

4.3
BIBLIOTECA U. CS. MARINAS

007321

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

Escuela Superior de Ciencias Marinas

BIBLIOTECA CENTRAL ENSENADA

NIVELES DE ORGANOCLORADOS EN DIVERSAS ESPECIES DE PECES DE LA

BAHIA DE TODOS SANTOS

Universidad Autónoma
de Baja California



BIBLIOTECA CENTRAL
ENSENADA

TESIS:

Que para obtener el título de
OCEANOLOGO

Presenta:

Carlos Eugenio Suárez Vidal

Ensenada, B. Cfa. 1972

El presente trabajo se realizó en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California. Hago patente mi más sincero agradecimiento al Oceanólogo Katsuo Nishikawa Kinamura, Director de la mencionada Institución por los valiosos consejos que me proporcionó en el desarrollo de este trabajo.

I N D I C E

	PAGINA
I. INTRODUCCION	I
II. MATERIALES Y METODOS	5
III. RESULTADOS	8
IV. DISCUSION	14
V. CONCLUSIONES	17
VI. RECOMENDACIONES	17
VII. BIBLIOGRAFIA	19

I. INTRODUCCION:

Los pesticidas han adquirido una importancia creciente ocupando un papel básico en el control de las plagas en la agricultura. Sin embargo dada las características y diversidad de estos compuestos, sus efectos han llegado más allá de lo esperado, afectando las especies de los ecosistemas, tanto terrestres como marinos que son de gran importancia para el hombre.

La presencia de estos compuestos en el medio acuático depende de diversos factores físicos, químicos y biológicos, que determinan su adsorción sobre superficies sólidas, descomposiciones químicas y biológicas; hidrólisis, absorción, retención y eliminación en los sistemas biológicos y reacciones de precipitación. Subsecuentemente, estos factores determinan el tiempo de exposición del hombre a los pesticidas orgánicos provenientes del medio acuático (Strobbe 1971).

La contaminación de las aguas por pesticidas tiene su inicio hace aproximadamente 22 años, siendo la primera evidencia la muerte de una gran cantidad de peces, asociada a un arroyo y precipitación de insecticidas clorinados en los campos agrícolas de Alabama en los Estados Unidos de Norteamérica (Nicholson 1967). En 1957 se llevaron a efecto las primeras cuantificaciones de estos compuestos detectándose

concentraciones de D.D.T. en el río Mississippi en Quincy, - así como en la ciudad de Kansas y en el río Columbia en Boneville, Oregon, encontrándose concentraciones que oscilaron - desde 2 microgramo hasta 20 microgramos por litro (Nicholson 1967).

De acuerdo a su aplicación, los pesticidas se dividen - en diferentes grupos, entre los cuales se pueden mencionar a los alguicidas, bactericidas, fungicidas, herbicidas, insecticidas, etc. Dentro de estos compuestos a los que se les ha dado mayor atención han sido los insecticidas principalmente al tipo de los organoclorados, del cual se ha tomado como representante al D.D.T. (2,2-bis (p-clorofenil) 1,1,1,-triclo-roetano).

El D.D.T. se presenta al estado de pureza bajo la forma de finas agujas prácticamente incoloras, con brillo sedoso - untosas al tacto, con un punto de fusión de 108.5° 109°C y - un punto de ebullición de 185°C a 1 mm de Hg (León Medellín 1945, Melnikow) 1971). Posee una presión de vapor muy baja - (1.5×10^7 mm a 20°C), que probablemente esta propiedad sea la causa de su gran persistencia en las superficies donde se aplica (C'Brien 1967). Su solubilidad en el agua es de aproximadamente 0.001 mg/l, es soluble en hexano, benceno, tolueno, xileno, tractolina, gasolina, etc., y en la mayoría - de los solventes orgánicos (León Medellín 1945; Melnikow --- 1971).

Presente una gran apolaridad, lo que le permite tener una gran solubilidad en los tejidos grasos de los organismos que acumulan este compuesto ya sea por absorción, adsorción o ingestión (O'Brien 1967).

Bajo condiciones aeróbicas el D.D.T. es aparentemente convertido en D.D.D. (2,2 (pclorofenil) 1,1-dicloro etano) también conocido como T.D.E. (Stenersen 1965, Guenzi and Beard 1967). Malone (1970) en estudios realizados en la microflora intestinal de la anchoveta (Engraulis mordax) encontró que los hongos y bacterias convierten el D.D.T. a D.D.D. y la eficacia de este cambio se observaba en las altas concentraciones de ^{14}C -D.D.D. detectadas después de 6 horas de incubación. Esta rápida metabolización del D.D.T. a D.D.D. tiene importantes consecuencias para la sobrevivencia de los organismos, dado que el D.D.D. presente un menor grado de toxicidad que el D.D.T.

El D.D.T. ha sido utilizado desde 1942 como insecticida dada su gran eficiencia y bajo costo de producción, lo que ha ocasionado que se encuentre ampliamente distribuido tanto en los ecosistemas terrestres como marinos. Su incorporación a los océanos es producto de diversas fuentes de origen tales como: Las lluvias, aporte a través de los ríos, adsorción a partículas atmosféricas.

De acuerdo a Woodwell et al (1971), el 50% de D.D.T. que se irri-ga da en el blanco, ya sea que permanece adherido a las hojas de las plantas o en el sustrato, y el otro 50% se va a la atmósfera en forma de vapor o adsorbido a partículas de polvo en proporción de 50 a 50 pudiendo caer de nuevo a la tierra.

La acumulación de este compuesto en los organismos marinos ha traído consigo serios trastornos., Wuster Jr. (1968) en experimentos realizados en cuatro especies de fitoplancton costero (Skeletonema costatum, Coccolithus huxleyi, Pyramonas sp y Peridinium trochoideum) encontró que concentraciones del orden de las 100 ppb de DDT reducen las fotosíntesis entre 80 y 93%; Calabrese (1972) encuentra en estudios realizados en el ostión americano (Crassostrea gigas) que concentraciones bajas de pesticidas, retardan el desarrollo larval, ocasionando que el organismo permanezca un mayor tiempo planctónico, aumentando así las posibilidades de que este sea predado.

Butler (1971) establece que concentraciones del orden de 2-5 mg. de pp DDT por gramo de peso húmedo, administradas en la dieta alimenticia de especies como el camarón, cangrejo y peces estuarinos causan una mortalidad entre un 30 y 100% en un período de de 2-10 semanas. Ratcliffe (1967) observa que el adelgazamiento del cascaron de los huevos de muchas aves,

está íntimamente ligado a los residuos de hidrocarburos clorados encontrados en los huevos y tejidos del cuerpo de las mismas.

En base a lo expuesto anteriormente y considerando la importancia que reviste el conocimiento de la calidad del medio sobre todo de aquellas áreas que representan un gran potencial pesquero, como es el caso de las costas de Baja California y dado que en la actualidad los estudios que se han realizado tendientes a determinar los niveles de DDT en diferentes especies de peces en la zona antes mencionada han sido un tanto aislados (Cox 1970, 1971, McGregor 1972), el presente trabajo tiene por objeto el conocer las concentraciones de D.D.T. en diferentes especies de peces de mayor consumo en el puerto de Ensenada, Baja California y capturadas en la Bahía de Todos Santos, B. C. (Fig. 1).

II. MATERIALES Y METODOS

Se colectaron del principal expendio de mariscos de la localidad cinco muestras de cada una de las siguientes especies: Esmel (Atherinopsis sp), Berrugata (Menticirrhus sp), Cabrilla (Paralabrax sp), Lenguado (Paralichtys sp), Rockot (Sebastes sp), Pescado Blancos, (Caulolatilus sp), de cada una de las muestras fueron tomados datos de peso y tamaño, una vez obtenidos estos, las muestras fueron envueltas en papel aluminio y congeladas hasta su aná-----

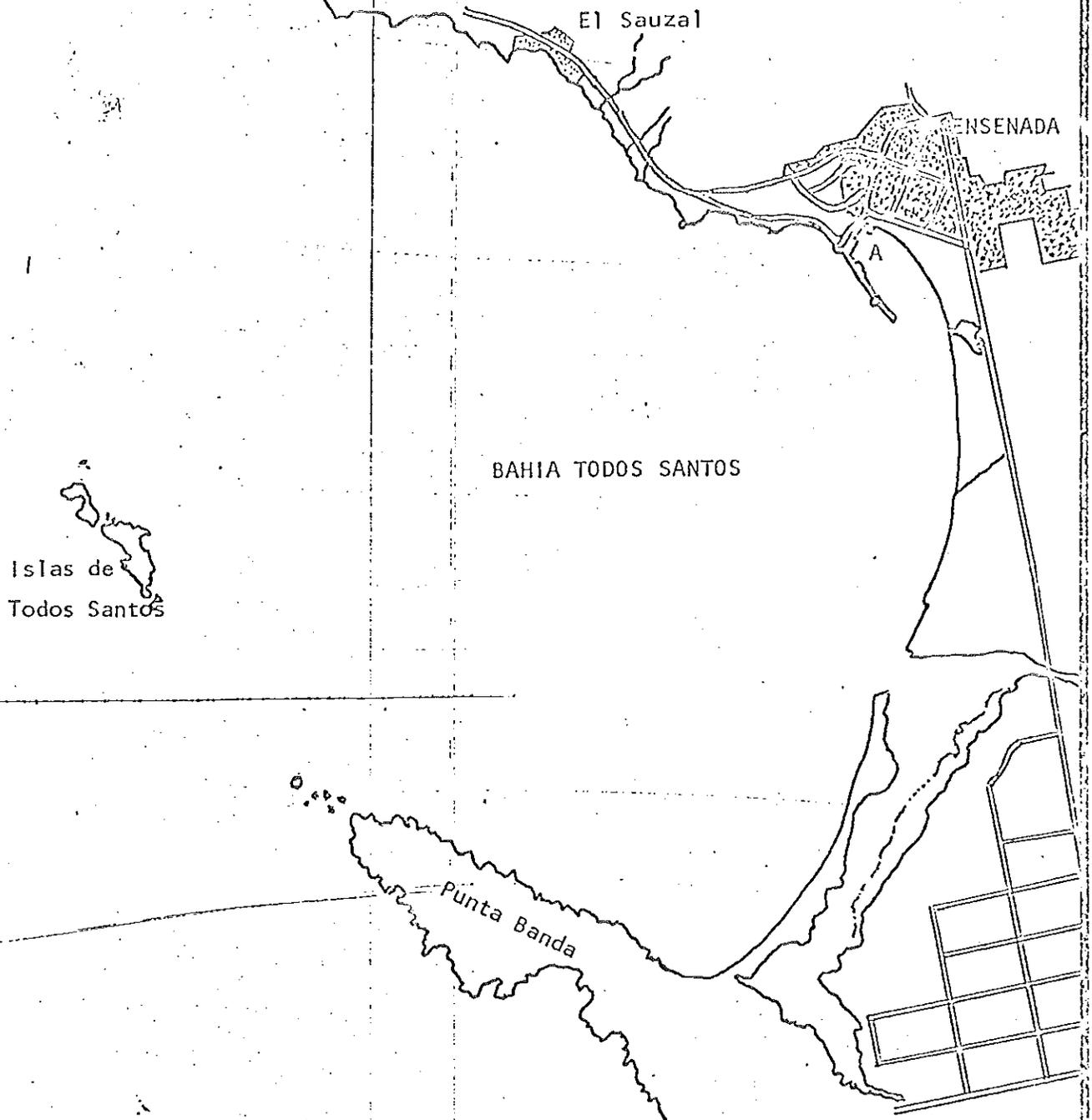


Fig. 1 AREAS DE MUESTREO EN LA BAHIA DE TODOS SANTOS .
A. = Mercado Negro

lisis. Para los análisis cuantitativos y cualitativos de ---
D.D.T. se siguieron los siguientes pasos:

a) PREPARACION DE LAS MUESTRAS PARA ANALISIS

De los animales colectados se obtuvieron muestras de vísceras y tejido muscular, los cuales se llevaron a sequedad (60-65°C) sobre navecillas de papel aluminio. Una vez seca la muestra, éstas fueron molidas con un mortero de porcelana libre de contaminación. Del polvo obtenido se tomó una alícuota de aproximadamente 50 mg. en una pipeta Pasteur previamente empacada con lana de vidrio en uno de sus extremos.

b) EXTRACCION

A la alícuota de la pipeta se le extrajo las grasas más los pesticidas con 5,0 ml de una solución Acetona Hexano, 50-50, recibiendo la solución de lavado en un tubo de ensaye graduada el cual fué concentrado al vacío hasta obtener un volúmen de 0.5 ml.

c) LIMPIEZA DE LA MUESTRA

Para la limpieza de las muestras fueron preparadas - pipetas Pasteur con alimina activada (una por cada muestra), cuidando de que no existiera burbujas de aire para evitar su desactivación y tener una mayor superficie de absorción. A

cada una de las pipetas empleadas se les dió un lavado con -- aproximadamente 3 ml. de Hexano; posteriormente las muestras fueron colocadas en la parte superior y se eluyeron con 3.5 a 5.0 ml. de Hexano. Esto se hizo con el objeto de recuperar - los pesticidas organoclorados y separar las grasas que pudie- ran interferir en el análisis.

La solución de Hexano con pesticidas que se obtuvo, fué concentrada cuidadosamente al vacío y una vez hecho ésto, se diluyeron en 50 micro litros de Iso-Octano antes de inyectar- se con una microjeringa Hamilton al cromatógrafo de gases.

d) \ ANALISIS

Las determinaciones analíticas se llevaron acabo con un cromatógrafo de gases con captura de electrones Hewlett -- Packard modelo 5700 de columna con soporte sólido de 1.5% -- OV-17-19, 5% QF-1 Temperatura del horno 195°, temperatura del detector 200 °C, temperatura de la puerta de inyección 250 °C. Antes de cada análisis se inyectaron los estandares correspon- dientes a la determinación,

e) \ IDENTIFICACION DE LOS HIDROCARBUROS ORGANOCOLORADOS

La identificación de los pesticidas en los cromato- gramas se llevó acabo mediante su comparación de los tiempos de retención (Rt) de los picos de los estandares, con los de - la muestra problema, considerando que ambas muestras fueron - inyectadas al aparato en condiciones similares tales como tem

peratura de la columna, temperatura del detector y flujo del gas de la fase móvil constante.

f). CUANTIFICACION

Para la determinación de las concentraciones del DDT y su metabolito y muestras analizadas se utilizó la siguiente fórmula:

$$X = \frac{A_x}{A_s} \frac{V(\text{total})}{V(\text{Iny})} \frac{M_s}{M_x}$$

En donde:

X = Concentración en ppm

AX = Area del pico de la muestra

AS = Area del pico del standard

V = (total) = volúmen total

V = (Iny) = volúmen inyectado

Ms = Masa del Standard (gr 10^{-9})

Mx = Masa de la alícuota (gr 10^{-3})

III. RESULTADOS

Las concentraciones de DDT total (suma de los metabolitos) y sus metabolitos (DDE y DDD) en las muestras analizadas, se representan en las tablas 1-7 y se expresan en ppm de materia seca. La

tabla 7 representa las concentraciones promedio de DDT total en las muestras analizadas.

En todos los análisis realizados se detectó la presencia de estos compuestos, además de otros tipos de insecticidas orgánicos tales como Aldrin, Dieldrin, Heptacloro epoxico, hexacloro, etc.

Los maximos valores de DDT total se encontraron en las muestras de Lengado (tabla 4) y los mínimos en las muestras de Esmel (tabla 1). Las concentraciones en el hígado de las especies analizadas, tuvieron rangos que fueron desde trazas hasta las 8.5 ppm siendo esta ultima el máximo valor detectado, presentandose en las muestras de Lengado (tabla 4). En el musculo dorsal, el máximo nivel (3.41 ppm) se encontró en las muestras de Esmel (tabla 1) y el mínimo (.01 ppm) en las de Rocod (tabla 5).

La frecuencia o periodicidad con que se presentaron los metabolitos fué la siguiente: En el hígado fué mayor el ppDDE, seguido del ppDDD, opDDE, ppDDT, opDDT y por último el opDDD, de estos las maximas concentraciones correspondieron al ppDDT y ppDDE (6.36, 4.26, 3.83, 3.18, 2.98 ppm respectivamente tabla 4 1 y 6), las mínimas al opDDE y ppDDD (01 ppm; tabla 3, 4 y 5). En el musculo dorsal fué mayor la incidencia del ppDDE seguido del cpDDE, ppDDD, opDDT, ppDDT y opDDD,

TALLA (CM)	PESO (GR)	MUESTRA	D D E		D D D		D D T		DDT TOTAL
			OP	PP	OP	PP	OP	PP	
		*H	.22	4.26	-	.81	-	-	5.29
40.64	600	*M D	1.25	2.11	-	.05	-	-	3.41
		H	-	.06	-	.04	-	-	.10
37.10	400	M D	.03	-	-	-	-	-	.03
		H	-	-	-	-	-	-	-
29.21	175	M D	.02	.20	-	.03	.03	.04	.32
		H	-	-	-	-	-	-	-
24.29	267	M D	.01	.02	-	.01	.03	.04	.11
		H	.07	.03	-	.02	-	.11	.23
30.48	557	M D	-	3.04	.01	-	.01	-	3.06

TABLA 1o. Concentraciones del DDT total y sus metabolitos expresados en ppm de materia seca en muestras de Esmel (Atherinopsis sp)

* HIGADO

* MUSCULO DORSAL

TALLA (CM)	PESO (GR)	MUESTRA	D D E		D D D		D D T		DDT TOTAL
			OP	PP	OP	PP	OP	PP	
		*H	-	.02	-	.02	-	-	.04
24.13	158	*M D	-	1.94	-	-	-	-	1.94
		H	-	.02	-	-	-	-	.02
25.40	251	M D	.04	.46	-	.02	-	-	.52
		H	-	.71	-	-	-	-	.71
25.00	186	M D	.17	-	-	-	-	-	.17
		H	.59	1.02	-	-	-	.07	1.68
24.13	188	M D	-	.06	-	-	-	-	.06
		H	-	.18	-	-	-	-	.18
20.32	179	M D	.01	.40	-	-	.09	-	.50

TABLA No. 2 Concentraciones de DDT total y sus metabolitos expresados en ppm de materia seca en muestras de Berrugata (Menticirrhus sp).

TALLA (CM)	PESO (GR)	MUESTRA	D D E		D D D		D D T		DDT TOTAL
			OP	PP	OP	PP	OP	PP	
24.29	500	* H	.01	1.13	-	.17	-	-	1.31
		* M D	-	.07	-	-	-	-	.07
		H	-	.03	-	-	-	-	.03
33.02	510	M D	-	.66	-	.02	-	-	.68
		H	-	.16	-	-	.44	.20	.80
30.00	238	M D	-	.03	-	-	-	-	.03
		H	-	.26	-	.06	-	.07	.39
21.24	146	M D	-	.05	-	.02	.01	.66	.74
		H	-	.39	-	-	.04	-	.43

TABLA No. 3 Concentraciones de DDT total y sus metabolitos expresados en ppm de materia seca en muestras de Cabrilla (Paralabrax sp)

TALLA (CM)	PESO (GR)	MUESTRA	D D E		D D D		D D T		DDT TOTAL
			OP	PP	OP	PP	OP	PP	
35.86	500	* H	.01	.50	-	.49	-	-	1.00
		* M D	.06	.03	-	-	-	-	.09
		H	.18	2.59	-	.25	-	-	3.02
40.64	600	M D	-	-	-	-	-	-	-
		H	.37	.28	-	-	-	-	.65
24.13	126	M D	.01	.02	-	.07	-	-	.10
		H	.07	.40	-	.23	.28	3.19	4.17
29.05	108	M D	-	-	-	-	-	-	-
		H	.20	1.11	.76	-	.07	6.36	8.5
21.59	160	M D	.02	.10	-	.04	-	.06	.22

TABLA No. 4 Concentraciones de DDT total y sus metabolitos expresados en ppm de materia seca en muestras de Lengüado (Paralichthys sp)

H HIGADO

MD MUSCULO DORSAL

TALLA (CM)	PESO (GR)	MUESTRA	D D E		D D E		D D T		DDT TOTAL
			OP	PP	OP	PP	OP	PP	
		* H	.37	1.90	-	.15	-	-	2.45
29.00	396	* M D	-	.19	-	-	-	-	.19
		H	-	.03	-	-	-	-	.03
22.50	185	M D	.26	.11	-	-	-	-	.37
		H	.08	.16	-	.01	-	-	.25
31.70	400	M D	-	.03	-	-	-	-	.03
		H	-	.16	-	-	-	-	.16
32.40	400	M D	-	.01	-	-	-	-	.01
		H	-	.04	-	.06	-	-	.10
33.00	257	M D	-	1.07	-	.03	-	-	1.10

TABLA No. 5. Concentraciones de DDT total y sus metabolitos expresados en ppm de materia seca en muestras de Rocod (Sebastes sp)

TALLA (CM)	PESO (GR)	MUESTRA	D D E		D D D		D D T		DDT TOTAL
			OP	PP	OP	PP	OP	PP	
		* H	.05	.02		.31	.10	.71	1.19
20.0	273	* M D	.03	.28		-		.29	.60
		H	.03	.10		.22	.15	2.98	3.48
30.48	256	M D	.01	-		-		-	.01
		H	-	.43		.29		3.83	4.55
24.29	236	M D	.11	.02					.13
		H	-	-					
36.86	296	M D	.01	.84					.85
		H	.07	.19		.14	.03	2.44	2.87
35.86	299	M D							

TABLA No. 6. Concentraciones de DDT total y sus metabolitos expresados en ppm de materia seca en muestras de Pescado Blancos (Caulolatilus sp).

* H = HIGADO

* MD = MUSCULO DORSAL

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CONCENTRACION	
		PROMEDIO DE DDT	TOTAL (PFM)
<u>Atherinopsis</u> sp	Esmel	2.44	
<u>Menticirrhus</u> sp	Berrugata	1.39	
<u>Paralabrax</u> sp	Cabrilla	.90	
<u>Paralichthys</u> sp	Lenguado	3.55	
<u>Sebastes</u> sp	Rocod	.93	
<u>Caulolatilus</u> sp	Pescado blanco	2.73	

TABLA 7. Concentraciones promedio de DDT total expresados en - ppm de materia seca en las muestras analizadas.

correspondiendo los máximos valores al pp y opDDE (3.04, 2.11, 1.25 ppm respectivamente; tabla 1) y los mínimos al opDDE, ppDDE, ppDDE, opDDD y opDDT (.01 ppm; tabla 1, 2, 3, 4, 5, y 6).

En cuanto a las concentraciones promedio de DDT total, la muestra que mostró la mayor concentración fue la del Lenguado (3.55 ppm) y la mínima se detectó en las muestras de Cabrilla (.90 ppm).

IV DISCUSION

Deith y Hunt (1966) citados por Odum et al (1969) reportan en un área de las costas de California, que las concentraciones medias de DDT y sus metabolitos fueron de .62 ppb en agua, 4.44 ppm en sedimentos y 14.7 ppm en materia particulada.

Lo anterior puede tener una relación con las concentraciones detectadas en las muestras de Lenguado, debido por un lado, a los hábitos de este organismo, ya que la mayor parte del tiempo tiene un contacto directo con el fondo y por otro, dada la baja solubilidad del DDT en el agua, lo que ocasiona que este al contacto del medio ambiente marino tienda a precipitarse, siendo captada por los organismos de los diferentes niveles tróficos, la materia particulada, la cual se precipita, o bien sea sedimentado.

En estudios realizados en núcleos de sedimentos a distin-

tas profundidades, así como en organismos (lenguado, cangrejo) en diferentes áreas al sur de California, se detectaron concentraciones elevadas de DDT total en las primeras capas de sedimentos, al igual que en las muestras de lenguado, no así en las de cangrejo (Young comunicación personal).

De acuerdo a O'Brian (1967) el DDT tiende a acumularse en los tejidos grasos de los organismos, lo que explica la presencia de valores elevados en el hígado de las especies analizadas.

De los Metabolitos del DDT (DDE y DDD) encontrando en los organismos estudiados, el que presenta mayor incidencia fué el ppDDE, tanto en el hígado como en el músculo. De acuerdo a Hayes (1965), Stickel et al (1966), el DDE es un metabolito particular del DDT que tiende a acumularse en los vertebrados debido aparentemente a que es excretado mas lentamente que el TDE (DDD). Sin embargo, en el salmón y otras especies de peces si absorven al DET en pequeñas dosis pueden almacenar algo de DDE, mientras que la eliminación del TDE es casi tan rápida como es producida, Allison et al (1963, 1964).

En cuanto a las posibles fuentes de contaminación de este tipo de compuestos en la bahía de Todos Santos, estas pueden ser de dos tipos, directa o indirecta. La contaminación directa, es la generada dentro de la Bahía y proviene principalmente

de los campos agrícolas aledaños a esta y la indirecta es --- originada fuera de la Bahía y es transportada a ella a través de la corriente de California, corrientes de deriva costera - mediante el aporte eólico.

Para el presente caso, la presencia del DDT en los especímenes estudiados, pueden tener su origen principalmente en el tipo de fuentes indirectas, debido a que el uso de este compuesto en México está prohibido, y las áreas de cultivo -- cercanas a la Bahía no son muy extensas. Además de que en -- área de los Angeles California (E.U.A.) se encuentra localiza da una de las principales plantas productoras de este compues to, misma que arroja cantidades elevadas de DDT al medio am-- biente marino.

Aunque las concentraciones de DDT encontrado en los orga nismos analizados (excepto en una de las muestras), no exce-- den las máximas consideradas como perjudiciales para el consu mo humano establecido por la Food and Drugs Administration -- (5ppm) se ha observado que concentraciones bajas de pestici-- das en periodos de exposición largos puede causar efectos se-- rios en el desarrollo de los organismos, sobre todo en esta-- dios larvarios. Esto puede repercutir seriamente sobre la -- ecología del lugar, afectando consecuentemente la economía de la región.

V CONCLUSIONES

1. Es manifiesta la presencia de los compuestos organos clorados en todas las especies analizadas.
2. Las concentraciones encontradas no representan ningún peligro para el consumo humano, ya que de acuerdo a la FDA los valores se encuentran abajo del nivel establecido.
3. Las mayores concentraciones se detectaron en las víceras, lo que indica que estos son los principales organos de -- acumulación de estos compuestos.
4. No se detectó ninguna relación entre el tamaño y peso con tra concentración por especie analizada.
5. El metabolito que presente mayor persistencia que el ppDDE.

VI. RECOMENDACIONES

Es necesario realizar estudios mas sistematicos, que nos permi tan establecer las fuentes, variaciones en los niveles de estos contaminantes, en periodos determinados, efectos en los organismos y posibles riesgos en la salud humana, como resultado del consumo de estos productos.

Para ellos es recomendable el tomar organismos que por -

sus características nos sirvan como indicadores (mejillón, ostión, etc.), establecer una red de estaciones en las cuales principalmente se tomen continuamente muestras de sedimentos, ya que a través de estos se puede tener una idea de la acumulación de estos compuestos a través del tiempo.

Con la ejecución de lo anterior se puede ir teniendo - criterios que permitan establecer las bases para una regulación de la contaminación acorde a nuestras necesidades.

VII BIBLIOGRAFIA

- ALLISON, D.B.J., Kallaman O.B., Cope y C.C. Van Valin (1963)
Insecticides: efectos on cutthroat trout of
repeated exposure to DDT Science 142 pp 958-
961.
- ALLISON, D.B.J., Kallaman O.B., Cope y C.C. Van Valin (1964)
Some chronic effects of DDT on cutthroat trout
U.S. Bur. Sport Fish Wildlife, Res. Rept No.
64-30
- BERDEGUE, A.J., (1956)
Peces de importancia comercial en la costa No-
roccidental de México, México, D.F. Secretaría
de Marina, Dirección General de Pesca.
- BLAS, I., (1961), Química de los Insecticidas.- Colección Cientí-
fica y Tecnológica Editorial Aguilar.
- BUTLER, P.A. (1971)
Influence of pesticides on marina ecosystems, Proc.
Roy. Soc. Lond B. 177 pp 321-329.
- GUENZI, W.D., Beard, W.E. (1967)
Anaerobic Biodegradation of DDT to DDD in joil
Science vol 156 pp 1116-1117
- CALABRESE A., (1972)
How some pollutants affect embryos and larvae of american
oyster and Hard-shell clam. Marine Fisheries Review 34 pp
66-77.
- COX, J.L. (1970)
DDT Residues in Marine Phytoplankton: Increase
from 1959 a 1969. Science vol 170 pp 71-73.
- COX, J.L. (1971)
DDT Residues in seawater and particulate matter
in the California current system. Fisheries bulletin
69; pp 443-450.

- HAYES, W. J. Jr. (1965)
Review of the metabolism of chlorinated hydrocarbon insecticides especially in mammals. *Ann Rev Pharmacol* 5; pp 27-52.
- LEON MEDELLIN RAUL (1945)
2,2 (bis) paraclorofenil 1-1-1 tricoloro etano DDT
Tesis profesional
Imp. Aztecas.
- MALONE C. THOMAS (1970)
In vitro conversion of DDT to DDD by the Intestinal Microflora of the Norhtern Anchovy Engraulix mordax
Nature vol. 227, No. 5260, pp 848-849.
- MELNIKOV, N.N. (1971)
Chemistry of pesticides, Edif.-Springer-verlåg
pp. 67-77
- NICHOLSON H.P. (1967)
Pesticides Pollution Control Science, vol. 158.
- Mc GREGOR (1972)
Changes in the amount and proportions of DDT and its metabolites, DDE and DDD in the Marine environment of southern California 1949-72. *Fishery Bulletin* 72 (2) pp 275-293.
- ODUN W. E., G.M. WODWELL., C.F. Wurster (1969).
DDT Residues absorbed from organic detritus by fiddler crabs-*Science* vol. 164 pp 576-577.
- O'BRIAN R.D. (1967).
Insecticides Action and metabolism. Academic Press pp 108-132.
- STROBBE A. MAURICE (1971)
Under standing environmetal pollution the C.Y. Mosby Company.

STICKEL LUCILLE F., W.H. STICKEL Y R. CHRISTENSEN (1966)
Residues of DDT in brains and bodies of birds
that died on dosare and in survivivors Science
151
pp 1549-1551

WOODWELL M.G., PAUL P. CRAIG; y HORTON A JOHNSON
DDT in the Biosphere: Where does it go? Science
vol. 174 pp 1101-1107.

WORSTER CH-F (1968)
DDT reduces photosynthesis by marine phito-
plankton. Science 159, pp 1474-1475.