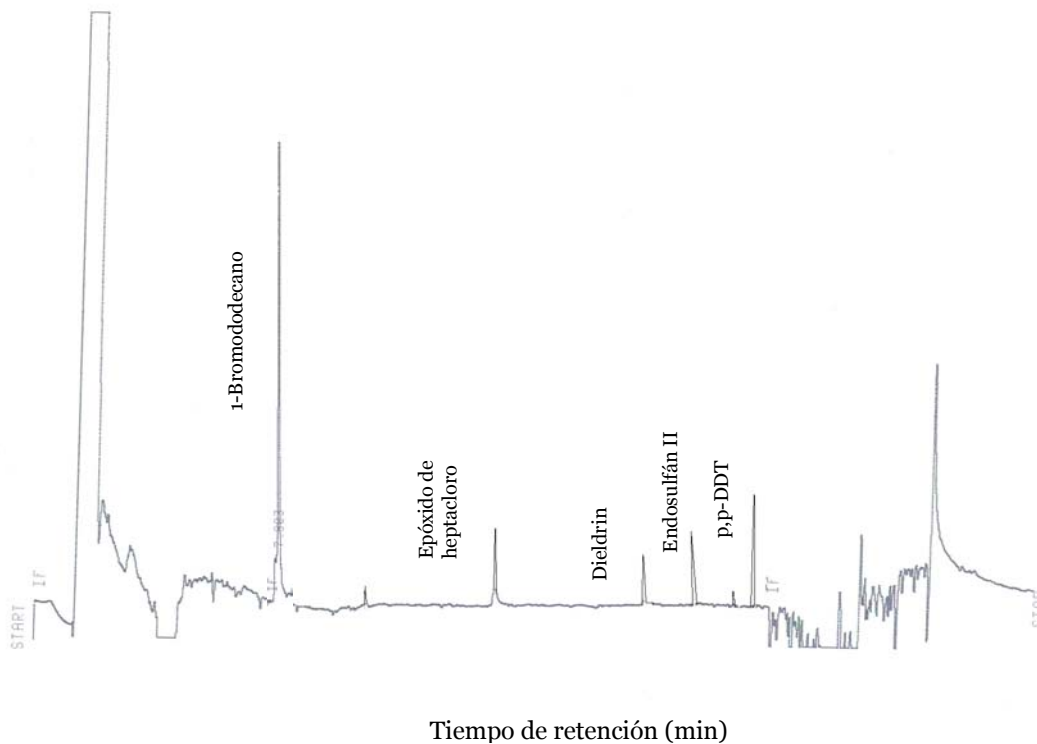
TIEMPO DE RETENCIÓN (t _r) (min)	ANALITO	AREA
8.003	1-BROMODODECANO	185329
10.099	ALFA-HCC	10435
11.201	GAMMA-HCH	4828
14.393	HEPTACLORO	9906
16.382	ALDRIN	80348
19.111	EPÓXIDO DE HEPTACLORO	64618
21.101	ENDOSULFÁN I	15132
24.240	p,p'-DDE	8510
24.580	DIELDRIN	5463
26.021	ENDRIN	4836
26.769	ENDOSULFÁN II	10435
29.199	SULFATO DE ENDOSULFÁN	11420
29.571	p,p'-DDT	22131

CROMATOGRAMA 7: *Mojarra Pinta (Cichlasoma pearsei)*; (Sept., 2005 <época de lluvias>).



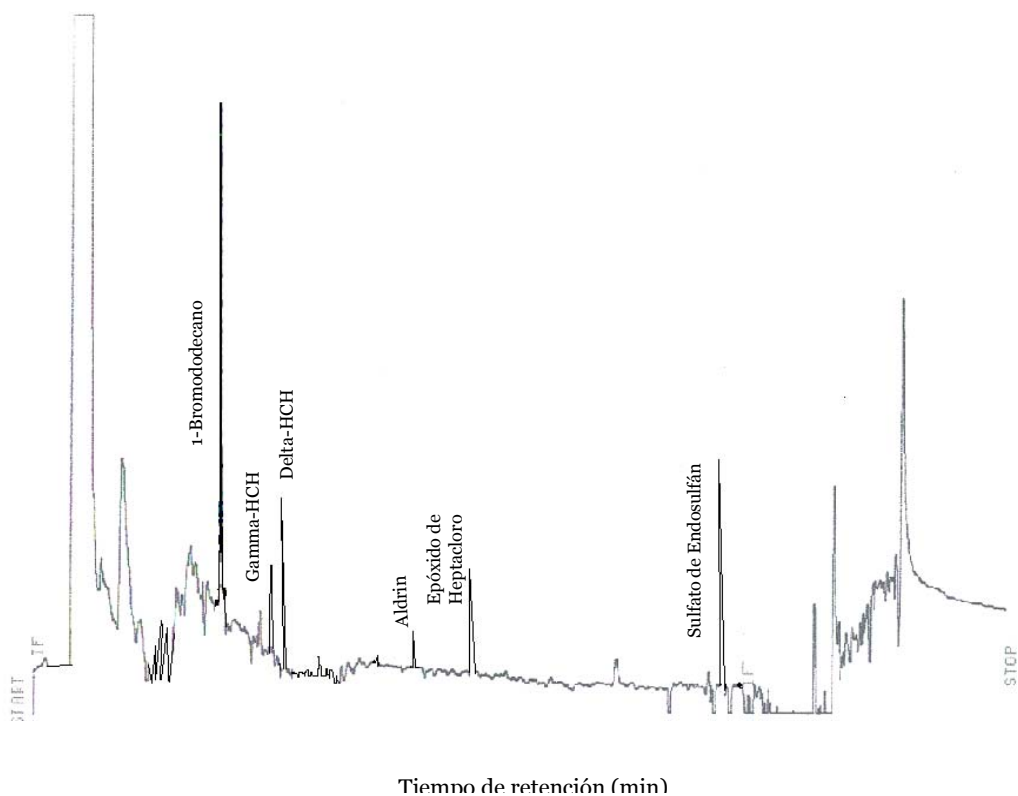
TIEMPO DE RETENCIÓN (t _r) (min)	ANALITO	AREA
8.001	1-BROMODECANO	185019
10.138	ALFA-HCH	13396
10.912	BETA-HCH	4803
12.163	DELTA-HCH	10659
14.372	HEPTACLORO	3664
16.386	ALDRIN	18071
19.009	EPÓXIDO DE HEPTACLORO	80996
24.572	DIELDRIN	51867
27.961	ENDRIN ALDEHIDO	9478
29.198	SULFATO DE ENDOSULFÁN	15349
29.576	p,p'-DDT	52986

CROMATOGRAMA 8: Pejelagarto (*Atractosteus tropicus*); (Sept., 2005 <época de lluvias>).



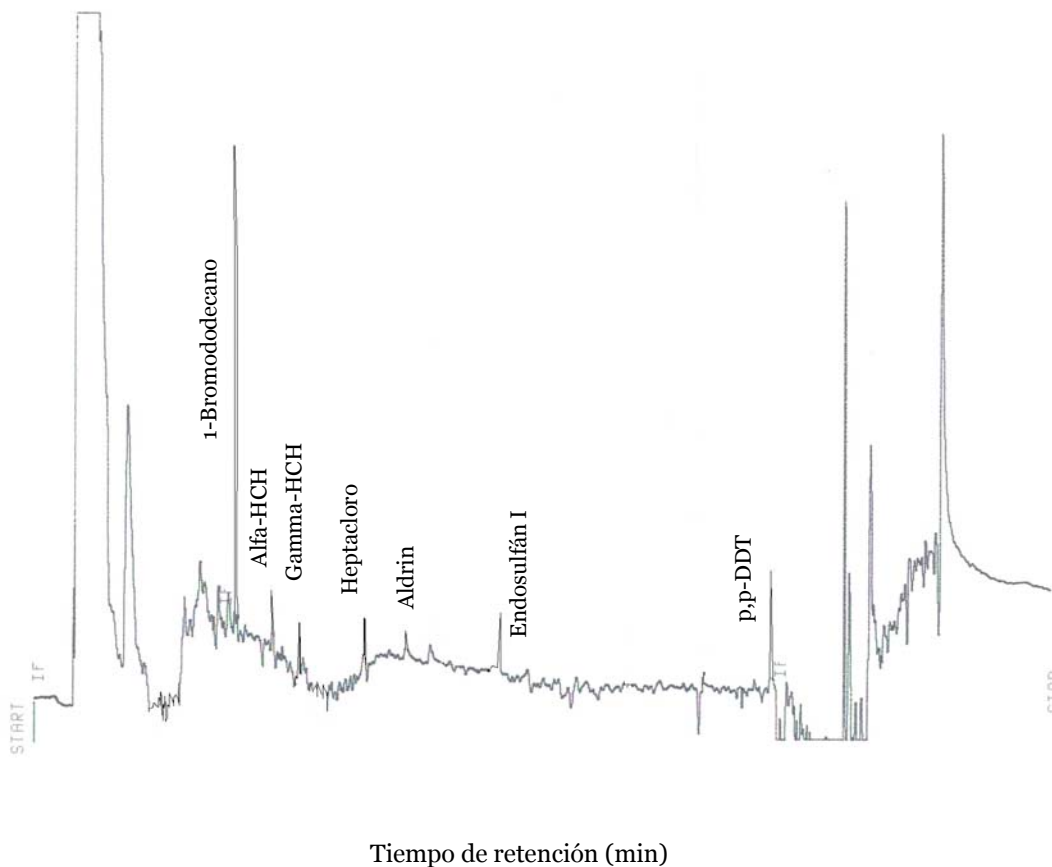
TIEMPO DE RETENCIÓN (t _r) (min)	ANALITO	AREA
8.005	1-BROMODODECANO	185499
19.095	EPÓXIDO DE HEPTACLORO	26259
24.572	DIELDRIN	13474
26.690	ENDOSULFÁN II	19640
29.562	p,p'-DDT	5370

CROMATOGRAMA 9: Robalo (*Centropomus pectinatus*); (Sept., 2005 <época de lluvias>).



TIEMPO DE RETENCIÓN (t _r) (min)	ANALITO	AREA
8.009	1-BROMODODECANO	186401
11.197	GAMMA-HCH	7165
12.105	DELTA-HCH	107939
16.369	ALDRIN	8969
19.096	EPÓXIDO DE HEPTACLORO	36849
29.251	SULFATO DE ENDOSULFÁN	134142

CROMATOGRAMA 10: Sabalo (*Megalopus atlanticus*); (Junio, 2004 <época de lluvias>).



TIEMPO DE RETENCIÓN (t _r) (min)	ANALITO	AREA
8.001	1-BROMODODECANO	185222
10.138	ALFA-HCH	15603
11.199	GAMMA-HCH	2703
14.381	HEPTACLORO	48108
16.379	ALDRIN	30721
29.189	ENDOSULFÁN I	20856
29.532	p,p'-DDT	17995

A N E X O II

GENERALIDADES DE ORGANISMOS

Nombre común: Bagre

Nombre científico: *Arius felis* (Linnaeus, 1766).

Familia: Ariidae

Orden: Osteichthyes

Talla máxima: 70cm (reportada)

Hábitat: Vive en ambientes vegetales de fondos blandos y fangosos, escasa corriente y aguas turbias. Vive en el agua dulce y salada, pero pasa la mayor parte de su vida en el mar; es muy común verlo en las costas y ríos en verano y otoño.



Aguas neríticas ocupando fondos fangos o arenosos generalmente asociados a aguas estuarinas como son bocas de ríos, lagunas costeras y estuarios a donde penetra.

Biología: El nombre de pez gato se deriva de los tentáculos o barbillas que se extienden a cada lado de la mandíbula superior e inferior, semejantes a los bigotes de un gato. Las aletas dorsales y pectorales están provistas a menudo de espinas puntiagudas, algunas veces venenosas, que utilizan como defensa y que pueden ocasionar heridas graves. Están cubiertos de placas óseas embutidas bajo la piel lisa; sus dientes son menudos y abundantes y su boca es amplia; el dorso y flanco es color gris pardo y el vientre plateado; su talla máxima puede llegar a los 39 cm., y su peso por lo general va hasta casi los 8 kilos. Uno de los sentidos que tiene más desarrollado es el del gusto, y lo logra a través de su barba, en cuya superficie hay una serie de botones gustativos con los que puede saborear los fondos barrocos de los ríos, detectando las sobras barrocas que se encuentran en él. Se ha descubierto que no sólo la barba le sirve para saborear, sino también lo hace con su cuerpo falto de escamas y con su cola que le sirve como lengua. Su período de vida es de 6 a 8 años como máximo.

Descubre el alimento como un sabueso, debido a su desarrollado olfato, haciendo pasar por su nariz, que posee dispositivos especiales y numerosas glándulas olfativas, grandes cantidades de agua, logrando de esta manera su objetivo. Mediante su sentido de audición, basado en su sensibilidad a las vibraciones que llegan a través del agua, la tierra y el aire, pueden escuchar los cantos de los pájaros, el movimiento de los humanos y de los insectos que se encuentran cerca de la orilla. Otra de sus cualidades, es su fuerte instinto paternal y de supervivencia de la especie, cuando están criando y sus hijos han nacido, los padres los acompañan a todos lados para enseñarles su entorno y protegerlos.

Se desarrolla en el agua templada, y en temporada de frío casi no se le ve, pues se esconde entre las rocas y plantas acuáticas.

Habitos alimenticios: Son omnívoros, prefieren en su dieta a los moluscos, crustáceos, insectos y pequeños peces. Para este tipo de alimentación cuentan con una dentición viliforme.

Zona de captura: En la región del Atlántico Centro Occidental, es común en estuarios y áreas de manglar, penetrando algunas veces hasta aguas dulces (en el tropico), alcanza hasta 1000 mm, pero comúnmente se encuentra de 500 mm lo que favorece su consumo en fresco. En el sur del Golfo de México en el interior de la Laguna de Términos, se le ha reportado por su alta frecuencia como un componente cíclico, En las aguas costeras de Costa Rica, se le ha reportado a profundidades menores a 20 m, ocupando fondos fangosos y asociada a la fauna de arrecife de coral, por su fácil captura y gran abundancia se le considera de alto valor comercial.

REFERENCIA: Yáñez-Arancibia *et al.*, 1985.

IMAGEN: Laboratorio de Biología Marina, Universidad de Massachusetts (MBL)

Sitio web: www.mbl.edu

Nombre común: Chaqueta

Nombre científico: *Oligoplites saurus* (Bloch and Schneider, 1801).

Familia: Carangidae

Orden: Perciformes

Clase: Actinopterígios (peces con aletas radiadas)

Talla máxima: Máxima 35cm largo, no sexado (reportada).



Hábitat: Asociado a arrecife, salobre marino. En clima subtropical.

Biología: Prefiere agua turbia. Los juveniles pueden flotar en la superficie con la llanura doblada y principal de la cola. Sus espinas dorsales y anales están conectadas con la glándulas venenosas que pueden infligir las heridas dolorosas. Los juveniles tienen incisivo-como los dientes externos y servicio como limpiadores para otros pescados.

Se comercializa fresco, salado o seco. Es utilizado en pesca deportiva y algunas veces como carnada.

Habitos alimenticios: peces y crustáceos.

Zona de captura: Maine, E.E.U.U. Golfo de México. Baja California, México a Ecuador.

REFERENCIA:

www.usm.maine.edu/gulfofmaine-nsus/Docs/Reference/fishes_c09_35.htm

IMAGEN:

Sazima, Ivan. Universidade Estadual de Campinas, Dept. Zoologia and Museu de História Natural

Nombre común: Jaiba Azul
Nombre científico: *Callinectes sapidus*
(Ordway, 1863).
Familia: Portunidae
Orden: Decapoda
Clase: Crustácea
Talla máxima: Hasta 18 cm (reportada)



Hábitat: Habitan en costas tropicales y templadas, en aguas de la bahía, lagunas costeras, esteros y desembocaduras de los ríos. A una temperatura entre los 18 y 23° C, y en las playas a profundidades entre 0.40 metros a 2.00 metros.

Biología: Es un crustáceo que presenta cinco pares de patas; su cuerpo está cubierto de un caparazón de color verde oscuro. En los machos, las patas tienen un color gris-azulado, y es esta característica la que les ha dado el nombre común de jaiba azul. Sin embargo, en las hembras las puntas de las patas son de tonalidad rojizo-anaranjada. Es Ovíparo. Se reproducen en aguas próximas a las costas en primavera y verano. Viven 3-8 años. Son agresivas. El caparazón que cubre su cuerpo, las ocho patas y las dos tenazas o pinzas, le sirven como mecanismo de defensa contra los depredadores.

La jaiba tiene importancia comercial por su valor alimenticio. Se debe promover en todo el país, con el fin de prevenir su colapso como recurso pesquero, principalmente, para evitar la sobreexplotación de la especie. Además, ofrece una alternativa real como alimento y una fuente de trabajo considerable.

Habitos alimenticios: Son especímenes activos y voraces, cuya dieta alimenticia está basada en crustáceos, peces, gran variedad de moluscos y algas. En ocasiones es carroñera.

Zona de captura: A lo largo de los ambientes tropicales y subtemplados del Atlántico Occidental. Golfo de México. Manglares del Caribe y Pacífico

REFERENCIA:

Cangrejos portúnidos del Suroeste del Golfo de México: Aspectos pesqueros y ecológicos. Juan F. García-Montes Luis A. Soto Adolfo Gracia 1987.

SITIO WEB:

www.agendadelmar.com/guia.htm

www.sagarpa.gob.mx/conapesca/ordenamiento/carta_nacional_pesquera/260404/CNP%20Parte%201.pdf

IMAGEN:

redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_biosfera/fauna/jaiba/jaiba.htm

Nombre común: Lisa

Nombre científico: *Mugil curema* (Cuvier y Valenciennes, 1836).

Talla máxima: Máxima 45cm largo (reportada)

Hábitat: Sistemas lagunar-estuarinos, a veces penetra en los ríos, presente a lo largo de costas arenosas y en pozas litorales.



Biología: Altura del cuerpo generalmente 23 a 28% de la longitud patrón. Espacio interorbitario plano o levemente convexo. Primera aleta dorsal con 4 espinas y segunda dorsal con una espina y 8 radios. Aleta anal con 3 espinas y 9 radios; altura de la aleta anal generalmente de 10 a 15% de la longitud patrón. Segunda aleta dorsal y anal densamente cubiertas por escamas. De 33-41 escamas en una serie longitudinal a los costados del cuerpo. Todos los dientes setiformes, simples y visibles al ojo desnudo. Labio superior delgado o sólo levemente engrosado; extremo anterior de la mandíbula inferior con un nódulo sinfisial por lo menos moderadamente desarrollado. Surco faríngeo-branquial estrecho y válvula faríngeo-branquial pequeña. Adultos con párpado adiposo que cubre casi todo el ojo.

Se sugiere que el periodo más apropiado para las capturas de las "lisas" son los meses de la época de lluvias, pero el recurso debe ser racionalmente administrado para asegurar la posibilidad de migración de la especie y el subsecuente desove, restableciéndose el equilibrio natural de las poblaciones.

Se comercializa en fresco, entero y fileteado, seco salado, y las gónadas de hembras en fresco. A esta pesquería se han dedicado gran cantidad de habitantes ribereños en lagunas, ríos y esteros de una amplia zona de Tamaulipas y Veracruz.

Hábitos alimenticios: se alimenta fundamentalmente de la capa superficial del fondo seleccionando partículas finas, incluyendo diatomeas bentónicas, algas filamentosas, detritus vegetal y sedimentos inorgánicos.

Zona de captura: Golfo de México, desde Tamaulipas hasta Campeche.

Nombre común: Mojarra castarrica

Nombre científico: *Cichlasoma octofasciatum*
(Regan,1903).

Familia: Cíclidos

Talla máxima: 20cm. o más.

Hábitat: Originalmente habita en Centroamérica, México meridional, Guatemala, Yucatán y Honduras (en la cuenca central del río Amazonas, río Negro).



Clima: 22°-25°

Biología: *Forma:* La típica de los Cíclidos, con la línea ventral casi recta y grandes aletas dorsales y anales. *Coloración:* el color fundamental varía entre el gris oscuro y el rojo brillante, con tonalidad más clara en el dorso; 7-8 bandas transversales más o menos claras desaparecen por completo con la edad. En el adulto algunos caracteres quedan atenuados. *Dimensiones:* la especie mide como máximo 18 cm. *Diferencias sexuales:* Los sexos son difíciles de distinguir, como en muchos otros cíclidos, pero usualmente la hembra es mucho mas clara, el macho las aletas dorsal y anal son mucho más largas y puntiagudas, el borde de la dorsal es mucho más rojizo, en la hembra es mas clara. Otro dato es en la puesta la papila genital del macho es puntiaguda y la hembra es redondeada. *Comportamiento:* costumbres territoriales; sólo los jóvenes viven en grupo.. *Reproducción:* la puesta de los huevos se produce al aire libre; las parejas son muy estables. *Vida social y compatibilidad:* es una especie bastante turbulenta, en especial durante la época de celo, por lo que conviene mantenerla aislada de otras especies.

Hábitos alimenticios: Omnívoro, alimento vivo de todo tipo, siempre tratar de suplementar con alimento vegetal, acepta perfectamente pellets y escamas.

REFERENCIA: www.fotonostra.com/albums/peces/pezjackdempsey.htm

Nombre común: Mojarra Pinta, Mojarra Zacatera
Nombre científico: Cichlasoma pearsei (Hubbs, 1936)

Familia: Cichlidae

Orden: Perciformes

Talla máxima: La longitud total puede variar de 10.7 a 24.6 cm y el peso de 24 a 292 gr. Velasco Colín (1976), reporta que son peces muy robustos que alcanzan 27 cm de longitud, con un peso muy cercano a 1kg.

Hábitat: Cerca de las orillas de los ríos y en partes despejadas de las zonas de inundación.



Biología: No se reproducen cuando viven en espacios reducidos o con numerosos individuos. Su cuerpo aplanado lateralmente se caracteriza por una coloración verde-azul sobre los flancos y el vientre, con 7 bandas negras transversales. La mitad inferior del cuerpo está ocupada en su mayor parte por una mancha negra que va del borde del opérculo hasta la altura del orificio anal. La base del pedúnculo caudal, presenta una pequeña mancha negra muy marcada.

Hábitos alimenticios: Herbívora con una fuerte tendencia detritívora. Consume principalmente vegetales superiores, detritus, restos de insectos, vegetales inferiores. Y ocasionalmente restos de frutos, peces y vertebrados.

Zona de captura: Sureste de la República. Vertiente del Atlántico de México y Norte de Guatemala en la cuenca del Río Usumacinta, incluyendo Río Champotón, Campeche, México.

REFERENCIA

SITIO WEB:

www.ci-mexico.org.mx/fichasFauna/Peces/cichlasomapearsei.htm

www.fishbase.org/Country/CountryResultList.cfm?country=484&group=freshwater

IMAGEN:

www.malawicichlidhomepage.com/other/cichlasoma_pearsei.html

Nombre común: Pejelagarto o Catán

Nombre científico:

Atractosteus tropicus (Gill, 1863).

Familia: Lepisosteidae

Orden: Lepisosteiformes

Clase: Actinopterygios (peces con aletas radiadas)

Talla máxima: Hasta 125 cm (macho/no sexado, reportada) peso máximo publicado 2,890g.



Hábitat: Ríos y lagunas. Vive en aguas tranquilas donde abunde la vegetación para poder desovar.

Biología: Apareció durante el cretácico, desde entonces, ha sobrevivido. Es de hocico alargado, semejante al del lagarto y tiene dientes largos y punzantes. Sus escamas son gruesas. Llega a pesar hasta 40 kilos. Vive en aguas tranquilas. En nuestra región es donde se producen los de mayor talla y peso. En el sureste se le conoce como pejelagarto pico largo. Es demasiado voraz, su canibalismo lo hace que devore la mitad de la producción de crías. Reproducción es sexual ovípara. Se reproduce durante los meses de mayo a julio. Viven entre 20 y 40 años. Es un pez pacífico, sale a la superficie del agua a tomar bocanadas de oxígeno. Está en peligro de extinción porque se pesca sin respetar su talla y peso; los pescadores no se preocupan por volver a "sembrar" esta especie para que se siga reproduciendo.

Hábitos alimenticios: Es carnívoro, come peces.

Zona de captura: América Central: Desembocaduras de ríos, lagunas y esteros del Caribe y Pacífico de México, Sureste Mexicano (Tabasco) y América Central meridionales.

REFERENCIA

SITIO WEB:

redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_biosfera/fauna/pejelagarto/pejelagarto.htm

IMAGEN:

redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_biosfera/fauna/pejelagarto/galeria.htm

Nombre común: Robalo, Lubina.

Nombre científico:

Centropomus pectinatus (Poey, 1860).

Familia: Centropomidae

Orden: Perciformes

Clase: Actinopterygios (peces con aletas radiadas)

Talla máxima: 100cm;



Habitat: Bentopelágico; agua dulce; salobre; marino. Especie litoral que habita en fondos arenosos hasta 100metros de profundidad se dan a menudo incursiones en estuarios y deltas hasta el límite de salinidad.

Biología: Cuerpo alargado, fusiforme, cilíndrico y de cabeza discretamente aplastada. Boca chica, protractil. Dorso de color negro verdoso, lo mismo que las aletas dorsal y caudal. Vientre de color blanco plateado. Las aletas pélvicas y anal de color blanco plateado y la aleta pectoral de color verde más claro que el dorso. Color plateado brillante más plumizo sobre todo en el dorso y con irizaciones verde oliva. Cuerpo robusto, alargado y ligeramente comprimido que lo configura con una línea estilizada.

La cabeza no es grande, disponiendo de una gran boca en la que sobresale su mandíbula inferior. Está provista de finos dientes tanto en el vómer, el paladar y la mandíbula.

Los ejemplares de gran tamaño son bastante solitarios, mientras que en períodos juveniles se reúnen en bancos.

Se le debe buscar en rompientes, donde el agua forme un fuerte espumaje y remolinos. Se suele indicar que los fondos idóneos son los de arena, pero no es en verdad cierto, ya que admiten fondos pedregosos, islotes con buenos caños arenosos, bolones y guijarros. En la pesca desde costa se la debe buscar en el depósito o acúmulo de nutrientes tras el rompeolas. El róbalo admite una gran cantidad de cebos, desde las tiras de cefalópodos a gusanas, bivalvos (sin concha) y sardinita pequeña. (anzuelada con aguja y de unos 6 a 7 cms de longitud). Este último cebo muy recomendable.

Los fondos en los que caza son indistintamente arenosos o rocosos, siendo su lugar predilecto las desembocaduras de los ríos y sobre todo los puertos, dársenas, pantalanes y escolleras.

Habitos alimenticios: Consume preferentemente peces, poliquetos y crustáceos anfípodos (pulgas de mar). Además consume algas clorófitas (luche) y rodófitas (algas rojas). Siente predilección por los mújones y pequeñas anguilas (se introduce en aguas salobres para la caza de las mismas).

Zona de captura: Costa Sur del Golfo de México

REFERENCIA

SITIO WEB:

http://www.maestropescador.com/Fichas_peces/Indice_catal.html

IMAGEN:

<http://www.masmar.com/especies/desc/58.html>

Nombre común: Sabalo, Tarpón

Nombre científico: *Megalops Atlanticus* (Valenciennes, 1847).

Familia: Megalopidae

Orden: Elopiformes

Talla máxima: 250cm.

Hábitat: Vive en aguas costeras y soporta bajos grados de salinidad, de hecho se mueve mucho por las desembocaduras de los ríos, lagunas y hasta remonta los cursos de agua dulce por muchos kilómetros

Biología: Los Sábalo se caracterizan por poseer una enorme boca en la que su mandíbula inferior sobresale sobre la superior. Al momento de atacar un señuelo o alimentarse es fácil observar como el Sábalo abre su hocico del mismo tamaño de su cabeza haciendo con la misma una terrible succión para evitar que su presa escape.



Por lo general, su lomo puede ser negro o verde oscuro con costados notoriamente plateados, de ahí el nombre de Silver King y si ha permanecido mucho tiempo en caños, lagunas o manglares costeros de abundante vegetación, las aletas se llegan a tornar amarillentas, debido al ácido tánico producido por la descomposición de la vegetación en el fondo y por las sustancias expelidas por el propio mangle.

Se ha estimado que los Sábalo empiezan a reproducirse ya bastante viejos, a partir de los 10 años, cuando han alcanzado su edad madura o lo que es lo mismo, cuando sus tallas oscilan entre 100 y 125 centímetros y su peso supera los 25 kilos.

En cuanto a su reproducción, se da varias millas mar adentro y permanecen allí hasta que llegan a su edad juvenil, cuando entran a los ríos y permanecen en ellos la mayor parte de su vida alimentándose y saliendo de ellos, para reproducirse nuevamente.

Hábitos alimenticios: Es un depredador por excelencia. En estudios realizados a los juveniles se les han hallado dentro de sus estómagos larvas, zancudos, peces pasto tales como sardinas y tilapias, así como camarones y cangrejos. No es un pez que se considere selecto a la hora de escoger a sus presas, ya que comen de todo, desde medusas hasta peces de considerable tamaño, jaibas grandes y camarones de agua salada y agua dulce y existen reportes de que se han hallado vasos y bolsas plásticas, las que por su color claro y movimiento en el agua, podrían ser confundidos con peces muertos o aguas malas. Tienen especial predilección por atacar peces de color plateado o blanco.

Zona de captura: Son especies netamente de los Litorales Atlánticos y menos comunes en las costas del Pacífico. Atlántico Occidental: Desde Carolina del Norte en EEUU hasta Bahía en Brasil. Abunda en el Caribe y el golfo de México y ha llegado a las costas del Pacífico Panameño y Costarricense a través del Canal de Panamá. En el Mediterráneo Oriental su distribución se extiende entre Senegal y Angola.

REFERENCIA:

SITIO WEB: www.caranx.net/especies_tarpon.htm
www.elanzuelo.com/la_pesca/la_pesca_del_sabalo.htm
www.flmnh.ufl.edu/fish/Gallery/Descript/Tarpon/Tarpon.html

IMAGEN: Robert A. Patzner University of Salzburg Organismic Biology, Austria.