

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS MARINAS

CONCENTRACIONES DE DDT Y SUS METABOLITOS EN LOS
CULTIVOS DE OSTION (Crassostrea gigas y Ostrea edulis) EN EL ESTERO
DE PUNTA BANDA Y BAHIA DE SAN QUINTIN, B. C.

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA

RAMON CAJAL MEDRANO

ENSENADA, B. C. 1979

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento al Ocean. Carlos E. Suárez Vidal, Director del presente trabajo, por haberme permitido y otorgado todas las facilidades para la realización de este trabajo, así mismo, por haberme sugerido el estudio del problema, y por sus comentarios e indicaciones y haberme otorgado una beca para la realización de este estudio. Al Dr. Adrew Benson y al Tec. George W. Rommel del Departamento de Biología Marina de la Institución Oceanográfica de Scripps, por sus indicaciones y por haberme facilitado el laboratorio en la parte final de los análisis.

Dr. Willar Bascom, Dr. David R. Young y M. en C. Theodore C. Heesen del Southern California Coastal Water Research Project, por el adiestramiento recibido en técnicas de cromatografía y análisis de pesticidas. A mi amigo Ocean. Efraín Gutiérrez Galindo, por su cooperación, sugerencias, comentarios y por haberme motivado en este estudio desde su inicio hasta el final. Al Ocean. René Islas Olivares por haberme gentilmente facilitado las muestras y parte del equipo del laboratorio. Al Dr. Bengt Georg Arpi, Jefe de la Oficina de Mejoramiento en el Habitat del Departamento de Pesca por sus oportunos comentarios y sugerencias, así como por haberme dado todas las facilidades para la realización final de este trabajo.

INDICE

	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
II. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	5
III. MATERIALES Y METODOS	7
IV. RESULTADOS	10
V. DISCUSION	18
VI. CONCLUSIONES	26
VII. RECOMENDACIONES	26
VIII. BIBLIOGRAFIA	28
IX. ANEXO	35
X. COMENTARIOS	41

INDICE DE FIGURAS

	PAGINA
FIG. 1 Localización de la zona de estudios.	6
FIG. 2 Concentraciones de DDT total (ppb de materia húmeda) contra tiempo en el Estero de Punta Banda para <u>Crassostrea gigas</u>	12
FIG. 3 Concentraciones de DDT total (ppb de materia húmeda) contra tiempo en Bahía de San Quintín para <u>Crassostrea gigas</u>	13
FIG. 4 Concentraciones de metabolitos (ppb de materia húmeda) contra tiempo en el Estero de Punta Banda para <u>Crassostrea gigas</u>	14
FIG. 5 Talla contra concentraciones de DDT total (ppb de materia húmeda) en el Estero de Punta Banda para <u>Crassostrea gigas</u>	15
FIG. 6 Talla contra concentraciones de DDT total (ppb de materia húmeda) en Bahía de San Quintín para <u>Crassostrea gigas</u>	16
FIG. 7 Talla contra concentraciones de DDT total (ppb de materia húmeda) en el Estero de Punta Banda para <u>Ostrea edulis</u>	17

- FIG. 8 Talla contra concentraciones de DDT total (ppb de materia húmeda) en Bahía San Quintín para - Ostrea edulis. 19
- FIG. 9 Concentraciones de DDT total (ppb de materia húmeda) contra tiempo en el Estero de Punta Banda y Bahía de San Quintín para Crassostrea gigas 20

1. INTRODUCCION

El problema fundamental en el deterioro del medio ambiente marino es producto de la introducción de sustancias ajenas al mismo. Dentro de estas, nos encontramos con los pesticidas, especialmente los insecticidas organoclorados, representados por el DDT, el cual ha sido usado más que ningún otro insecticida en el mundo, lo que ha ocasionado que se encuentre ampliamente distribuido en nuestra biósfera, (Butler, 1971).

Evidencias de ello son: las concentraciones de DDT encontradas en "lobos marinos" (Callorhinus ursinus) en Alaska (Kurtz y Kim, 1972), los niveles de DDT total que exceden el 0.1% (1,000 mg/kg.) en los lípidos del pelícano café (Pelecanus occidentalis californianus) y en los "leones marinos" de California (Zalophus californianus) colectados en las islas del Canal de Santa Barbara (Young et al, 1976), así como la concentración estimada en la atmósfera ($7 \times 10^{-11} \text{ q/m}^3$) la cual contamina ampliamente el océano (Tomiyama, 1976).

Las características propias del DDT, como son: solubilidad en grasas y su alta persistencia en el medio, lo convierten en una sustancia muy peligrosa para los seres vivos (Butler, 1966, 1971; Kurtz y Kim, 1972).

A pesar de que el DDT es una sustancia poco soluble en agua, no deja de representar una seria amenaza para los organismos marinos, debido a que su carácter liposoluble lo hace un compuesto almacenable en el tejido graso, dando lugar al fenómeno de magnificación biológica que según Butler (1966) puede llegar a ser 70,000 veces mayor que en el medio dependiendo del tiempo de exposición y otros factores tales como temperatura, fisiología del organismo, etc. Como ejemplo de esto tenemos lo ocurrido en Long Island, Nueva York, donde se encontraron 0.05 ppb en el agua, 0.04 ppm en el plancton, 2.0 ppm en peces y 75.5 ppm en gaviotas (Tomiyama, 1976).

Aunque muchos pesticidas no tienen efecto demostrable en fauna estuarina típica a concentraciones de 1 ppm en exposiciones menores a una semana, los organoclorados ejercen su efecto secundario consecuente a la magnificación biológica (Butler, 1971). Esto implica que la concentración efectiva que mata al 50% de la población (Ec50) puede decrecer mientras que aumenta el período de exposición, de aquí que la toxicidad de los pesticidas — persistentes como el DDT, dependa en un momento dado el período de exposición y en menor grado de la magnitud de la concentración, (Butler, 1971).

De acuerdo con lo anterior, podemos decir que cualquier concentración de DDT encierra peligro si se manifiesta dentro de un medio ambiente en

forma constante, por lo que se debe considerar las variaciones en las concentraciones de DDT en el medio ambiente marino, ya que de acuerdo a Klass y Belisle (1977) la concentración media de DDT en 1967 fluctuaba entre 0.63 y 9.05 ppm decrecentándose en 1973 de un 84 a un 99%. A su vez Kurtz y Kim (1972) encontraron que la concentración en "lobos marinos" entre los años de 1969 y 1976 se ha incrementado, además señalan que los niveles de DDT en el océano han aumentado en los últimos años, a pesar de que su uso ha sido prohibido en muchos lugares del mundo; esto se ha debido a que los mares someros forman el último reservorio accesible antes de que el DDT adsorbido en la materia orgánica se hunda en el abismo oceánico.

Esto adquiere mayor relevancia cuando tratamos con la contaminación por DDT en esteros, pues de acuerdo a Odum (1972) los esteros son viveros naturales utilizados por los organismos para producir sus larvas además de ser sistemas con una tendencia natural a la eutroficación, lo que implica que cualquier desequilibrio ocurrido en él, ponga en peligro la existencia de los organismos ahí presentes.

Lo anterior no es el único motivo de la importancia de la contaminación en esteros, ya que el uso de los esteros y zonas protegidas con fines de maricultura y principalmente de ostricultura, ha sido mundialmente difundido. Debido a esto y a que los efectos del DDT en organismos

marinos y particularmente en ostiones han sido demostrados, nace la necesidad del estudio de este problema.

En la costa noroccidental de la Baja California, los estudios realizados de contaminación por DDT han sido muy esporádicos, como lo muestran los estudios de Suárez Vidal (1972) en peces de la Bahía de Todos Santos; Suárez Vidal y Acosta Ruiz (1973) en moluscos; Hernández Valdés (1973) en peces; Velarde Rodríguez (1973) en peces; y paralelamente a este estudio Gutiérrez Galindo (1978) en moluscos.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto y considerando la importancia que revisten, el Estero de Punta Banda y Bahía de San Quintín como áreas ostrícolas de primer orden, son objetivos de este trabajo: - utilizar el ostión como indicador biológico de contaminación, por DDT - además de obtener un registro de las concentraciones existentes y de sus posibles fluctuaciones, así como, conocer el grado de contaminación por este contaminante en las zonas mencionadas, y determinar - si existe relación del tamaño de los organismos con la concentración - en el medio ambiente.

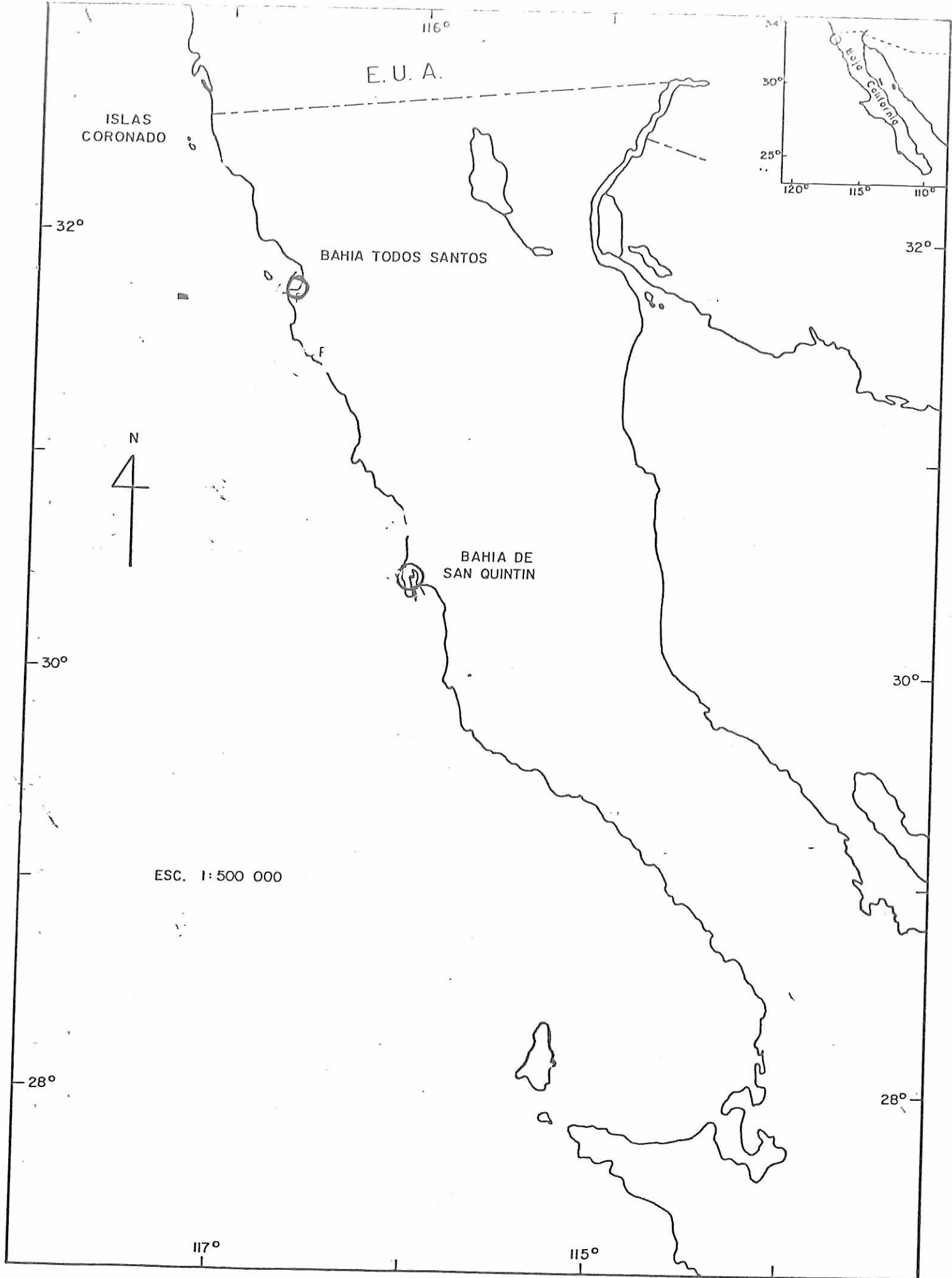
El conocimiento desarrollado en torno a la contaminación por DDT en ostión, lo hace sumamente útil para tratar de comprender la contaminación por organoclorados en el ostión mismo y en el resto del ecosis-

tema, debido a que el ostión acumula DDT en el tejido adiposo y los residuos son desalojados gradualmente mientras disminuye la concentración en el medio ambiente (Butler, 1966; Duke y Dumas, 1976) y como el ostión filtra agua la mayor parte del tiempo, refleja cambios inmediatos de la contaminación en el medio ambiente, por lo que, si la población es muestreada regularmente, es posible estimar no solo el grado de contaminación, sino cuando esta aparece y desaparece (Butler, 1967).

II. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La Bahía de Todos Santos está localizada entre las latitudes $31^{\circ}40'$ N y $31^{\circ}56'$ N y entre las longitudes $116^{\circ}36'$ W y $116^{\circ}50'$ W. Es una bahía grande y abierta de 233 km^2 aprox. (Walton, 1955; citado por Acosta y Alvarez, 1974). El estero de Punta Banda es una laguna costera localizada a lo largo de la orilla sureste de la Bahía de Todos Santos (O'Brien y Zeevaert, 1969; citado por Acosta y Alvarez, 1974). El estero está separado de la bahía por una barra arenosa que se extiende de Punta Banda hacia el noroeste, con un poco más de 7 km. de longitud (figura No. 1).

La Bahía de San Quintín se localiza en la costa noroccidental de Baja California, entre los $30^{\circ}24'$ N y $30^{\circ}30'$ N y entre las longitudes $115^{\circ}57'$ W



y 116°01' W. Se encuentra a 200 km. al sur de Ensenada, tiene un área de 40 km² aproximadamente. Está dividida en dos brazos, este y oeste (Barnard, 1964; citado por Lara y Alvarez, 1975). Al brazo oeste se le llama Bahía Falsa y al brazo este se denomina propiamente Bahía de San Quintín. (Figura 1).

III. MATERIALES Y METODOS

Tres meses después de la siembra de ostión de los géneros Crassostrea gigas y Ostrea edulis, en las zonas de estudio antes mencionadas, se realizaron muestreos mensuales de los organismos, de la siguiente forma: En el Estero de Punta Banda se colectaron especímenes del género Crassostrea gigas en los meses de mayo a julio y de septiembre a diciembre de 1977 y para el género Ostrea edulis en los meses de mayo a julio, noviembre y diciembre del mismo año. En la Bahía de San Quintín las muestras de Crassostrea gigas se obtuvieron en los meses de marzo a julio y de septiembre a noviembre de 1977 y las de Ostrea edulis en los meses de abril a julio y durante octubre y noviembre del mismo año. Cabe señalar que debido a problemas con el Cromatógrafo de Gases, parte de las muestras, se perdieron y no se pudo obtener el muestreo como estaba programado.

El número de muestras obtenidas fué de 5 organismos por cada género, las cuales fueron pesadas y medidas con un Vernier a lo largo de su eje longitudinal, y posteriormente sus partes blandas fueron homogeneizadas.

El método empleado para la extracción y determinación de DDT fué de acuerdo a Young y Heesen del Southern California Coastal Water Research Project (SCCWRP) y descrito por Gutiérrez Galindo (1978).

Para la identificación y determinación del DDT y sus metabolitos, se utilizó un Cromatografo de gases Hewlett Packard, Modelo 5700 A con captura de electrón. Las condiciones del aparato fueron: Gas 5% argón-metano, con un flujo de 30 ml/min. a temperatura ambiente. Temperatura en la puerta inyección 250 °C, temperatura en la columna 200 °C, detector 300 °C. La columna empleada presenta las siguientes características: 6 pies de largo, 6 mm de diámetro y 4 mm. de diámetro interior, empacada con 1.95% SP 2250/1.5% SP 2401 en 100/120, supelcon AW-DMCS 01-1947.

Los factores de recuperación de florisil para el DDT y sus metabolitos fueron los siguientes:

METABOLITO	FACTOR DE RECUPERACION	%
		DE RECUPERACION
o, p DDE	0.9838	98.38
p, p' DDE	1.0000	100.00
o, p DDD	1.0000	100.00
o, p DDT	0.9950	99.50
p, p' DDD	0.9730	97.30
p, p' DDT	0.9630	96.30

Estos factores no son incluidos en los cálculos de las concentraciones, los cuales se efectuaron en base a las comparaciones de la altura de los picos de cromatograma de las muestras, con la altura de los picos del cromatograma de los estándares inyectados.

VI. RESULTADOS

Las concentraciones de DDT total contra tiempo para Crassostrea gigas en el Estero de Punta Banda, se representan en la Figura No. 2, encontrándose al inicio del estudio (mayo) valores del orden de 7.52 ppb. El mínimo valor detectado (1.63 ppb) se presentó en el mes de Octubre y el máximo (12.58 ppb) en Diciembre.

En el caso de Bahía de San Quintín y para el mismo género (Figura No. 3) se encontró lo siguiente: en el mes de mayo se observa un valor de 2.64 ppb, el cual disminuye en junio y julio, incrementándose al máximo en septiembre con un valor de 2.82 ppb, alcanzado el mínimo en octubre (0.80 ppb) aumentando a 2.30 ppb en noviembre.

Los metabolitos de DDT detectados en las muestras de Crassostrea gigas en el Estero de Punta Banda, fueron: p,p' DDE, o,p' DDE y o,p' DDT, siendo el más conspicuo por su presencia el p,p' DDE (Fig. 4). Dicho compuesto se encontró a lo largo de los 7 meses muestreados, seguido del o,p DDT el cual manifiesta durante 4 meses y por último el o,p DDE que sólo se le encontró en 3 meses (Tabla No. 2). Por otra parte las concentraciones más altas registradas de los metabolitos correspondieron al p,p' DDE.

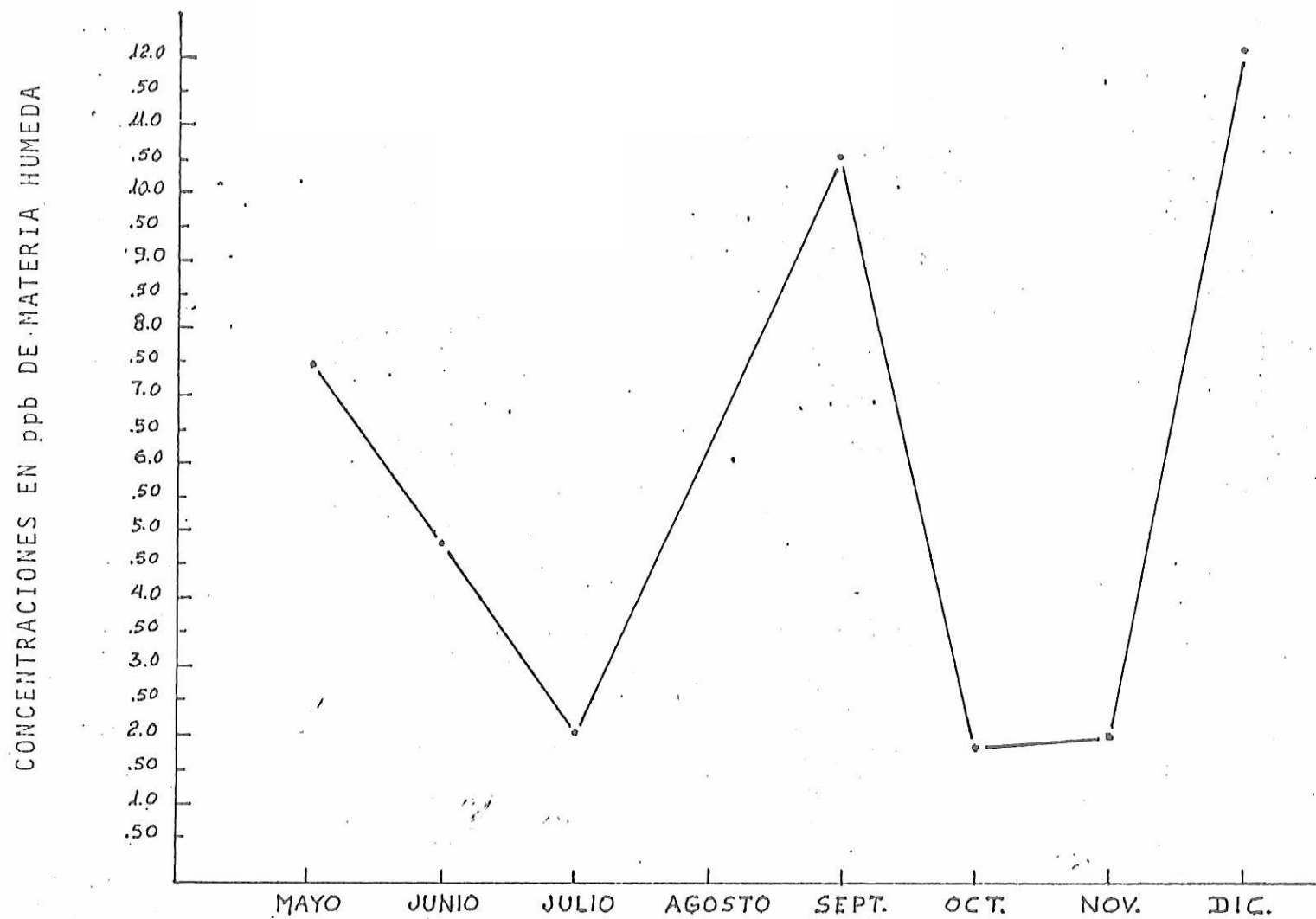
La poca frecuencia con la que se presentaron los metabolitos, y la poca cantidad de muestras para Ostrea edulis, en el Estero de Punta Banda y Bahía de San Quintín, no permitieron construir gráficas, pero se presentan los resultados en las Tablas No. 3 y 4 respectivamente. En el caso de los metabolitos encontrados en Crassostrea gigas para Bahía de San Quintín, únicamente se encontró al p, p' DDE (Tabla No. 5).

La relación de concentración contra tamaño en Crassostrea gigas para el Estero de Punta Banda no indica una tendencia clara a la bioconcentración, puesto que la talla mínima muestreada (5.6 cm.) nos da un valor de concentración de 7.5 ppb y tallas mayores arrojan concentraciones menores, como por ejemplo la talla de 9 cm. nos da concentraciones de 3.9 ppb y la talla de 11.96 cm. nos da una concentración de 1.7 ppb (Figura No. 5 y Tabla No. 2).

Aunque se presentan concentraciones relativamente altas en algunas tallas mayores, parece ser que no existe bioconcentración en las condiciones de este trabajo.

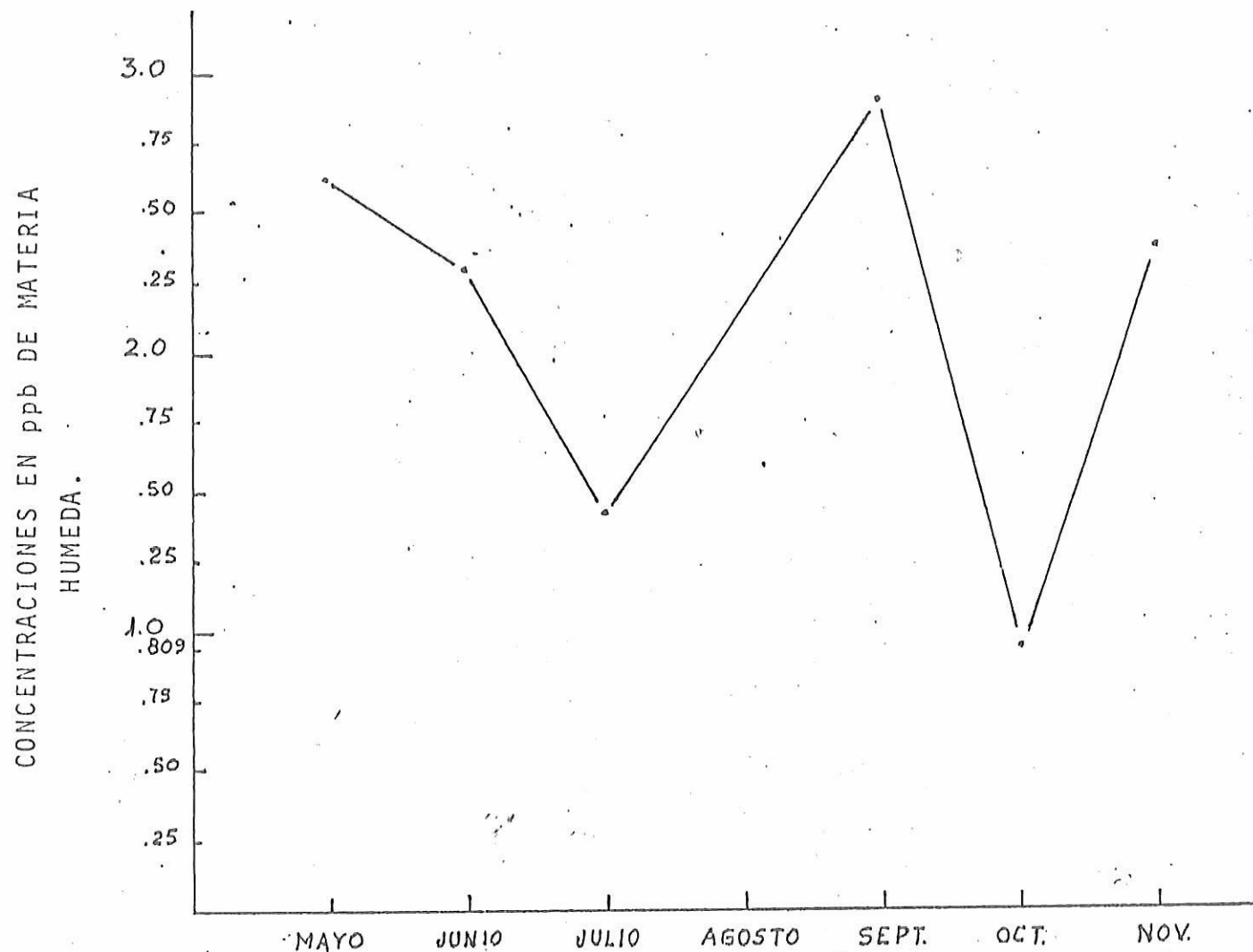
En el caso de Crassostrea gigas para Bahía de San Quintín, la Figura No. 6 y Tabla No. 5 indican claramente que no existió bioconcentración, debido a que se presentan valores muy cercanos entre sí.

Para el género Ostrea edulis en las regiones del Estero de Punta Banda y Ba-



(figura no. 2)

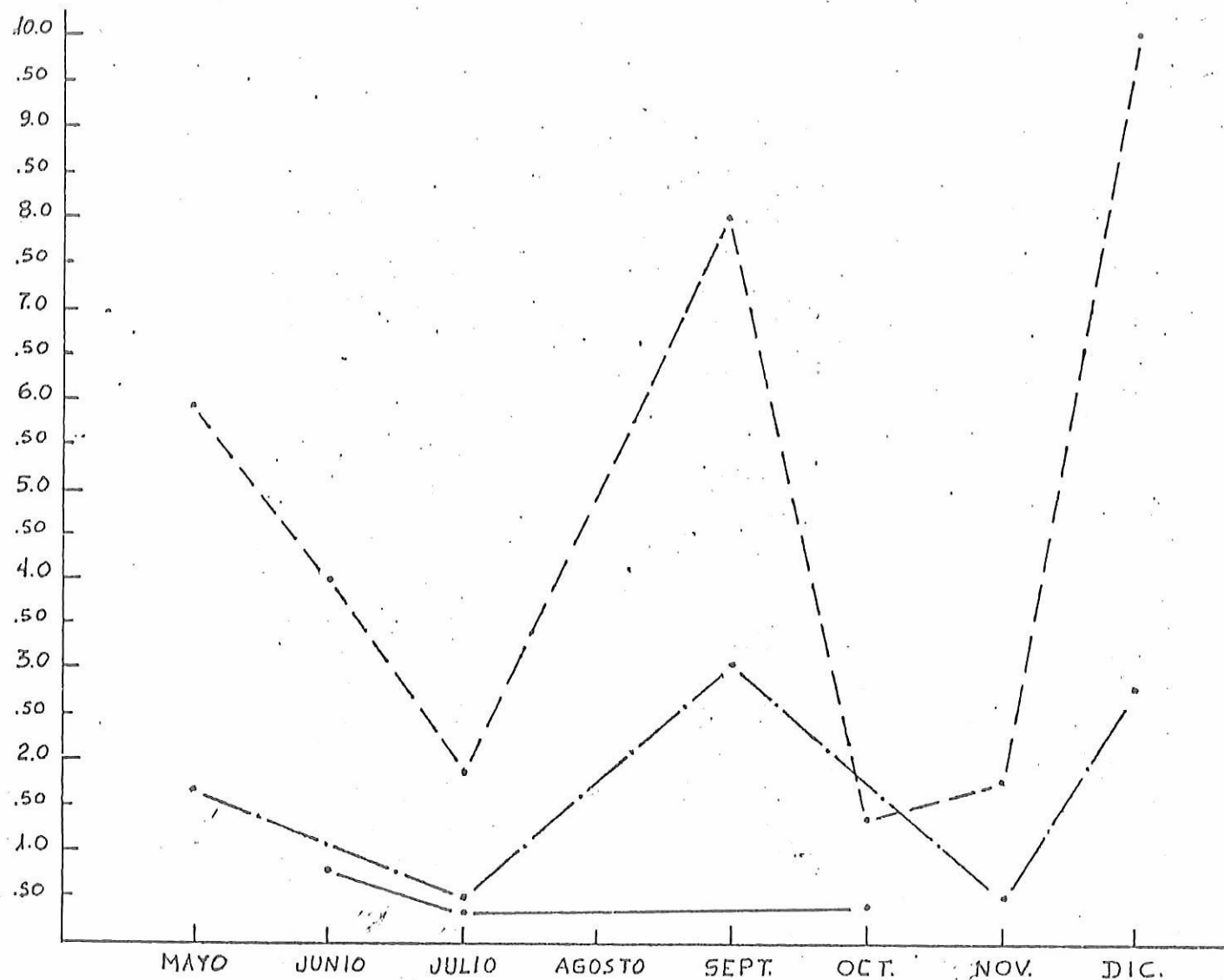
CONCENTRACIONES DE DDT TOTAL CONTRA TIEMPO
EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA PARA Crassostrea
giga



(figura N° 3)

CONCENTRACIONES DE DDT TOTAL CONTRA TIEMPO EN BAHIA DE SAN QUINTIN PARA Crassostrea gigas.

CONCENTRACIONES EN ppb DE MATERIA HUMEDA.

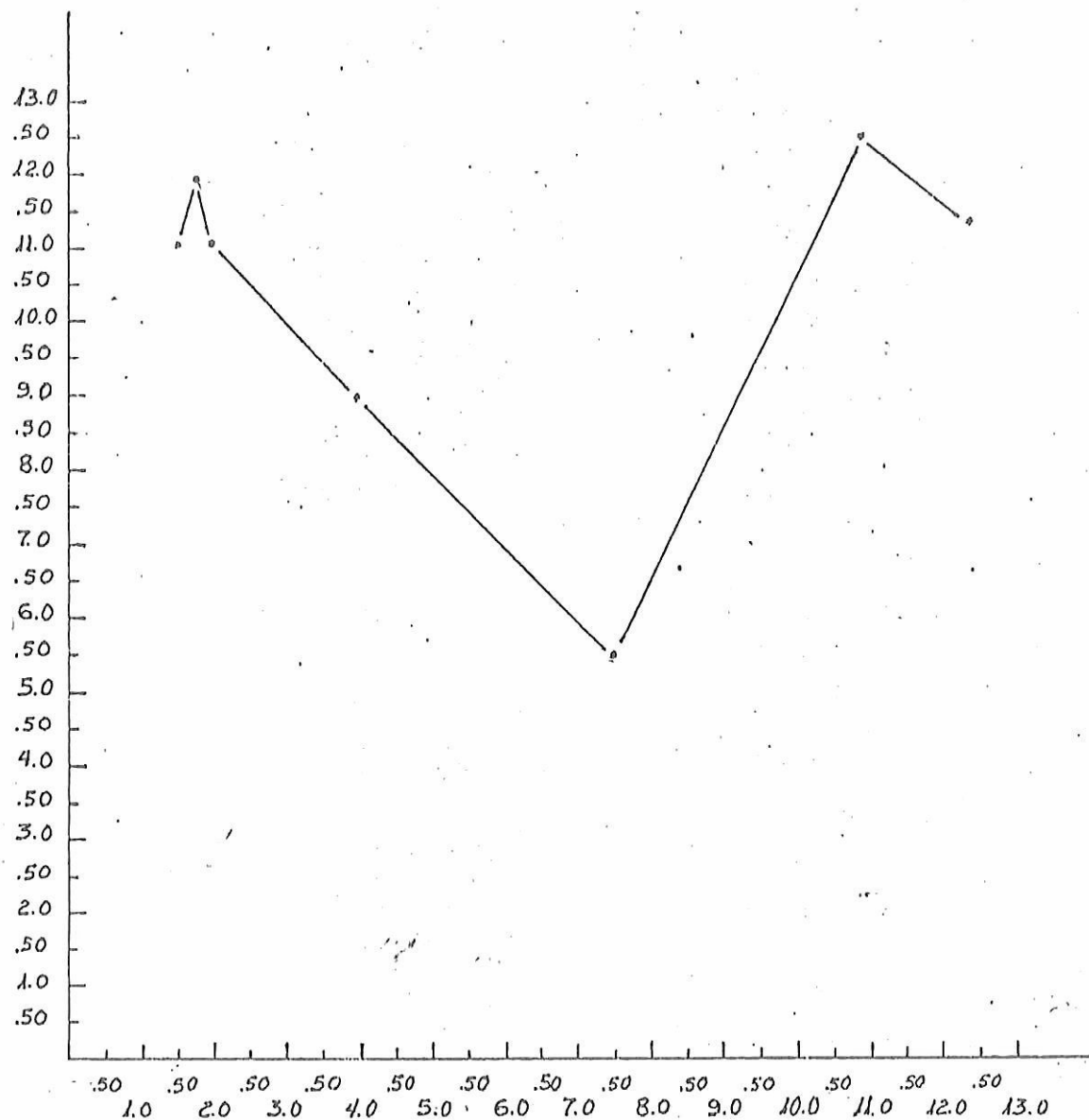


(figura Nº 4)

CONCENTRACIONES DE METABOLITOS CONTRA TIEMPO
EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA PARA Crassostrea
gigas.

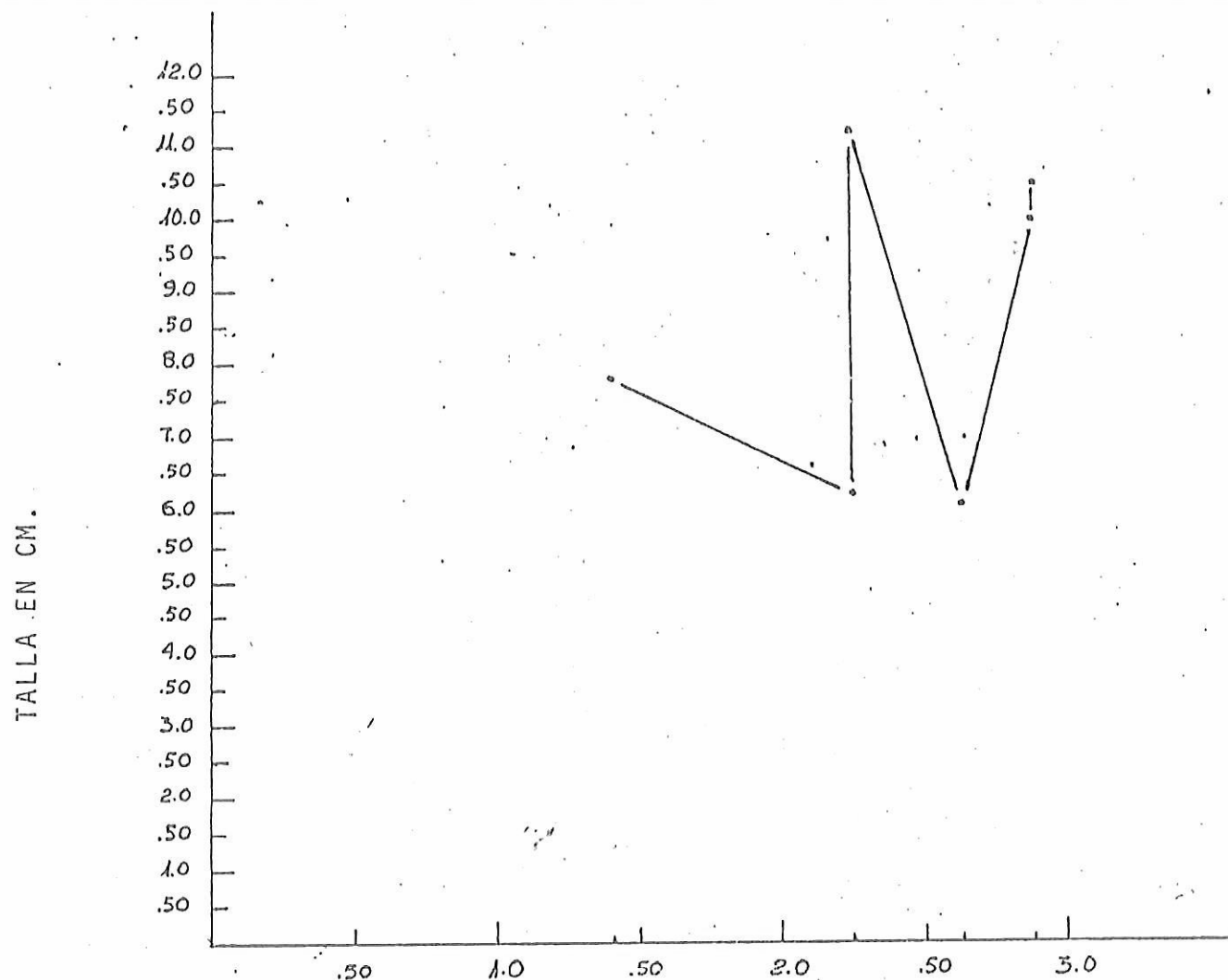
--- p,p'DDE
- . - o,pDDT
— o,pDDE

TALLA EN CM.



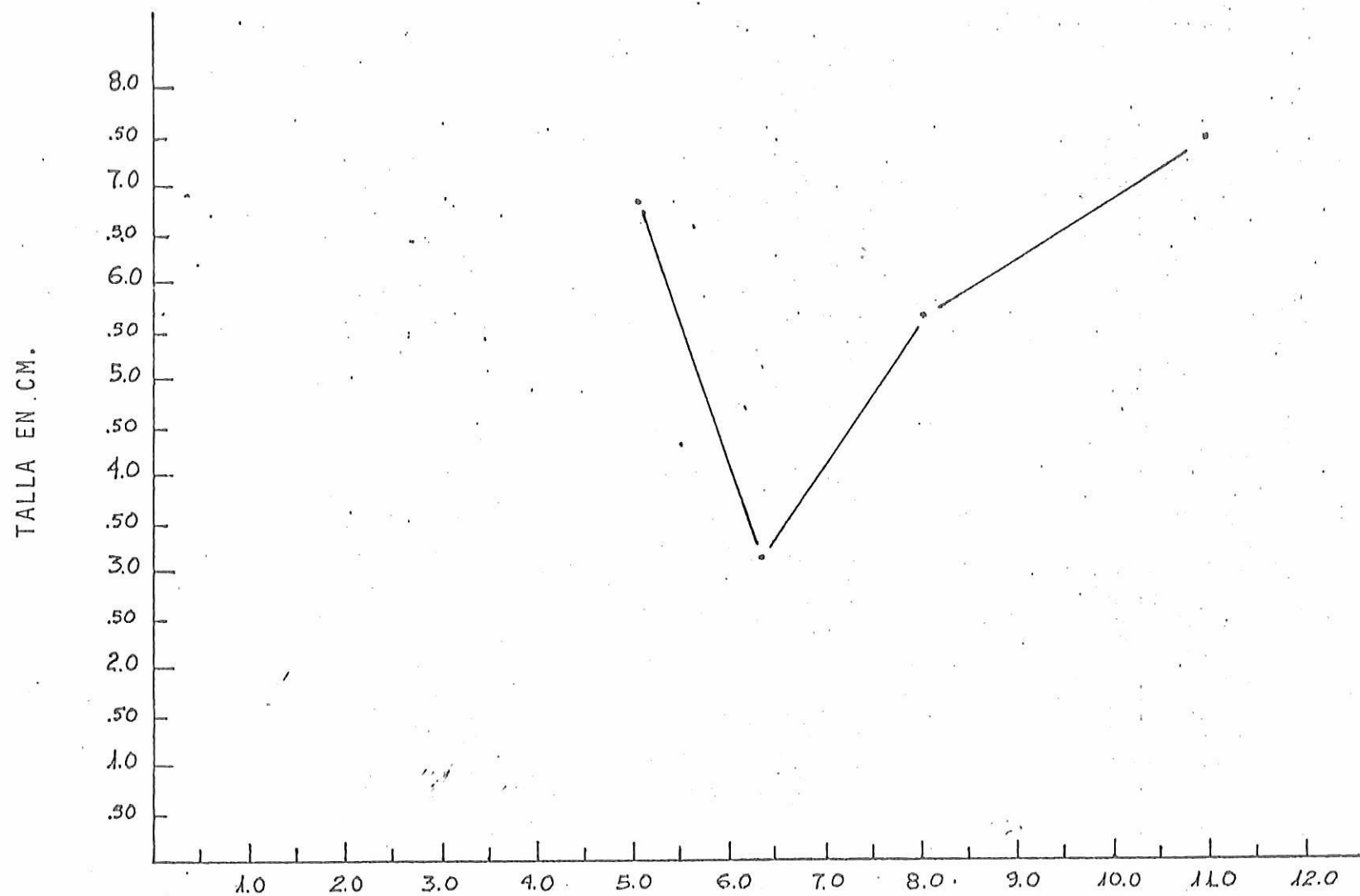
(Figura No. 5)

TALLA CONTRA CONCENTRACIONES DE DDT TOTAL
EN ppb DE MATERIA HUMEDA EN EL ESTERO DE-
PUNTA BANDA PARA Crassostrea gigas.



(Figura Nº. 6)

TALLA CONTRA CONCENTRACION DE DDT TOTAL
EN ppb DE MATERIA HUMEDA EN BAHIA DE SAN
QUINTIN PARA Crassostrea gigas.



(Figura N° 7)

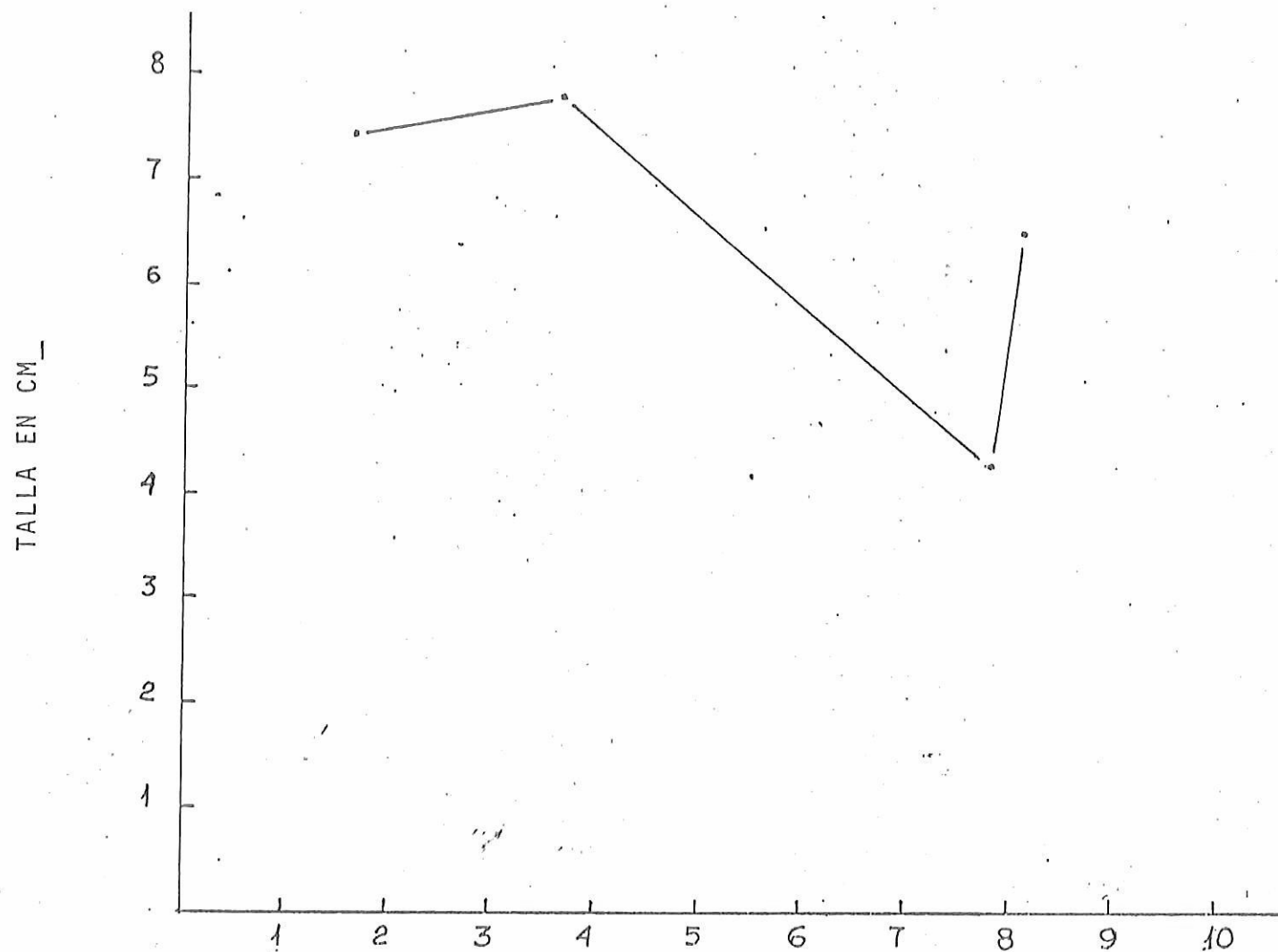
TALLA CONTRA CONCENTRACION DE DDT TOTAL EN
ppb DE MATERIA HUMEDA EN EL ESTERO DE PUN-
TA BANDA PARA Ostrea edulis.

hía de San Quintín, se encontró lo siguiente: en el Estero de Punta Banda (Tabla No. 3 y Figura No. 7) existe una relación de a mayor tamaño mayor concentración, y en Bahía de San Quintín (Tabla No. 4 y Figura No. 8) no existe bioconcentración, pero en ambos casos mencionados, no se puede conocer con precisión debido a la insuficiencia de datos recabados.

Los valores de DDT total encontrados tanto en el Estero de Punta Banda como en Bahía de San Quintín, tienden a presentar el mismo comportamiento (Fig. No. 9), detectandose las mayores concentraciones durante todo el muestreo en el Estero de Punta Banda.

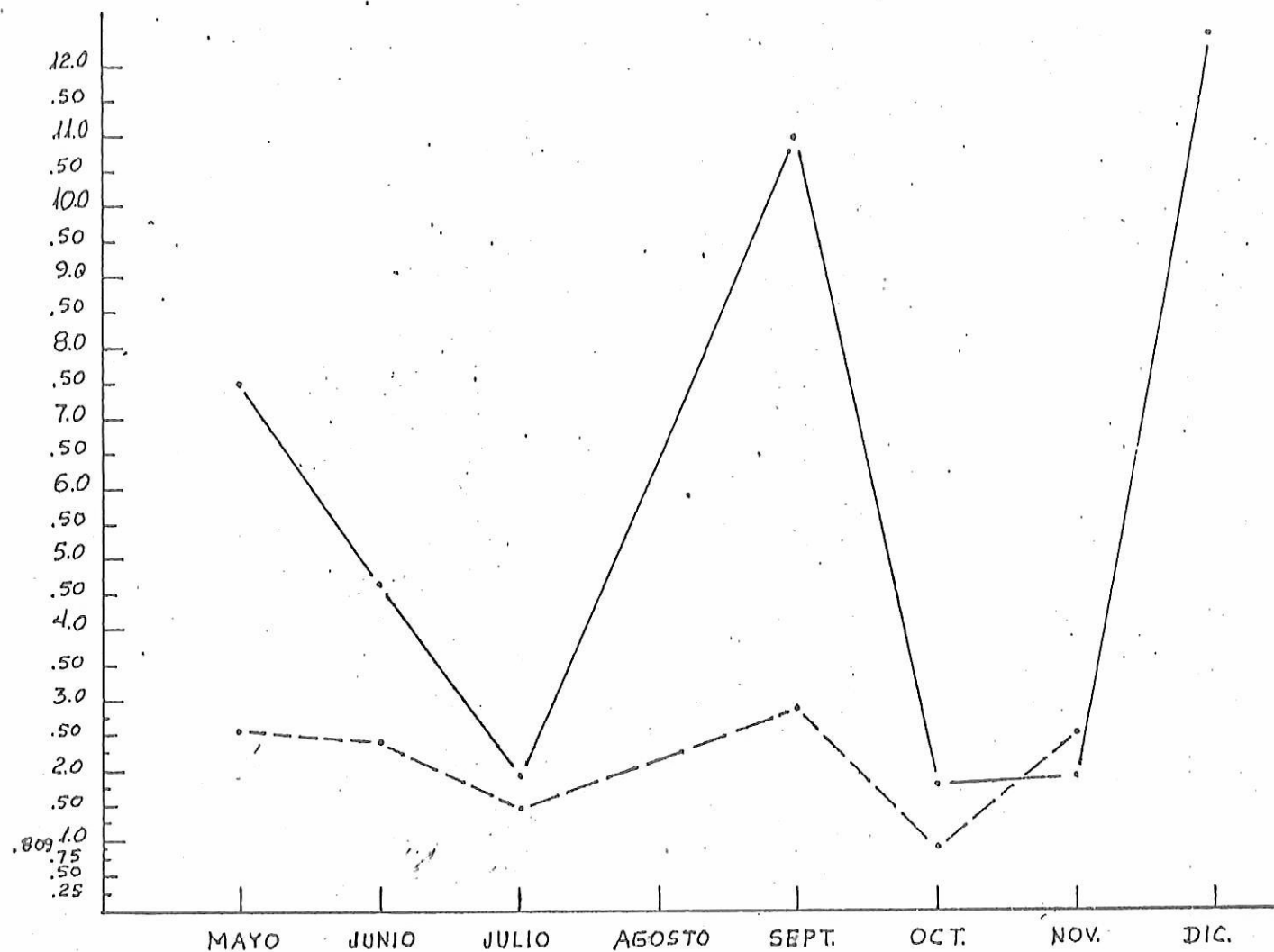
V. DISCUSION

El comportamiento aparente del DDT en las dos zonas de estudio, no mostró indicios claros de aumentar la concentración con el paso del tiempo, es decir, que no se presenta una acumulación clara de DDT en los organismos. Esto se puede deber a que las fuentes primarias de DDT, tales como escurrimiento, lluvia, atmósfera y reservorios persistentes en los sedimentos, (Butler, 1973) no aportan cantidades de DDT en forma constante, o bien, las cantidades aportadas no fueron lo suficientemente consistentes para que



(Figura N^o. 8)
TALLA CONTRA CONCENTRACION DE DDT TOTAL
EN ppb DE MATERIA HUMEDA EN BAHIA DE SAN
QUINTIN PARA Ostrea edulis.

CONCENTRACIONES EN ppb DE MATERIA HUMEDA.



(Figura N° 9.)

Estero de Punta Banda

Bahía de San Quintín

CONCENTRACIONES DE DDT TOTAL CONTRA
TIEMPO EN EL ESTERO DE PUNTA BANDA-
Y BAHÍA DE SAN QUINTIN PARA Crassos
trea gigas.

la magnificación biológica se presentara claramente. Esto ha sido señalado por Butler (1966 y 1967) para varios moluscos, particularmente en Crassostrea gigas y en Ostrea edulis en los que se encontró lo siguiente: los organismos fueron expuestos a una concentración continua de DDT en agua ($1.0 \mu\text{g/l}$), - siendo transferidos posteriormente a aguas limpias durante un período de 15 y 30 días.

	Después de 7 días de expo- sición	Después de 15 días de lavado	Después de 30 días de lavado
<u>Crassostrea gigas</u>	20 ppm	16.0 ppm	--
<u>Ostrea edulis</u>	15 ppm	8.0 ppm	4.0 ppm

Como se ve, los organismos acumularon rápidamente el contaminante y cuando la contaminación cesó, los residuos en los organismos bajaron su concentración, indicando que cuando se tiene una fuente de DDT operando en forma continua, se traduce inmediatamente en una acumulación clara y marcada.

Independientemente del fenómeno de acumulación, en distintos períodos de exposición, producen efectos variados (Tabla No. 1), pero que son más o menos identificables y conocidos. Desafortunadamente los efectos en el resto de un ecosistema dado, a menudo se ven enmascarados por variaciones naturales como: variaciones en densidad de población, diversidad de especies,

consumo de oxígeno, producción de enzimas, mecanismos de defensa, regulación osmótica, agentes patógenos naturales y otros (Duke y Dumas, 1976), aunado a que en pocas ocasiones se conoce con amplitud la estructura y función de las zonas costeras.

Las figuras y tablas presentadas, muestran que los valores más altos de DDT total, ocurren en el Estero de Punta Banda, y los más bajos en San Quintín, a pesar de que ésta última es más importante en cuanto a actividades agrícolas se refiere. Gutiérrez Galindo (1978) señala que en la región de Punta Banda (estación de la costa) se observa el valor de DDT más bajo en su estudio con un incremento en las concentraciones de norte a sur, correlacionada con las superficies de cultivo agrícola cercanas a la costa. Debido a que la estación de Punta Banda (costa) en el estudio de Gutiérrez Galindo, está fuera del Estero de Punta Banda, se piensa que el valle agrícola de Maneadero, debido a su proximidad con el Estero de Punta Banda, podría en un momento dado por transporte eólico y/o pluvial influir en dicho lugar. Considerando también la posibilidad de que el sedimento marino adyacente, en caso de estar contaminado, puede proveer de DDT a los organismos, si se presentan condiciones para que pueda ser removido (Young y Mc Dermott, 1976).

Con respecto a Bahía de San Quintín, se considera que los valores más bajos de DDT total, se deban a que no existe una influencia directa de la zona agrícola hacía la zona de estudio, debido a la situación que guardan entre sí dichas zonas, la dirección de los vientos (noroeste y suroeste con duración de pocos días, y brisas locales de tierra a mar durante la noche en otoño e invierno) y a la no existencia de drenajes directos importantes a la zona de estudio. Por otra parte se observa que los valores más bajos (2.1 ppb) en la columna de agua en el estudio de Gutiérrez Galindo (1978) son también en Bahía de San Quintín.

De todos los metabolitos encontrados (p, p' DDE; o, p' DDE y o, p DDT) fué el p, p' DDE el que siempre estuvo presente en ambas zonas de estudio, lo cual ha sido reportado en distintos estudios como los de Kurtz y Kim (1972), Klaas y Belisle (1977), la razón posible de esto es que el DDE es el metabolito más abundante en el medio ambiente (Clath y Spencer, 1972) y que en condiciones alcalinas se degrada facilmente a DDE (O'Brien, 1967), o bien por razones de solubilidad, ya que Jones et al (citado por Kurtz y Kim, 1972), indican que el DDE es el metabolito más soluble sobre todo, en grasas de focas.

Aunque las concentraciones de DDT total encontradas en el Estero de Punta Banda y Bahía de San Quintín, no exceden a las máximas consideradas peligrosas para consumo humano (7 ppm), (Durham et al, 1965; citado por Hammerstrom et al, 1967) y de 5 ppm permitida por la Food and Drugs Administration

en mariscos y pescado (Young et al, 1976), se ha observado que las concentraciones bajas de pesticidas en períodos de exposición largos, pueden causar mayor efecto en los ostiones y otros organismos (Butler, 1966, 1967, 1971; Lowe et al, 1971) y que el efecto es mayor en larvas que en los adultos (Davis, 1961).

Los estudios mencionados en conjunto con el de Duke y Dumas (1976) indican que la toxicidad de los pesticidas y del DDT, en un momento dado puede estar en función del período de exposición y no tanto de la magnitud de la concentración, pues Butler (1966, 1967) indica que la EC_{50} puede decrecer progresivamente a medida que se incrementa el período de exposición.

Es importante señalar que la contaminación por pesticidas organoclorados ha sido sustituida en muchos países (incluso México) por otro tipo de pesticidas como organofosforados y carbamatos (Duke y Dumas, 1976; Gutiérrez Galindo, 1978) y ha sido mostrado que el sinergismo entre DDT y otros pesticidas suele ocurrir (Lowe et al, 1971). Por lo anterior y debido al hecho de que nuestro medio ambiente marino, está siendo ampliamente contaminado, cabe suponer que dicho sinergismo podría ocurrir incluso en zonas poco contaminadas por DDT como lo son las de este trabajo.

Las diferentes concentraciones de DDT total en los organismos de estudio, se piensa que son consecuencia de la disponibilidad del DDT en el medio ambiente, o que son debidas a las diferencias fisiológicas de ambos géneros estudiados. A este respecto Butler (1971) ha encontrado en estudios realizados en cuatro especies de ostión (C. gigas, C. virginica, O. edulis y O. lurida) que la captación de organoclorados es similar al filtrar agua del medio ambiente, y que los rangos de acumulación y retención son impredecibles y no parecen estar directamente relacionados con la actividad de filtrado de las especies.

Por otra parte se considera que las diferencias en cuanto a concentraciones en los organismos y el comportamiento del DDT en ellos, puede deberse a la utilización de grasas por los mismos. Aunque típicamente el ostión tiene menos de 5% de grasa, se ha encontrado que a 25 ppm de DDT el 67% se encontraba en el tracto digestivo, asociada a las glándulas, cerca del 26% en el manto y branquias y el resto en músculo y fluidos del tejido (Butler, 1966). Butler (1967, 1971) señala que se han encontrado concentraciones elevadas (9 ppm) en espermatozoides de ostión y que las diferencias en la eficiencia de algunos moluscos para almacenar pesticidas, aún no están bien explicadas.

Las razones anteriores parecen indicar un comportamiento similar al de las concentraciones de DDT, en Crassostrea gigas para ambas zonas de estudio, por lo que se piensa que la fisiología propia de estos organismos es mayormente responsable del comportamiento del DDT en ellos.

VI. CONCLUSIONES

1. La magnitud de las concentraciones encontradas no revisten peligro para consumo humano, y ambas zonas de estudio se pueden considerar poco contaminadas.
2. No se presentan indicios claros de acumulación de DDT y sus metabolitos, por Crassostrea gigas y Ostrea edulis en ambas zonas de estudio.
3. Los valores de DDT más altos se registraron en la región del Estero de Punta Banda.
4. El metabolito que presenta mayor consistencia en ambas zonas de estudio es el p, p' DDE.

VII. RECOMENDACIONES

1. Estudios continuos (monitoreos) y completos, es decir: aire, sedimentos, tierras de cultivo agrícola a fin de poder establecer con una mayor aproximación a la realidad las fuentes de este tipo de contaminantes.

Con objeto de evaluar los efectos en las 2 zonas de estudio, en el presente trabajo, se sugiere realizar bio-ensayos con los géneros de ostión que se estén cultivando a concentraciones similares a las detectadas en este estudio, por períodos de exposición prolongados. Esto último es necesario para entender las consecuencias ecológicas en exposiciones crónicas, y la vulnerabilidad de los organismos marinos durante sus ciclos reproductivos a este tipo de exposiciones.

Utilizar a los mismos ostiones cultivados como indicadores biológicos de contaminación en las propias zonas de ostricultura, para obtener información suficiente y de este modo recabar la historia de la contaminación en zonas específicas.

BIBLIOGRAFIA

Acosta Ruiz M., Alvarez Borrego S. (1974). Distribución Superficial de Algunos Parámetros Hidrológicos, Físicos y Químicos en el Estero de Punta Banda, B.C., en Otoño e Invierno. Ciencias Marinas, Junio 1974, (1) 1: 16-45.

Bellan, S.D. (1968). Influence de la Pollution sur les teuplements benthiques. Rev. Intern. Oceanogr. Med. Tome X.

Butler, P.A. (1966). Pesticides in the Marine Environment Journal of Applied Ecology. Volume 3 (Suppl.): pp. 253-259.

Butler, P.A. (1967). Bureau of Commercial Fisheries Pesticides Monitoring Program. 8th National Shellfish Sanitation Workshop, Public Health Service, March 21-22, 1967, pp. 81-84.

Butler, P.A. (1971). Influence of Pesticides on Marine Ecosystems. Proc. Roy. Soc. Lond. B. 177, 321-329.

Butler, P.A. (1973). Organochlorine Residues in Estuarine Mollusks 1965-1972 National Pesticide Monitoring Program. Pesticides Monitoring Journal Vol. 6, No. 4, March 1973. pp. 238-246.

Cliath, M.M., Spencer, W.F. (1972). Report of Pesticides. Environment Science and Technology, 6, 910.

Davis, H. C. (1961). Effects of Some Pesticides on Eggs and Larvae of Oysters (Crassostrea virginica) and clams (Venus mercenaria). Commercial Fisheries Review, Vol. 23, No. 12, pp. 8-23.

Dasmann, F.R., (1974). The Conservation Alternative. John Wiley and Sons. pp. 26, 27 y 82, 83.

Duke, T.W., and David P. Dumas. (1976). Implications of Pesticides Residues in the Coastal Environment. Pollution and Physiology of Marine Organisms. Edited by F. John Vernberg and Winona B. Vernberg, 1976, pp. 137-164.

Giam, C.S., A.R. Hanks, R.L. Richardson, W.M. Sackett and M.K. Wong. (1972). DDT, DDE and Polychlorinated Biphenyls in Biota from the Gulf of Mexico and the Caribbean Sea. Pestic. Monitor. J. Vol. 6, No. 3, December 1972, pp. 139-143.

Gutiérrez Galindo E., (1978). Utilización del Mejillón Mytilus californianus como Indicador Biológico de las Variaciones en la Concentración de DDT y sus metabolitos así como PCB 1254 en la Costa Noroccidental de Baja California, Tesis Profesional. U.A. B. C. Apdo. Postal 453, Ensenada, B. C.

Hamelink, L. J., Ronald C. Waybrant and Robert C. Ball. A proposal: Exchange Equilibria Control the Degree Chlorinated Hydrocarbons are Biologically Magnified in Lentic Environments. Transactions of the American Fisheries Society. April, 1971, Vol. 100, No. 2, pp. 207-214.

Hammerstrom, R. J., V. L. Casper, E. A. Robertson, Jr., J. C. Bugg, Jr., and J. L. Gaines. (1967). Studies of Pesticides in Shellfish and Estuarine Areas of Louisiana and Alabama. 8th National Shellfish Sanitation Workshop, Public Health Service, March 21-22, 1967. pp. 85-112.

Hansen, D. J. (1969). Avoidance of Pesticides by Untrained Sheepshead Minnows. Trans. Am. Fish. Soc. 98: 426-429.

Hernández Valdés, D. (1973). Niveles de DDT en el Proceso Industrial de la Anchoveta. Tesis Profesional, U.A. B. C. Apdo. Postal 453, Ensenada, BC

Hom, W., Robert W. Risebrough, Andrew Soutar and David R. Young. (1974). Deposition of DDE and Polychlorinated Biphenyls in Dated Sediments of the Santa Barbara Basin. Reprinted from Science Vol. 184, 14 June 1974, pp. 1197-1199.

Islas Olivares R. (1975). El Ostión Japonés (Crassostrea gigas) en Baja California. Ciencias Marinas, Junio 1975. Vol. 2 No. 1, pp. 58-59.

Klaas, E.E. and Andre A. Belisle. (1977). Organochlorine Pesticide and Polychlorinated Biphenyl Residues in Selected Fauna from a New Jersey Salt March-1967 vs. 1973. Pesticide Monitoring Journal. Vol. 10, No. 4 March 1977, pp. 149-157.

Kurtz, D.A., and Ke Chung Kim (1972). Chlorinated Hydrocarbons and PCB Residues in Tissues and Lice of Northern Fur Seals, 1972. Residues in Fish, Wildlife and Estuarines. Pesticide Monitoring Journal. Vol. 10, No. 3, December 1976, pp. 79-83.

Lara Lara J.R., Alvarez, B. S. Ciclo Anual de Clorofilas y Producción Orgánica Primaria en Bahía de San Quintín, B. C., Ciencias Marinas, Junio de 1975. (2) 1 : 77-97.

Lowe, J. I., Paul D. Wilson, Alan J. Rick and Alfred J. Wilson, Jr. -
(1971). Chronic Exposure of Oysters to DDT, Toxaphene and Parathion.
Proceedings of the National Shellfisheries Association, Vol. 61, June
1971, pp. 71-79.

O'Brien, R. D. (1967). Insecticides. Action and Metabolism. Academic
Press New York and London, pp. 108-132.

Odum, E. P. (1972). Ecología. Tercera Ed., Editorial Interamericana, -
pp. 388-400.

Patil, K. C., Fumio Matsumura, and G. Mallory Boush. (1972). Metabo-
lic Transformation of DDT, Dieldrin and Endrin by Marine Microorganisms.
Environmental Science and Technology, Vol. 6, No. 7, July 1972, pp. -
629-632.

Riley, J. P., and Wahby. (1977). Concentrations of PCBs, Dieldrin and -
DDT Residues in Marine Animals from Liverpool Bay. Marine Pollution -
Bulletin, Vol. 8, No. 1, January 1977, pp. 9-11.

Stanley W. C., James E. Barney II, Michael R. Helton and Anne R. Yobs.
Measurement of Atmospheric Levels of Pesticides. (1971). Environmental
Science and Technology, Vol. 5, No. 5, May 1971, pp. 430-435.

Suárez Vidal, C.E. (1972). Niveles de Organoclorados en Diversas Especies de Peces de la Bahía de Todos Santos. Tesis Profesional, U.A. B. C. Apdo. Postal 453, Ensenada, BC.

Suárez Vidal, C.E., Acosta Ruiz M. (1973). Distribución de las Concentraciones de DDT en el Mejillón (Mytilus californianus) en la parte Noroccidental de la Baja California. Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Apdo. Postal 453, Ensenada, B. C.

Tomiyama, T. (1976). Marine Pollution and it's Prevention. Seminario de Contaminación, mimeografiado. U. C. M., U.A. B. C., Ensenada, Apdo. Postal 453, Ensenada, B. C.

Velarde Rodriguez A. (1973) Niveles de Hidrocarburos Clorados en Corvina Cynoscion nobilis y las Especies que componen su Dieta Alimenticia en la Costa Noroccidental de Baja California. Tesis Profesional. U.A. B. C. Apdo. Postal 453, Ensenada, B. C.

Young, D.R., Theodore C. Heesen and Dierdre J. Mc Dermott (1976). An Offshore Biomonitoring Systems for Chlorinated Hydrocarbons. Marine Pollution Bulletin, Vol. 7, No. 8, August 1976, pp. 156-159.

Young, D.R., Deirdre J. Mc Dermott, and Theodore C. Heesen (1976). -
DDT in Sediments and Organisms Around Southern California Outfalls.
Journal WPCF Vol. 8, No. 8, August 1976, pp. 1919-1928.

Young, D.R., and D. Mc Dermott-Ehrlich (1976). Sediments as Sources -
of DDT and PCB. Coastal Water Research Project. Annual Report 1976.
1500 East Imperial Highway, El Segundo, California, U. S. A. 90245.

Young, D.R. and Theodore C. Heesen. (1976). Inputs of DDT and PCB. -
Coastal Water Research Project. Annual Report 1976, pp. 23-30. 1500 -
Imperial Highway, El Segundo, California, U. S. A. 90245.

Youngs, W.D., Walter H. Gutenmann, and Donald J. Lisk. (1972). Residues
of DDT in Lake Trout as a Function of Age. Environmental Science and Tech-
nology, Vol. 6, No. 5, May 1972, pp. 451-452.

IX. - ANEXO.

Concentraciones	Efectos en Ostión	Autor y año
1 ppm	Permanece cerrado	Butler, 1966
0.1 - 0.5 ppm	Inhiben depositación en la concha.	Butler, 1966
10.0 ppb y menores.	Reduce el crecimiento en ostión e incrementa la mortalidad en crustáceos.	Butler, 1967
0.05 ppm	Causa cerca del 90% de mortalidad en 14 días en larvas y detiene casi completamente el crecimiento.	Davis, 1961
1.0 ppm	Causa 100% de mortalidad en 6 días en larvas.	Davis, 1961
0.025 ppm	Reduce drásticamente el crecimiento y causa 20% de mortalidad.	Davis, 1961
0.0001-0.1 ppm	Crecimiento nulo a la concentración más alta y a la más baja aprox. el 20%.	Butler, 1966
2.0 ppb	Ostiones expuestos durante una semana crecen más lento y acumulan los residuos hasta 25 ppm.	Butler, 1967
1.0 ppm	Agudamente tóxico al ostión.	Lowe et al, 1971

(Tabla no. 1)

Concentraciones de DDT en Ostiones
y efectos demostrados.

Mes	Talla (en cm.)	o,pDDE	p,p'DDE	o,pDDD	p,p'DDD	o,pDDT	p,p'DDT	DDT Total
Mayo	5.65	---	5.912	---	---	1.609	---	7.521
Junio	9.00	0.717	3.930	---	---	---	---	4.647
Julio	11.15	0.080	1.716	0.083	---	0.194	---	2.073
Septiembre	12.56	---	8.122	---	---	2.800	---	10.922
Octubre	11.10	0.244	1.388	---	---	---	---	1.632
Noviembre	11.96	---	1.462	---	0.100	0.229	---	1.791
Diciembre	11.20	---	9.943	---	---	2.642	---	12.585

(Tabla 2)

Concentraciones de DDT y sus metabolitos en
Crassostrea gigas en el estero de Punta Ban-
da expresado en ppb de materia húmeda

Mes	Talla (en cm.)	opDDE	pp'DDE	opDDD	pp'DDD	opDDT	pp'DDT	DDT total
Mayo	3.34	0.375	0.765	---	1.540	3.800	---	6.480
Julio	6.82	---	3.638	---	---	1.640	---	5.278
Noviembre	5.62	---	6.570	---	0.178	1.280	---	8.028
Diciembre	6.76	0.731	6.733	---	---	3.775	---	11.239

(Tabla 3)

Concentraciones de DDT y sus metabolitos
en Ostrea edulis en el Estero de Punta -
Banda expresado en ppb de materia húmeda

Mes	Talla (en cm.)	o,pDDE	p,p'DDE	o,pDDD	p,p'DDD	o,pDDT	pp'DDT	DDT total
Abril	4.33	---	5.100	---	---	2.860	---	7.960
Julio	6.50	---	5.890	---	---	2.240	---	8.130
Octubre	7.78	---	2.750	0.730	0.270	---	---	3.750
Noviembre	7.42	---	1.710	---	---	---	---	1.710

(Tabla 4)

Concentraciones de DDT y sus metabolitos en Ostrea
edulis en Bahía de San Quintín expresada en ppb -
de materia húmeda

Mes	Talla (en cm.)	o,pDDE	p,p'DDE	o,pDDDD	p,p'DDD	o,pDDT	p,p'DDT	DDT total
Mayo	6.22	---	2.640	---	---	---	---	2.640
Junio	6.41	---	2.340	---	---	---	---	2.340
Julio	7.92	---	1.430	---	---	---	---	1.430
Septiembre	10.66	---	2.820	---	---	---	---	2.820
Octubre	10.05	---	0.809	---	---	---	---	0.809
Noviembre	11.32	---	2.303	---	---	---	---	2.303

(Tabla 5)

Concentraciones de DDT y sus metabolitos
en Crassostrea gigas en Bahía de San Quin
tín expresadas en ppb de materia húmeda.

Organismo	Localidad	Concentración DDT promedio- en ppb materia húmeda
<u>Crassostrea gigas</u>	E.P.B.*	5.88
<u>Ostrea edulis</u>	E.P.B.	7.76
<u>Crassostrea gigas</u>	B.S.Q.**	2.06
<u>Ostrea edulis</u>	B.S.Q.	5.39

(Tabla 6)

Concentración de DDT promedio en ambos
géneros y para las dos distintas loca-
lidades.

* Estero de Punta Banda

** Bahía de San Quintín

VIII. COMENTARIOS

Para poder externar un comentario acerca de un contaminante en particular (cualquiera que este sea), es necesario situar el nacimiento y la aparición de éste en la sociedad, es decir, en el momento en que sucede, pues como veremos más adelante la aparición puede obedecer a motivos de diversa índole, motivos socioeconómicos, guerras, y necesidades de otro tipo.

En el caso particular del DDT, tenemos que es sintetizado por primera vez a fines del siglo pasado y que no es sino hasta la Segunda Guerra Mundial cuando es aplicado ampliamente y con éxito, para el control de la malaria y mosquitos, ocasionando que las bajas por enfermedad durante la guerra disminuyeran. A partir de entonces se observó claramente que el DDT era un producto de cierta relevancia ya que por un lado el único veneno eficaz que mataba a la plaga, y por otro lado su fabricación era de bajo costo. Esto último implicaba que se utilizara a partir de este momento en forma amplia e indiscriminadamente, pasando por alto las consecuencias ecológicas que traía consigo su aplicación, puesto que desde que fue sintetizado por primera vez se indicaron los riesgos que se corrían al aplicarlo.

Hasta este momento surgen dos factores importantes en la aparición de la contaminación por DDT. El primero de ellos es que se empieza a aplicar -

cuando nace la necesidad de reducir el número de bajas militares ocasionadas por plagas y que en cierta forma la situación del control de plagas venía a constituirse como un arma eficaz para las partes interesadas. El segundo es que su fabricación es de bajo costo de producción. En estas condiciones la aplicación del DDT no podía tener restricciones y a la vista de los interesados su uso estaba justificado.

En el período posterior a la guerra se trató de justificar la aplicación del DDT mostrando cifras que indicaran que el uso "adecuado" del DDT había salvado millones de personas de una muerte inmediata por enfermedad (paludismo), o por hambre, lo cual se manifiesta con un carácter relativo, si consideramos que existían el control biológico de plagas y otro tipo de plaguicidas de acción mas específica, que permite un control mucho más eficaz y sin implicaciones ecológicas tan graves, puesto que el DDT es un veneno que mata no solo insectos, sino también peces, aves, invertebrados y mamíferos, incluyendo al hombre. Tiende a hacerse menos eficaz a medida de que pasa el tiempo a pesar de que su fórmula química siga siendo la misma, ocasionando que se apliquen cantidades cada vez mayores creando mutaciones en insectos y las llamadas "superpestes", las cuales crean especies altamente resistentes al producto y como el DDT no es un veneno selectivo, mata a insectos dañinos y benéficos por igual, complicando aún más el problema.

A pesar de que el uso del DDT pasó por el período anterior como un período de justificaciones en su uso, finalmente se reconoce de alguna manera el daño que ocasiona y los países que lo producen toman medidas de protección siguientes: la primera es prohibir su uso (no su fabricación), la segunda es ejercer un control de las concentraciones de DDT en los alimentos como mariscos, pescado, etc..

Bajo esta situación salta a la vista la contradicción en las llamadas medidas de protección, es decir que por un lado se prohíbe el uso del DDT pero no así su fabricación, y por otro lado se admite que los alimentos pueden contener menos de 5 ppm de DDT, por lo que implícitamente se aceptan concentraciones de DDT en el medio ambiente natural. Siendo esta la situación del problema, surge entonces el cuestionamiento de quienes son los interesados en prohibir el uso del DDT, pues bien; según Dasman (1975), los países que toman las medidas citadas son los llamados tecnológicamente avanzados (capaces de ver los riesgos en el uso del DDT), y que al no prohibir su fabricación tienen forzosamente que exportar el producto y consigo exportar la contaminación. Por otra parte la exportación de este producto tiene que ser a países donde el uso del DDT no ha sido prohibido y según señala Dasman el uso en estos países se debe a la "poca visión de los oficiales combinada con la necesidad drástica de producir más y más alimento para la población en expansión". Cabe en este momento citar las palabras de - -

Edward D. Goldberg pues señala, "el insecticida DDT constituye una excepción significativa a la regla general de que las naciones desarrolladas situadas en la latitud media del hemisferio norte son las principales fuentes de contaminación en el océano. Inicialmente el DDT encontró empleo en el hemisferio Norte, sobre todo como insecticidas contra mosquitos en la erradicación de la malaria. En los últimos cinco años se han impuesto severas restricciones al uso del DDT en el mundo desarrollado del hemisferio norte, mientras que su empleo se ha intensificado en las naciones sudamericanas y africanas. La producción anual mundial del DDT parece no haber sufrido variaciones en los últimos diez años, (100,000 toneladas por año)".

Dada esta situación aparece entonces la respuesta a la pregunta formulada anteriormente, es decir que la fabricación del DDT obedece a intereses particulares de los fabricantes, y que por su propia naturaleza son antagónicos a los intereses de toda la sociedad en su conjunto.

Con respecto a las concentraciones permitidas en los alimentos, se observa que resultan ser atenuantes del problema, pues ya en la discusión de este trabajo hemos visto que a concentraciones tan bajas como 1 ppb en períodos de tiempo prolongados, el DDT por medio de la bioconcentración hace sentir sus efectos en los ecosistemas terrestres y marinos, y que las - -

concentraciones permitidas en los alimentos en países como E. U. A. (Food and Drugs Administration, 5 ppm) son fijadas como normas de seguridad relativas y que en México al adoptar las medidas sanitarias de los E. U. A., se permiten 6 ppb de organoclorados en aguas marinas y estuarinas. (Según la modificación al Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación de Aguas, en el Diario Oficial del 22 de Diciembre de 1975), sin considerar ampliamente el fenómeno de bioconcentración y magnificación biológica.

Desde el punto de vista estrictamente técnico no es posible tolerar ninguna concentración de DDT en el medio ambiente, pues hemos visto que en el caso del ostión al filtrar agua de mar que contiene 1 ppb de DDT durante siete días de exposición acumula hasta 20 ppm, lo que lo convertiría en un producto no comestible, independientemente del daño que la concentración tolerada en el medio marino (6 ppb) causa en el resto del ecosistema. Debido a esto el papel de la ciencia en este campo es el de prever y evitar la contaminación encauzando la investigación hacia un análisis real y completo del problema, y no como un ente aislado de la sociedad.

Lo anterior parece indicar que el problema de la contaminación en concreto no es un problema que se presente aisladamente a otros, que está inmerso en la problemática del mundo contemporáneo y que como tal su solución no es aislada o de competencia exclusiva de un grupo de científicos

o de otros grupos de gentes, es un problema que está englobado en el desarrollo mismo de la sociedad y no se puede plantear una solución verdadera si no se sitúa el problema en la sociedad en la que vivimos, y si no se considera que en la medida en la que la sociedad sea transformada, en esa medida será solucionado el problema de la contaminación.

Por último debemos contemplar que el proceso de transformación de la sociedad es lento y mientras se genere un cambio radical en su estructura se deben buscar verdaderas alternativas al problema de la contaminación, y en el caso concreto del DDT cabe señalar que las alternativas existen, ya que en México el control biológico de plagas está bien desarrollado, (Tomiya ma, com. pers.) y se podría ejercer un control estricto de los productos como el DDT, pues aunque los agricultores oficialmente no utilizan DDT, extraoficialmente lo vienen aplicando por resultarles más barato que otros productos (Gutiérrez Galindo, com. pers.). A pesar de lo anterior y considerando que las medidas propuestas como alternativas se aplicaran, el problema no estaría del todo resuelto, ya que el ser el DDT una molécula tan persistente le permite ser transportada de región en región, vía atmósfera, corrientes marinas, o migración de organismos contaminados, por lo que es difícil que existan regiones que no estén contaminadas por DDT, independientemente de que el uso de otros pesticidas que sustituyen el uso del DDT hacen que el problema se acentúe y perdure por más tiempo.