

ESTUDIO DE LA CONTAMINACION POR COMPUESTOS ORGANOCOLORADOS EN LA COSTA PACIFICA COLOMBIANA

Robinson Fidel Casanova Rosero
Químico CCCP

RESUMEN

Se presentan y evalúan los resultados obtenidos en los estudios realizados en los años 1992 y 1993; el fin principal de dicho estudio fue detectar la presencia de compuestos organoclorados en biota y sedimentos marinos en diferentes regiones de la costa pacífica colombiana; allí se detectaron DDTs, ALDRIN, ENDRIN, HEPTACLORO, y DIELDRIN.

El procedimiento analítico consiste de tres fases: Extracción, Limpieza y Análisis a través de Cromatografía de gases, con detección de captura electrónica.

Los niveles de organoclorados en biota son alto; el rango de sus concentraciones es el siguiente: Suma DDTs desde niveles no detectados hasta 566.5 ng/gr; Aldrin, desde niveles no detectados hasta 3.22 ng/gr; Heptacloro, desde niveles no detectados hasta 3.2 ng/gr; Lindano, desde niveles no detectados hasta 1.86 ng/gr y valores más pequeños para estos compuestos en sedimentos fueron identificados, concentraciones de la suma de DDTs en el rango desde los niveles no detectados hasta 147.16 ng/gr.

A BSTRACT

The results obtained in some pollution studies carried out in 1992 and 1993, are shown and evaluated. The main purpose of this survey was to detect the presence of organochlorine compounds in marine sediments and biota in different regions of the Colombian Pacific coast. Finally could detect DDTs, ALDRIN, ENDRIN, HEPTACHLOR and DIELDRIN.

The analytical procedure consists of 3 phases, i.e., Extraction, Clean up and Analysis through Capillary Gas Chromatography with electron capture detection.

The levels of organochlorines in biota, are high; concentration ranges were as follows: Sum of DDTs, from not detected to 566.5 ng/gr; Aldrin, from not detected to 3.22 ng/gr; Heptachlor, from not detected to 3.2 ng/gr; Lindane from not detected to 1.86 ng/gr and smaller values for these compounds in sediments were detected; DDTs concentrations range from not detected levels to 147.16 ng/gr.

I NTRODUCCION

Los compuestos organoclorados son materia de estudio en todo el mundo, siendo monitoreados continuamente debido a su alta toxicidad para la vida humana, animal y vegetal. El hombre desde hace mucho tiempo ha tenido que afrontar un control contra plagas e insectos que compiten con su medio de supervivencia, haciéndose imprescindible el uso de plaguicidas, los cuales en épocas pasadas se emplearon en forma indiscriminada y el problema más grave radica en que se usó una de las clases de pesticidas más persistentes a su degradación como son los pesticidas organoclorados.

La principal fuente de compuestos organoclorados que llega al medio marino, son las aguas de escorrentías que han bañado zonas de cultivo y zonas donde se han aplicado este tipo de sustancias; y, en el Pacífico colombiano los procesos de inmunización de maderas, control de plagas e insectos portadores de enfermedades tropicales, principalmente la malaria.

Los compuestos organoclorados debido a su baja solubilidad y tendencia para asociarse con partículas en suspensión

llegan por precipitación a acumularse en sedimentos. Los bivalvos seleccionados para este estudio presentan una serie de atributos tales como: abundan en el área de estudio; se encuentran en poblaciones estables que pueden ser muestreadas repetidamente, su tamaño es razonable, dando una cantidad adecuada de tejido para el análisis, permitiendo así catalogar los niveles de contaminación en la región.

Los bivalvos se ven gravemente afectados por la contaminación de compuestos organo-clorados en agua y sedimento, al alimentarse por filtración de la misma debido a que acumulan los contaminantes disueltos en el agua. Los bivalvos y otros organismos filtradores asimilan los contaminantes disueltos en el agua en pequeñísimas cantidades, que acumulan en sus tejidos en concentraciones que superan miles de veces (Farrington, 1983).

Los organismos que se alimentan de estos bivalvos, biomagnifican el problema, que pueden afectar directamente el sistema nervioso central y provocar la muerte de especies superiores como peces y aves (Goldberg, 1976)

A pesar de que en nuestro país se ha prohibido la importación y uso de algunos organoclorados, tales como el **DDT** y sus **metabolitos**, **ALDRIN**, **ENDRIN**, **HEXACLORURO DE BENCENO**, **LINDANO** y otros, se han detectado concentraciones de estos debido a su baja

degradabilidad ya sea por factores ambientales o biológicos.

Los objetivos de este estudio fueron:

● *Determinar las concentraciones de pesticidas organoclorados en la Costa Pacífica Colombiana, muestreando bivalvos y sedimentos en zonas consideradas críticas por su densidad poblacional, aprovechamiento de recursos naturales y desarrollo socioeconómico.*

● *Obtener información cuantitativa con un alto grado de confiabilidad de compuestos organoclorados en organismos indicadores de este tipo de contaminación, fundamentalmente aquellos de consumo humano, en estaciones ubicadas en Tumaco, Satinga, Guapi y Buenaventura.*

A REA DE ESTUDIO

Para el presente estudio se recolectaron muestras de organismos y sedimentos marinos en trece estaciones seleccionadas a lo largo de la costa pacífica colombiana,

cuatro zonas: la Ensenada de Tumaco, Bahía de Guapi, Bahía de Satinga y Bahía de Buenaventura durante cinco muestreos realizados en los años 1992 y 1993, los cuales son ilustrados en la figura No. 1.

M ETODOLOGIA

La técnica aplicada en este estudio es la utilizada por organismos internacionales como: UNEP-FAO-IAEA. Que comprende principalmente tres etapas: Extracción, Limpieza y Cuantificación, a través de cromatografía de gases (CG).

Hidrocarburos clorados (HC), como son: Gamma-hexacloro-ciclohexano (G-HCH) o Lindano; Hexacloruro de Benceno (HCB); estandar interno 2,4,5-triclorobifenilo (2,4,5 -TCB); Heptacloro; Alfa- hexacloro-ciclohexano (A-HCH); 1,1,1-tricloro-2,2-bis (p-clorofenil) etano (p,p'-DDT); 1,1-dicloro- 2,2-bis (p-clorofenil) etano (p,p'-DDD) y 1,1-dicloro-2,2-bis (p-clorofenil) eteno (p,p'-DDE); aldrín, endrín, dieldrín, endosulfan I y metoxicloro, fueron adquiridos de la Agencia Internacional de Energía Atómica (IAEA).

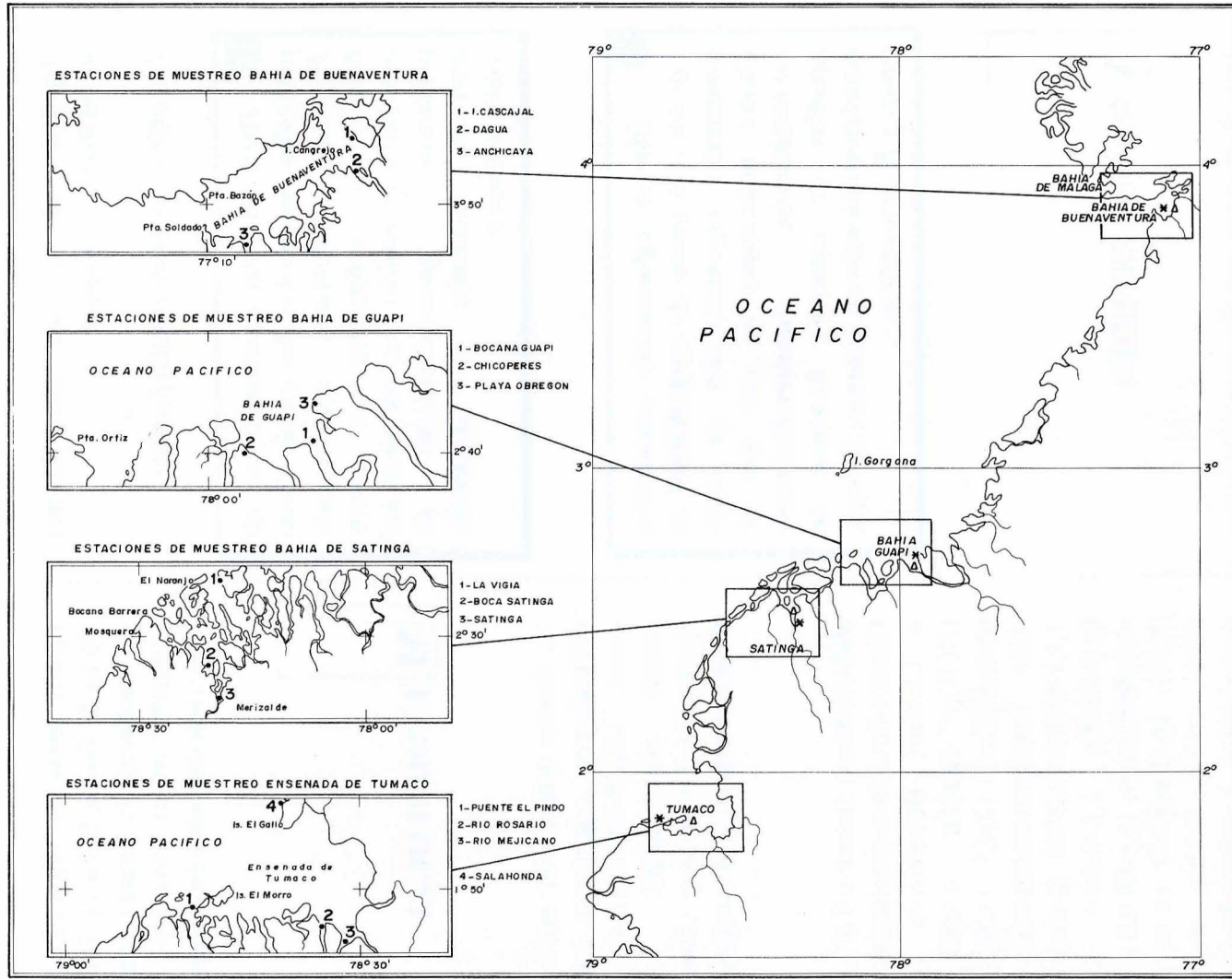


Figura 1
Area de estudio

RESULTADOS Y DISCUSION

El presente estudio trata la determinación y cuantificación de 12 compuestos organoclorados, en cinco muestreos realizados durante los meses de mayo, agosto y noviembre de 1992, mayo y septiembre de 1993 cuyas concentraciones con base al peso seco, se reportan en las tablas desde la 1 hasta la 10.

Los niveles para el **P,P'-DDT** en bivalvos llegan hasta 85.40 ng/gr (tabla No.1), en la estación de la desembocadura del río Dagua, ubicada en la zona de Buenaventura, detectada en el primer muestreo, realizado en el mes de mayo de 1992; en esta misma zona encontramos la estación de Anchicayá, donde se encontró un valor de 81.54 ng/gr (tabla No.2), durante el mismo muestreo, siguiendo por el mismo orden, la estación de Bocana Guapi con una concentración de 80.51 ng/gr (tabla No. 3); estas fueron las concentraciones más altas encontradas durante ese año. Para el año siguiente, el valor más alto alcanzado fue de 55.26 ng/gr (tabla No. 4), correspondiente a la estación del río Rosario, seguido de 33.15 ng/gr (tabla No.5) de la estación río Mexicano, estaciones ubicadas en la ensenada de Tumaco. Todos los valores reportados para el **P,P'- DDT**, se encuentran por debajo de los niveles

exigidos por la FDA de los EUA. que corresponde a 5000 ng/gr.

Para el organoclorado, **p,p'-DDD** en bivalvos la concentración más alta obtenida fue en la estación Cascajal, ubicada en el área de Buenaventura, con 117.82 ng/gr (tabla No.6), durante el primer muestreo de 1992, siguiendo la estación Bocana Guapi con un valor de 57.30 ng/gr (tabla No.3), registrada en el tercer muestreo, del mismo año.

Para el año siguiente se detectaron concentraciones mucho más altas, por ejemplo en la estación río Rosario se encontró un valor de 205.55 ng/gr (tabla No.4), perteneciente al segundo muestreo, también en la estación Puente el Pindo se registró una concentración de 154.30 ng/gr (tabla No.7), ubicadas en la ensenada de Tumaco. Estos dos últimos valores son las concentraciones más altas encontradas entre todas las estaciones; en organismos el **p,p'-DDD** puede ser metabolizado al ácido correspondiente (ácido **p,p'-diclorodifenil acético**) el cual es excretable con la orina.

Con respecto a las concentraciones del **p,p'-DDE**, generalmente en la mayoría de las estaciones donde fue detectado, son más altas con respecto al **p,p'-DDD** como al **p,p'-DDT**, debido a que este compuesto es el metabolito final de estos dos últimos organoclorados. Para organismos la concentración más alta alcanzada fue de

Estudio de la contaminación por compuestos organoclorados en la costa pacífica colombiana

COMPUESTOS	Bi.P.M	Bi.S.M	Bi.T.M	Bi.C.M.	Bi.Q.M	Se.P.M	Se.S.M	Se.T.M	Se.C.M.	Se.Q.M.
P.P DDT	85.4	10.13	22.83	12.01	24.88	4.3	2.15	4.77	5.74	21.57
P.P DDE				247.17	217.41	12.24	0.3	12.37	30.92	71.62
P.P DDD	13.98	4.46	9.9	15.05	26.65	1.86	1.2	1.39	37.22	3.24
HEPTACLOR				3.2						
ALDRIN				3.22						
DIELDRIN										0.22
ENDRIN									3.22	0.66
LINDANO					0.88			0.3		0.12
HCB			0.35							
SUM. DDTs	99.38	14.59	32.73	274.23	269.94	18.4	3.65	18.53	73.88	96.43

*Tabla 1
Estación Dagua*

COMPUESTOS	Bi.P.M	Bi.S.M	Bi.T.M	Bi.C.M	Bi.Q.M	Se.P.M	Se.S.M	Se.T.M	Se.C.M.	Se.Q.M.
P.P DDT	81.54	18.4		23.13	11.27			10.65	2.62	5.06
P.P DDE		51.39	27.09	42.04	39.69		15.75		93.08	
P.P DDD	9.9	6.69		10.57	1.54			11.16	0.48	1.69
HEPTACLOR							15.98			
LINDANO								0.75		
DIELDRIN								1.5		
ENDRIN								0.63		
SUM. DDTs	90.44	76.48	27.09	75.74	52.5		15.75	21.81	96.18	6.75

*Tabla 2
Estación Anchicayá*

COMPUESTOS	Bi.P.M.	Bi.S.M.	Bi.T.M.	Bi.C.M.	Bi.Q.M.	Se.P.M.	Se.S.M.	Se.T.M.	Se.C.M.	Se.Q.M.
P.P. DDT	80.51	19.3	55.06	15.07	8.83	10.35	14.4	2.37	10.58	2.88
P.P. DDE		86.17	197.52	52.25	68.87	19.91	7.98	18.91	12.39	5.96
P.P. DDD	20.14	4.07		9.41	15.07	7.03	26.85	3.86	7.38	2.55
HEPTACLOR				0.38			14.5			4.78
ALDRIN								3.92	0.5	3.3
LINDANO				1.86						0.21
SUM. DDTS	100.65	109.54	252.58	76.73	92.77	31.19	49.23	25.14	30.35	11.39

Tabla 3
Estación Bocana Guapi

COMPUESTOS	Bi.P.M.	Bi.S.M.	Bi.T.M.	Bi.C.M.	Bi.Q.M.	Se.P.M.	Se.S.M.	Se.T.M.	Se.C.M.	Se.Q.M.
P.P. DDE	11.99		31.85	55.26	5.8	3.96	1.68	4.28	12.39	2.57
P.P. DDE	6.7		0.68	305.69	36.36	17.0	9.96	43.11	45.81	3.33
P.P. DDD	17.98		4.07	205.55	5.13	4.77	1.04	3.14	2.66	0.46
HEPTACLOR	0.52			1.36			3.34		2.22	6.48
ALDRIN			1.35	1.52			2.84			7.58
DIELDRIN						1.29		0.61		0.53
ENDRIN										1.54
LINDANO				0.74						
HCB									0.23	7.17
ENDOSULFA										0.82
SUM. DDTS	36.67		36.6	566.5	47.29	25.79	12.68	50.53	60.86	6.36

Tabla 4
Estación Rosario

Estudio de la contaminación por compuestos organoclorados en la costa pacífica colombiana

COMPUESTO	Bl.P.M	Bl.S.M	Bl.T.M	Bl.C.M	Bl.Q.M	Se.P.M	Se.S.M	Se.T.M	Se.C.M	Se.Q.M
P.P DDT	18.76	19.3	73.06	33.15	14.21	2.79	2.72	5.69		0.35
P.P DDE	88.1	48		248.9	50.26	26.72	14.61	1.65		7.3
P.P DDD	8.58	7.65	22.3	11.26	13.91	2.67	5.58			
HEPTACLOR							25.12			0.56
ALDRIN	2.11				0.67					1.03
ENDRIN										0.63
LINDANO					1.11					
DIELDRIN										0.36
SUM. DDTs	115.44	74.95	95.36	293.31	78.38	32.18	22.91	7.34		7.65

*Tabla 5
Estación Rio Mexicano*

COMPUESTO	Bl.P.M	Bl.S.M	Bl.T.M	Bl.C.M	Bl.Q.M	Se.P.M	Se.T.M	Se.C.M	Se.Q.M
P.P DDT	50.83	11.95		15.71	5.35	7.93	2.07	16.27	34.11
P.P DDE	212.93	34.63	2.26	90.63	16.53	15.95	10.74		71.06
P.P DDD	117.82	22.08		27.17	9.62	5.84	3.02	13.81	5.91
HEPTACLOR		0.72					7.37		
ALDRIN	1.09						8.97	4.15	
DIELDRIN								1.35	
SUM. DDTs	381.58	68.66	2.26	135.51	31.5	29.72	17.83	30.08	111.08

*Tabla 6
Estación Cascajal*

COMPUESTOS	Bi.F.M	Bi.S.M	Bi.T.M	Bi.C.M	Bi.Q.M	Se.P.M	Se.S.M	Se.T.M	Se.C.M	Se.Q.M
P.P DDT	26.31	48.94	48.66	11.39	16.38	11.39	3.11	4.99	4.99	2.34
P.P DDE	43.1			35.35	183.07	38.76	14.29	3.59		1.63
P.P DDD	47.2		6.98	7.03	154.3	31.19	31.18	12.64		3.19
HEPTACLOR	0.7					21.94	19.84	34.61		
ALDRIN								61.86		
DIELDRIN										1.34
ENDRIN										0.85
SUM. DDTs	116.61	48.94	55.64	53.77	353.75	50.15	48.58	21.22		7.16

Tabla 7
Estación Puente el Pindo

305.69 ng/gr (tabla No 4.), en la estación río Rosario, ubicada en la ensenada de Tumaco, durante el primer muestreo de 1993, seguida por la estación río Mexicano con 248.9 ng/gr (tabla No.5), durante este mismo muestreo; el nivel de acción exigido para este pesticida (p,p'-DDE), por la FDA de los EUA. es de 5000 ng/gr, por lo tanto las cantidades reportadas a través de este estudio se hallan por debajo de la norma.

Finalmente, comparando las concentraciones promedios de la suma de DDTs en bivalvos para los dos años, en las cuatro zonas de estudio, se tiene que el valor más alto lo presentó la zona de Tumaco con un promedio de 121.28 ng/gr (tabla No.8), siguiendo en su orden Buenaventura con 113.77 ng/gr, Guapi con 87.28 ng/gr y Satinga 73.61 ng/gr.

Para este tipo de compuestos según Lang and Morgan, (1990), hay un nivel de acción de 350 ng/gr con base en el peso seco que puede producir posibles efectos biológicos.

La concentración promedio más alta para sedimentos, durante los dos años de estudio, lo presentó la zona de Buenaventura con un valor de 40.59 ng/gr, siguiendo en su orden la zona de Satinga con 29.32 ng/gr; Tumaco con 19.99 ng/gr y finalmente Guapi con 19.24 ng/gr, todos estos valores son reportados en la tabla No 8. Las concentraciones encontradas para aldrín y heptacloro en bivalvos, tampoco exceden los niveles máximos de residuos para organismos acuáticos que corresponden a 100 ppb, y 300 ppb respectivamente (Office of the National Environmental Board, 1989).

ZONA	SEDIMENTOS/ng/n			BIVALVOS/ng/n		
	1992	1993	PROM	1992	1993	PROM
TUMACO	26.45	13.52	19.99	56.79	185.76	121.28
SATINGA	26.6	32.04	29.32	86.27	60.94	73.61
GUAPI	22.77	15.7	19.24	81.29	93.26	87.28
B/TURA	17.09	64.09	40.59	88.13	139.41	113.77

Tabla 8
Concentración Promediada de DDT'S

Los resultados expuestos en las tablas 1 - 13, indican que los bivalvos analizados han acumulado pesticidas; sin embargo tales concentraciones encontradas en la costa pacífica colombiana, no implican que esta especie *Anadara Tuberculosa*, no sea apta para el consumo humano, ya que los residuos de pesticidas organoclorados no exceden los límites máximos permitidos de residuos para estos organismos acuáticos.

La concentración promedio de DDTs en sedimentos para las cuatro áreas de estudio, permanecen constantes, por lo que su variación no fue notoria debido a la alta persistencia en el medio de estos compuestos.

En los bivalvos, su acumulación depende de las características relacionadas con los individuos, como son época del año,

estado de reproducción, madurez sexual, etc (Farington, 1983), por lo cual no se observó una tendencia a través de los cinco muestreos. Según estudios de la Universidad de Concepción de Chile, en el año de 1988 (Gutierrez, 1989), se detectaron concentraciones en sedimentos marinos de varios pesticidas, en las costas de ese país cuyos rangos son los siguientes: lindano 0.19 - 16.0 ppb, aldrín 0.13 - 2.1 ppb, DDE 0.18 - 0.21 ppb, DDT 0.002 - 0.04 ppb, estos valores comparados con los obtenidos en nuestro estudio son relativamente muy pequeños.

También en la costa pacífica panameña para el año de 1985, se registraron endrín y lindano cuyas concentraciones alcanzaron valores de 160 y 90 ppb respectivamente, el valor más alto obtenido para el endrín en nuestro estudio fue de 3.62 ppb (tabla No.9), detectado en el quinto muestreo, en

COMPUESTOS	Bi.P.M	Bi.S.M	Bi.T.M	Bi.C.M	Bi.Q.M	Se.P.M	Se.S.M	Se.T.M	Se.C.M	Se.Q.M
P.P. DDT	9.26	1.66		8.09	8.11	1.34	1.86	21.4	4.09	37.89
P.P. DDE		30.57		93.25	29.7	43.85	6.15	12.37		89.94
P.P. DDD	6.72	12.15		2.47	3.94	2.9		9.61	3.27	19.33
HEPTACLOR				0.34						
ALDRIN								3.03		2.22
DIELDRIN								4.05		6.53
ENDRIN								3.03		3.62
LINDANO				1.65				0.67		
ENDOS ULFA								0.73		
METOXICLOR								5.8		
SUM. DDTS	15.98	44.38		103.81	41.75	48.09	8.01	43.38	7.36	147.16

Tabla 9
Estación Satinga

COMPUESTO	Bi.P.M	Bi.S.M	Bi.T.M	Bi.C.M	Bi.Q.M	Se.P.M	Se.S.M	Se.T.M	Se.C.M	Se.Q.M
P.P. DDT	16.06	20.39	20.66		13.25	4	12	0.9		2.9
P.P. DDE	25.03	1	33.25		46.11	2	6.9	9.5		4.26
P.P. DDD	3.2	12.88	3.7		9.91		1.2			0.62
HEPTACLOR							2.3			1.75
ALDRIN							0.6			
DIELDRIN										
ENDRIN										
LINDANO					0.97					1.08
HCB										18.82
SUM. DDTS	44.29	34.27	57.61		69.27	6	9.3	10.4		7.78

Tabla 10
Estación Chicoperes

la estación Satinga y para el lindano fue de 1.08 ppb (tabla No.10), correspondiente a la estación Chicoperes; como se analiza, estos valores son relativamente bajos comparados con los obtenidos en ese país.

Se ha utilizado este sistema comparativo de resultados debido a que en nuestro país el estudio concerniente en el campo de los pesticidas es parcial.

C ONCLUSIONES

Los residuos de pesticidas organoclorados detectados en los bivalvos no exceden los límites máximos permitidos para organismos acuáticos.

Las concentraciones promedio de **DDTs** (**DDT** y sus residuos), en sedimentos para las cuatro áreas de estudio en los dos años monitoreados permanecen constantes.

ABREVIATURAS	
Bi.P.M	Bivalvos Primer Muestreo
Bi.S.M	Bivalvos Segundo Muestreo
Bi.T.M	Bivalvos Tercer Muestreo
Bi.C.M	Bivalvos Cuarto Muestreo
Bi.Q.M	Bivalvos Quinto Muestreo
PROM	Promedio
Se.P.M	Sedimentos Primer Muestreo
Se.S.M	Sedimentos Segundo Muestreo
Se.T.M	Sedimentos Tercer Muestreo
Se.C.M	Sedimentos Cuarto Muestreo
Se.Q.M	Sedimentos Quinto Muestreo

BIBLIOGRAFIA

FARRINGTON J. W. *Bivalves as Sentinels of Coastal Chemical Pollution: The MUssel Watch, Oceans, 26(2):18-29, 1983*

GOLDBERG, E. *The "Mussel Watch" a First step in Global Marine Monitoring, Mar. Poll. Bull., 6:111*

GUTIERREZ, F. *Comisión Permanente del Pacífico Sur, Diagnóstico de la Contaminación Marina en el Pacífico Sudeste por metales pesados, pesticidas y eutroficación, Bogotá-Colombia, agosto de 1989, 3 p.*

LONG E. and MORGAN G. *The potential for biological effects of Sediment-Sorbed Contaminants tested in the National Status and Trends Program. 1990, NOAA Technical Memorandum NOS OMA 52. NOAA Office of Oceanography and Marine Assessment, Ocean ASSESSments Division, Seattle, WA. 1973 p and Appendices.*

LONGANATHAN G. and KANNAN K, *Time Perspectives of Organochlorine Contamination in the Global Environment, Marine Pollution bulletin, , vol 22, No. 12, december 1991, p 582.*

MURRAY A. and FABRIS J, *Trace metals, Organochlorines and Hydrocarbons in Port Phillip Bay, Victoria, Australia, Marine Pollution Bulletin, Vol 25, No. 8, 1992, p 200.*

MUSSEL WATCH, *recent trends in coastal environmental quality.*
1992

OFFICE OF THE NATIONAL ENVIRONMENTAL BOARD,
1989, *En: Hironaka H. and Onodera S, Organochlorine Pesticide
Residues in Green Mussel from the Gulf of Thailand, Marine Pollution
Bulletin, Vol 22, No. 10, October 1991, p 510.*

PRATS D. and RUIZ F, *Polychlorinated Bipheyls and Organochlorine
Pesticides in Marine Sediments and Seawater along the Coast Alicante,
Spain, Marine Pollution Bulletin, , Vol 24, No. 9, September 1992, p
441.*