



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

NIVELES DE DDT Y SUS METABOLITOS EN ALMEJA
Protothaca grata (SAY, 1831) DE BAHIA DE LOS ANGELES



T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
OCEANOLOGO
PRESENTA

FELIPE DE JESUS GARCIA DE LA RIVA

ENSENADA, B.C. MAYO DE 1989

RESUMEN

La medición de los niveles de DDT y sus metabolitos en Bahía de los Angeles se hizo empleando a la almeja Protothaca grata durante un período de tres años (1986, 1987 y 1988) en la época de verano, se utilizó también muestras de Modiolus capax y Escalopa como referencias de niveles de DDT en la bahía.

Se cuantificó lípidos totales, porcentaje de humedad y características biométricas de los organismos. Se efectuó un análisis para determinar el número mínimo de muestra, siendo el óptimo una muestra integrada por 20 organismos.

Los niveles de DDT detectados se presentan en ng/gr peso seco, siendo en 1986 de 3.41, para 1987 de 2.41 y en 1988 de 0.72 mostrando una visible tendencia a la degradación.

El metabolito más abundante lo fue el DDE con una razón con respecto al DDT total del 33% al 100% de 1986 a 1988, detectándose recientes aplicaciones de DDT con una razón respecto al DDT total de 67% en 1986 y 66% en 1987.

El DDT presente no es dañino para el medio ambiente y por consecuencia tampoco para la alimentación humana al consumir esta variedad de almeja en Bahía de los Angeles.

NIVELES DE DDT Y SUS METABOLITOS EN ALMEJA

PROTOTHACA GRATA (SAY, 1831) DE BAHIA

DE LOS ANGELES

T E S I S

QUE PRESENTA

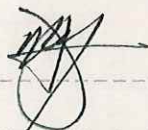
Felipe de Jesús García de la Riva

APROBADA POR:



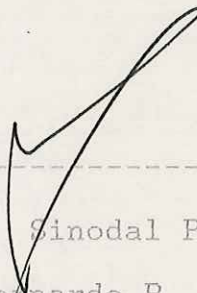
Presidente del Jurado

M.C. Manuel Salvador Galindo Bect



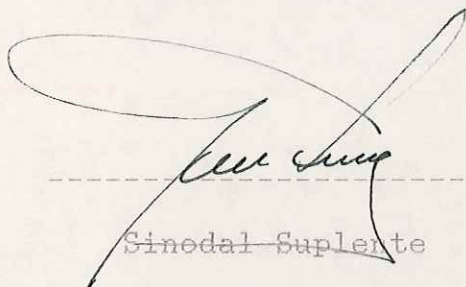
Sinodal Propietario

Oc. Héctor Bustos Serrano



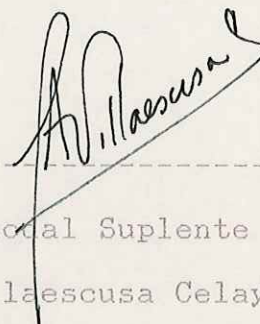
Sinodal Propietario

Oc. Bernardo P. Flores Báez



Sinodal Suplente

Oc. Carlos E. Suárez Vidal



Sinodal Suplente

Oc. Julio A. Villaescusa Celaya

SIGUE ADELANTE , NO TE DETENGAS

SIGUE ADELANTE, SIN TEMOR A LOS ARBUSTOS NI

A LAS PIEDRAS CORTANTES DEL CAMINO DE LA VIDA

GIBRAN JALIL GIBRAN

DEDICATORIAS

A DIOS:

Por todos sus favores y oportunidades.

A MIS PADRES:

DR. FELIPE GARCIA GONZALEZ

SRA. ABIGAIL DE LA RIVA DE GARCIA

Por haber hecho posibles todos mis estudios entregarme parte de sus vidas y ser unos padres ejemplares.

A MIS SEGUNDOS PADRES:

PROF. IGNACIO GONZALEZ JIMENEZ

SRA. LUCIA GARCIA DE GONZALEZ

Por todo su apoyo y ayuda durante mi estancia en esta ciudad de Ensenada.

A LA MADRE:

SOR EUDES RIVERA

Por tenderme su mano y darme su protección en los momentos difíciles.

A COCO:

Por su cariño, ser fuente de aliento e inspiración.

A MIS HERMANOS:

SERGIO, ANGELICA Y JORGE

Por su paciencia y comprensión.

A MIS AMIGOS:

Y compañeros de la universidad en especial a los de Doña Luchys' house Cesar S., Cesar L., Luis F., Luis A., Rafaél, Arturo, Mariano, José A., Eduardo Santos, Omar, Martha, Francis y Margarita.

AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud al O. C. Manuel Salvador Galindo Bect por su orientación y sus consejos en la realización de esta tesis.

A los sinodales Oc. Héctor Bustos Serrano, Oc. Bernardo P. Flores Báez, Oc. Carlos E. Suárez Vidal y en particular al Oc. Julio A. Villaescusa Celaya por sus sugerencias y comentarios en la elaboración y terminado de este trabajo.

A los integrantes del área de Física del Instituto de Investigaciones Oceanológicas por su ayuda y cooperación al escribir esta tesis.

A la Sra. Angelita Pasillas de Escalera y su familia, así como a la familia Palacios Angulo y las Hermanas de la Caridad por su apoyo y amistad.

A todas aquellas personas que de una u otra manera intervinieron en la realización de esta tesis.

INDICE GENERAL

	PAGINA
RESUMEN -----	I
PAGINA DE APROBACION -----	II
INDICE GENERAL -----	III
LISTA DE FIGURAS Y TABLAS -----	IV
I. INTRODUCCION -----	1
II. MATERIALES Y METODOS	
II.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO -----	7
II.2 PROCEDIMIENTO DE NUESTREO Y	
ANALISIS QUIMICO -----	9
II.3 ANALISIS ESTADISTICO -----	13
III. RESULTADOS -----	14
IV. DISCUSIONES -----	22
V. CONCLUSIONES -----	32
VI. BIBLIOGRAFIA -----	34

LISTA DE FIGURAS

		PAGINA
Figura 1	Localización del área de estudio y estaciones de muestreo -----	8
Figura 2	Concentración de DDT total en ng/gr peso seco de <u>Protothaca grata</u> con un intervalo de confianza del 95% -----	16

LISTA DE TABLAS

Tabla I	Número de individuos empleados por muestra de <u>Protothaca grata</u> en el verano de 1986 promedio (X) en ng/gr peso seco de DDT y sus metabolitos, intervalo de confianza con nivel de significancia del 95% (I.C.) y desviación estandar (S) -----	15
Tabla II	Niveles de DDT con sus metabolitos (ng/gr peso seco) detectados en <u>Protothaca grata</u> , <u>Mosiolus capax</u> y <u>Escalopa spp</u> de Bahía de los Angeles durante los veranos de 1986 1987 y 1988 -----	17
Tabla III	Razones de los metabolitos de DDT con respecto al DDT total para almeja <u>Protothaca grata</u> expresados como porcentaje (%) en Bahía de los Angeles ----	20
Tabla IV	Características biométricas de los organismos de la especie <u>Protothaca grata</u> colectados durante los veranos de 1986, 1987 y 1988, mostrando una media (X), desviación estandar (S) y coeficiente de variación (CV) ---	21

I. INTRODUCCION

Desde comienzos de la agricultura han existido plagas de insectos, roedores, aves y microorganismos, por lo que la humanidad se ha visto en la necesidad de crear los plaguicidas (Turk et al., 1982). Estos se pueden dividir en insecticidas, herbicidas, fungicidas y nematocidas, dentro de los insecticidas podemos encontrar a los orgánicos e inorgánicos estando en el primer grupo el clordano, dieldrin toxafeno y el DDT (Ware, 1978).

El DDT (2,2-bis(p-clorofenil)-1,1,1-tricloroetano), fué sintetizado a fines de los años treinta y principios de los cuarenta (Williams, 1976; Turk et al. 1982), teniendo una gran aceptación en la agricultura y empleándose más que ningún otro en el mundo (Butler, 1971). Los productos de degradación como el DDD (2,2-bis(p-clorofenil)-1,1-dicloroetano) y el DDE (2,2-bis(p-clorofenil)-1,1-dicloroetileno) se caracterizan por ser relativamente estables, con una elevada resistencia a una completa degradación, especialmente el DDE que tiene mucho mayor resistencia a la descomposición que el plaguicida original (Juengst y Alexander, 1975; Addison, 1976).

Se distribuyó ampliamente en la biósfera por medios aéreos, pues del DDT empleado en los campos agrícolas el 50%

cumplía con su misión y el resto quedaba en la atmósfera en forma de vapor ó adherido a partículas transportadas por el viento (Woodwell et al. 1967), estimándose una concentración en la atmósfera de $7 \times 10^{-11} \text{ gr/m}^2$ (Tamiyama, 1976), contaminando zonas en las que su uso fue casi nulo (Gutiérrez-Galindo, 1978). Debido a que el DDT se torno en un serio contaminante se prohibió su uso a partir de 1972 (Miranda-Meneses, 1982).

El DDT es lipofílico, tiende a fijarse en materia orgánica y concentrarse en los tejidos grasos de un organismo, pasando de un nivel a otro en la red trófica (Gutiérrez-Galindo 1978), afectando la reproducción de organismos y su comportamiento, especialmente en las aves (Schreiber, 1980; Heckman, 1982). Por lo tanto la bioacumulación del DDT está relacionada con el contenido total de lípidos (Phillips, 1980; Jiménez-Thomas, 1985), siendo un serio contaminante para el ecosistema marino; evidencias de ello son los niveles de DDT total (14 mg/Kg peso húmedo) en la anchoveta del norte (Engraulis mordax) colectado en el puerto de Los Angeles California E.U.A. (Risebrough, 1969). Los niveles medidos por Duke y Wilson (1971) en la grasa del pez roca (Sebastes constellatus) colectados en la bahía de Santa Mónica California son 2500 mg/Kg en peso húmedo, Suárez-Vidal (1972) reporta un promedio de DDT peso seco en lenguado

(Paralichtys sp) de 3.55 ppm y de otras especies en la bahía de Todos Santos; el DDT total (1000 mg/Kg peso húmedo) encontrado en lípidos del pelicano café (Pelecanus occidentalis californicus) y en leones marinos de California (Zalophus californicus) colectados en las islas del canal de Santa Barbara California (Risebrough, 1972; De Long et al. 1973), MacGregor (1974) encontró de 1-2 mg/Kg en peso húmedo del pez lámpara (Stenobranchius leucopsarus) colectados al sur de California.

Debido a la baja o nula solubilidad que presenta el DDT en el agua se han utilizado organismos sésiles para conocer los niveles de DDT en el medio marino (SCCWRP, 1973), dentro de estos indicadores biológicos de hidrocarburos clorados se encuentran los moluscos bivalvos (Young et al., 1976; Gutiérrez-Galindo, 1978; Phillips, 1980; Phillips y Segar, 1986; Villaescusa-Celaya, 1987), principalmente especies de los géneros Mytilus y Crassostrea por presentar una distribución cosmopolita y ser valuados comercialmente (Guardado-Pente, 1975; Nuñez-Esquer, 1975; Golberg et al., 1978; Cajal-Medrano, 1979; Farrington et al. 1983; Gutiérrez-Galindo, 1983; Gutiérrez-Galindo, 1984; Flores et al., 1987).

En este estudio se utilizó como indicador biológico al bivalvo Protothaca grata por su abundancia en la región de

Bahía de los Angeles, facilidad de manejo debido a sus dimensiones, ser un organismo filtroalimentador y permanece en el mismo lugar. La zona de Bahía de los Angeles cuenta con escasa información sobre contaminación por DDT; el único estudio es el realizado por Villaescusa- Celaya (1987).

Tomando en cuenta para este estudio que el DDT es bioacumulable en organismos marinos y que la almeja Protothaca grata en verano presenta un máximo desarrollo gonadal (Peredo-Jaime, 1980; Guerrero, 1981), este trabajo se realizó por un período de tres años en la época de verano, estableciendo que la fuente primaria de contaminación (DDT) es el acarreo aéreo desde el valle de Mexicali (Nishikawa-Kinomura y Flores Muñoz, 1971), incluso el Valle Imperial de California E.U.A. (Clark y Krynitsky, 1983; Agee, 1984; Schmitt et al., 1985), ya que en el Golfo de California existen vientos de dirección variable a lo largo de todo el año pudiendo agrupar de acuerdo a la dirección del viento las cuatro estaciones del año en dos épocas; una cuando los vientos soplan del noroeste al sureste paralelos a la costa en otoño e invierno (Rosas-Cota, 1976); otra cuando los vientos soplan del sureste al noroeste en verano. Primavera se considera como una transición entre el invierno y el verano, ya que los vientos varían de dirección noroeste a sureste con velocidades bajas (Hubbs y Roden, 1964).

Se establece también una fuente de contaminante por corrientes geostróficas principalmente un transporte eólico desde campos agrícolas en el estado de Sonora y en el estado de Sinaloa debido principalmente al giro en sentido contrario a las manecillas del reloj que presenta la circulación de las aguas en el alto Golfo de California (Thompson citado por Nuñez-Esquer, 1975; Alvarez-Borrego et al., 1975; Alvarez-Arellano, 1987).

Este trabajo pretende crear una infraestructura científica que proporcione conocimiento sobre el estado actual de la contaminación por DDT en la región de Bahía de los Angeles, para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

a) Conocer los niveles disponibles de DDT y sus metabolitos en la zona de Bahía de los Angeles.

b) Determinar el número óptimo de individuos de almeja Protothaca grata necesarios para el análisis de una muestra con la técnica de grupo.

c) Comparar los valores obtenidos con el nivel de acción que constituye un peligro para el medio ambiente que es de 1.0 mg/Kg de peso húmedo (National Academy of Engineering, 1972).

d) Comparar los valores obtenidos con el nivel de tolerancia para consumo humano que es de 5.0 mg/Kg de tejido húmedo (U. S. Food and Drugs Administration, 1984).

e) Determinar si los niveles que se encontraron son de recién aplicación de acuerdo a la mayor abundancia de sus metabolitos.

f) Comparar los resultados con los obtenidos en otros bivalvos de la región (Modiolus capax y Escalopa).

II. MATERIALES Y METODOS

II.1 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

Bahía de los Angeles se encuentra a 650 Km al sur de Ensenada B. C. entre las coordenadas $28^{\circ} 56' 14''$ de latitud norte y $113^{\circ} 33' 22''$ de longitud oeste (Figura 1). Se ubica en la porción oeste central del Golfo de California y abarca una extensión de 6,400 hectáreas. Colinda al este sobre el Golfo de California con la Isla Angel de la Guarda y otras islas de menor importancia, y al oeste con el poblado Bahía de los Angeles. La estación de muestreo se localiza al norte de la bahía frente al canal principal en punta la Gringa, debido a la abundancia y distribución de la almeja P. grata. Su vegetación es desértica y subdesértica con una temperatura ambiental máxima promedio de 40 grados centígrados y una mínima de 21 grados centígrados, en la época de verano, evaporación promedio de 158.75 mm/año (S.A.R.H., 1989), las actividades principales son la pesca riverense e inicio de granjas acuícolas (Montoya-Castro, 1988).

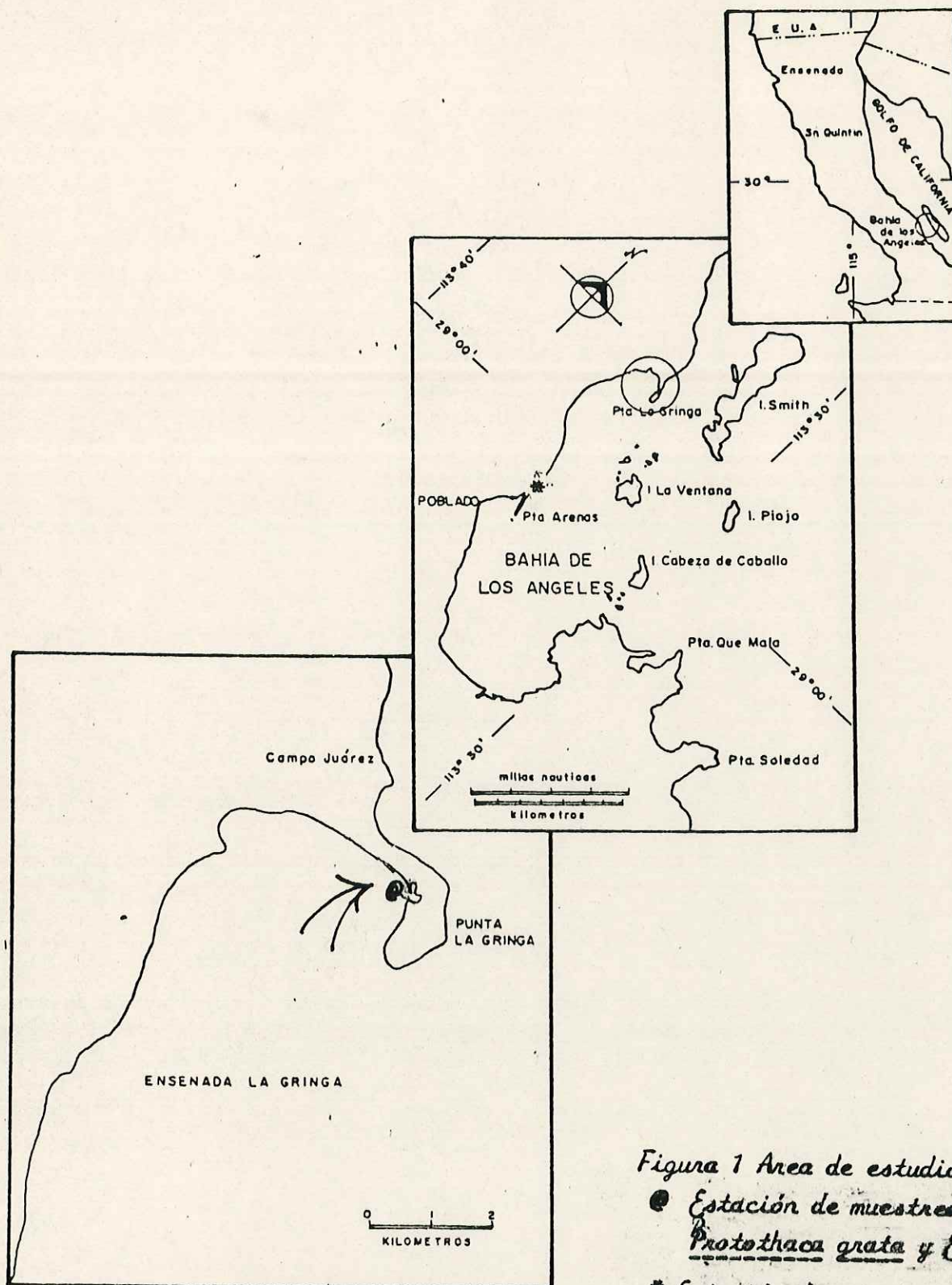


Figura 1 Area de estudio

- Estación de muestreo para *Protothaca grata* y *Escalopa*
- * Estación de muestreo para *Modiolus capax*

II.2 PROCEDIMIENTO DE MUESTREO Y ANALISIS QUIMICO

En el presente estudio se realizaron muestreos en los veranos de 1986, 1987 y 1988, comprendiendo una localidad en Punta la Gringa de Bahía de los Angeles B. C. debido a que en esta porción de la bahía se encuentra la mayor población de almeja P. grata conocida comunmente como tricolor (Keen, 1971). En esa localidad se colecto también Escalopa.

Otra localidad se encuentra en la costa hacia el centro de Bahía de los Angeles, cerca de Punta Arenas donde se colectó Modiolus capax.

Se llevó a cabo un análisis para determinar el número óptimo de individuos por muestra con la finalidad de minimizar la variabilidad entre edad, estado gonadal y talla de organismos (Gordon, 1980; Phillips, 1980 citados por Flores y Galindo, 1989).

En el primer muestreo del año 1986 se colectaron 210 individuos de P. grata de talla homogénea, con la finalidad de determinar el número óptimo de individuos a homogenizar en una muestra, para tal efecto se hicieron grupos de 10, 15, 20 y 25 individuos con tres réplicas cada uno para una mayor confiabilidad de los resultados. Para las

muestras de los siguientes años (1987 y 1988) se colectaron 60 individuos con tres réplicas colocándolos en bolsas de papel aluminio etiquetadas y conservadas en hielo hasta su posterior análisis biométrico y químico.

En el laboratorio las muestras son descongeladas y lavadas con agua desionizada. Se determinan las características biométricas de longitud y peso individual del tejido. Para el análisis químico en el primer año (1986) se emplearon los individuos colectados para el número óptimo de muestra y en los años subsecuentes (1987 y 1988) se utiliza una muestra integrada por 20 individuos con tres réplicas de P. grata homogenizando la muestra, posteriormente se congela a -20°C en frascos de vidrio previamente limpios (mezcla crómica-acetona-hexano grado pesticidas), hasta su posterior análisis químico.

Para las especies Modiolus capax y Escalopa se emplearon muestras integradas por 20 organismos con tres réplicas.

Para calcular el porcentaje de humedad de la muestra, se utilizó 5 gr. de homogenado, lo secamos a 70° centígrados por 72 horas en una estufa.

En la extracción de hidrocarburos clorados se

utilizó la técnica descrita por Young et al., (1976). A 5 gr. de tejido homogeneizado húmedo, se le agregan 20 ml. de acetonitrilo y se agita vigorosamente, posteriormente se filtra con papel miliporo Whatman # 2 y se anjuaga dos veces con 20 mL de acetonitrilo, se añade todo en un embudo de separación, agitando vigorosamente durante un minuto permitiendo la separación de dos capas (siendo la capa inferior acetonitrilo y la superior hexano), se escurre la capa baja en un vaso de precipitado y la superior en un matraz bola, el acetonitrilo se reintegra al embudo de separación y se repite la operación dos veces, el hexano de estas operaciones es concentrado a 40 ml. en un rotavapor.

Para limpiar la muestra se utiliza una columna cromatográfica (de 22 mm de diámetro) empacada con 18 cm. de florisil activado a 130 °C por 48 horas con 2 cm de sulfato de sodio anhidro granulado, eluyendo la columna con 45 ml. al 6 % de éter dietílico en hexano, la muestra resultante se concentra a 5 ml. y se separan los hidrocarburos clorados en un cromatógrafo de gases.

El cromatógrafo de gases empleado es un modelo Varian 3700, con detector de captura de electrones 63-Ni y sistema de datos Varian CDS-111. Columna de sílica gel DB-5 (no polar de 30 metros de longitud y 0.25mm. de diámetro interno), los hidrocarburos clorados se identifican

comparando los tiempos de retención con los estándares proporcionados por la U.S.EPA Chemical Branch en SCCWRP E.U.A. y las muestras.

Las condiciones de operación del cromatógrafo de gases en este estudio son:

Temperatura del inyector	200 °C
Temperatura del detector	290 °C
Temperatura inicial de la columna	150 °C
Temperatura final de la columna	240 °C
Gas transportador	nitrógeno a una velocidad de 27cm/seg

En la cuantificación de lípidos se utilizan 10 gr. de homogeneizado; se basa en una extracción con cloroformo-metanol-agua en proporciones 1:2:0.8 y una dilución de los mismos solventes en proporción 2:2:1.8 respectivamente, se mezcla y se filtra el extracto (con papel Whatman No. 1) al vacío y se trasfiere a una probeta de 100 ml. agregando en este paso 5 mL de solución saturada de cloruro de sodio para una mayor separación de la fase acuosa y la del cloroformo, la fase acuosa es sustraída por vacío y se cuantifica el volumen de cloroformo. Una alícuota de 1 ml. de cloroformo se trasfiere a una cápsula de vidrio prepesada, ésta se evapora a sequedad en una estufa a 50 °C

por 6 horas, se pesa la cápsula y se obtiene el peso de los lípidos en la alícuota, cuantificándose así el contenido de lípidos totales (Bligh y Dyer, 1959).

II.3 ANALISIS ESTADISTICO

Se emplearon como medidas estadísticas la media ($\bar{X}$), desviación estandar (S) y el coeficiente de variación (CV) para determinar las diferencias en las características biométricas, el coeficiente de correlación de Pearson para determinar el grado de asociación entre las características biométricas y el DDT total, la prueba de Kruskal-Wallis para conocer las diferencias significativas entre el patrón temporal del DDT y sus metabolitos (Sokal et al., 1981).

III. RESULTADOS

La Tabla I muestra los promedios de los niveles de DDT y sus metabolitos en ng/gr peso seco de P. grata, y el número de individuos por muestra, se observa que los valores promedio de DDT total son muy semejantes con una media de 3.56 ng/gr y una desviación estandar de 0.15 ng/gr; la variancia de las muestras es baja con un intervalo de confianza del 95% fluctuando entre 12.6% y 14.5%; siendo la muestra integrada por 20 individuos cuyo promedio de DDT total es de 3.41 ng/gr peso seco la que presenta menor fluctuación (Figura 2). La concentración de DDT total en P. grata de Bahía de los Angeles se presenta en la tabla II observándose que el DDT total es mayor para 1986 que para 1987 y este a su vez mayor que en 1988, mostrando una razón máximo/ mínimo de 4.73.

Los niveles de DDT total en Escalopa son muy semejantes de los encontrados en P. grata en 1986, mientras que en M. capax en este mismo año muestra una concentración baja, siendo dos veces menor que en las otras dos especies.

En 1987 se presenta una concentración de ppDDT en M. capax muy similar a la que se observa en P. grata; 1.14 y 1.16 ng/gr peso seco respectivamente (Tabla II).

Tabla 1 Número de individuos empleados por muestra de *Protophaca grata* en el verano de 1986 promedio ($\bar{X}$) en ng/gr peso seco de DDT y sus metabolitos, intervalo de confianza con nivel de significancia del 95% (I.C.) y desviación estándar (S).

No. de Individuos	opDDT	ppDDT	opDDO	ppDDO	opDDC	ppDDC	DDT total
10	$\bar{X}$	nd	2.6	nd	nd	1.11	3.71
	S	-	0.53	-	-	0.19	0.72
	I.C.	-	2.26 - 2.99	-	-	0.96 - 1.25	3.17 - 4.25
15	$\bar{X}$	nd	2.6	nd	nd	1.12	3.72
	S	-	0.52	-	-	0.19	0.71
	I.C.	-	2.20 - 2.99	-	-	0.97 - 1.26	3.18 - 4.25
20	$\bar{X}$	nd	2.3	nd	nd	1.11	3.41
	S	-	0.49	-	-	0.09	0.58
	I.C.	-	1.93 - 2.66	-	-	1.04 - 1.17	2.97 - 3.84
25	$\bar{X}$	nd	2.3	nd	nd	1.12	3.42
	S	-	0.51	-	-	0.11	0.62
	I.C.	-	1.91 - 2.68	-	-	1.03 - 1.20	2.95 - 3.88

DDT total = ppDDT + ppDDO + ppDDC
nd = no detectado

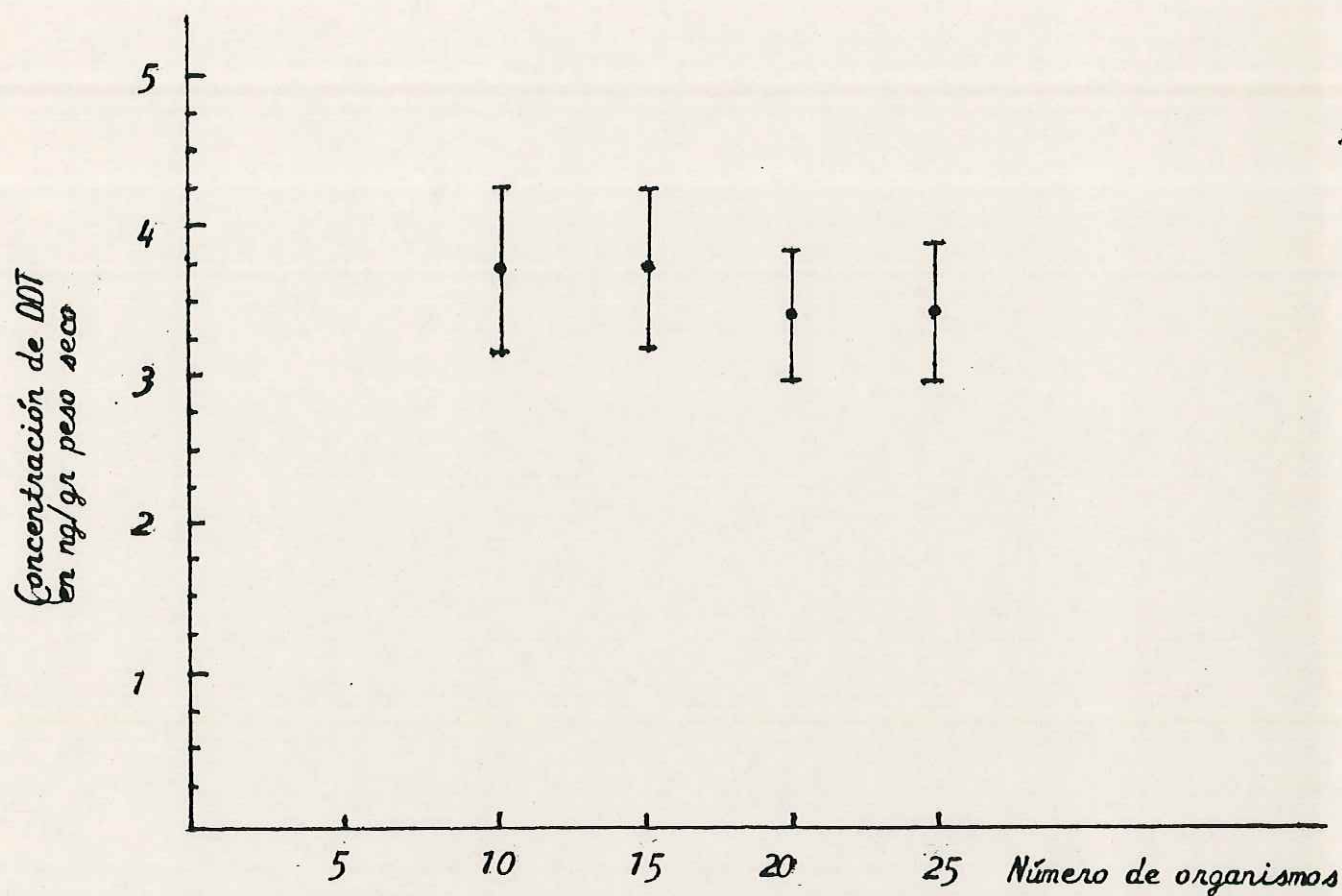


Figura 2 Concentración de DDT total en ng/gr.
peso seco de Protothaca grata con
un intervalo de confianza del 95 %

Tabla II Niveles de DDT con sus metabolitos
(ng/gr peso seco) detectados
en P. grata, M. capax y Escalopa
de Bahía de los Angeles durante
los veranos de 1986, 1987 y 1988.

Especies	opDDT	ppDDT	opDDD	ppDDD	opDDE	ppDDE	DDTtot.
1986							
ES.	nd	2.70	nd	nd	nd	0.90	3.60
MO.	nd	nd	nd	nd	nd	1.45	1.45
PR.	nd	2.3	nd	nd	nd	1.11	3.41
1987							
MO.	nd	1.14	nd	nd	nd	2.28	3.42
PR.	nd	1.61	nd	nd	nd	0.80	2.41
1988							
PR.	nd	nd	nd	nd	nd	0.72	0.72

nd= no detectado							
ES.= Escalopa							
MO.= <u>Modiolus capax</u>							
PR.= <u>Protothaca grata</u>							

El metabolito que se encontró regularmente durante los tres muestreos fué el DDE en su forma estructural ppDDE, la razón ppDDE/DDT total varió del 33 % en 1986 a 34% en 1987 con un incremento del 1%, mientras que en el verano de 1987 al verano de 1988 hubo un incremento de 66% para P. grata. La razón ppDDT/DDT total se mantuvo casi igual del verano en 1986 al verano de 1987 (67% - 66% repectivamente), no detectándose en el verano de 1988 para esta misma almeja (Tabla III), el metabolito DDD no se detectó en este estudio.

Empleando el análisis de variancia no paramétrico con un solo criterio de clasificación por rangos de Kruskal-Wallis mostró diferencias significativas ($p > 0.05$) entre el DDT y sus metabolitos en P. grata a lo largo de los tres muestreos.

En la tabla IV se pueden observar las características biométricas de los organismos colectados durante este estudio, encontrándose que el porcentaje de lípidos no es significativamente diferente a lo largo de los tres años. El coeficiente de correlación de Pearson da como resultado la asociación entre las características biométricas y el DDT, siendo un índice matematico; cuando $R = +1$ existe una perfecta asociación, mientras que $R = -1$ indica una nula asociación, señalando poca asociación entre el

porcentaje de lípidos y el DDT, además de una gran asociación entre el peso del tejido de los organismos colectados y el DDT ($R=+1$), no existiendo asociación entre el largo de los organismos y el DDT ($R=-1$ cuando $n=6$).

Comparando los niveles de DDT en P. grata con Escalopa y M. capax por medio de un análisis de variancia no paramétrico (prueba de Kruskal-Wallis), el resultado es la nula existencia de diferencias significativas entre especies.

Tabla III Razones de los metabolitos de DDT con respecto al DDT total para P. grata expresados en porcentaje (%) en Bahía de los Angeles B. C.

Compuesto	Verano 1986	Verano 1987	Verano 1988
ppDDT/DDT total	67 %	66 %	nd
ppDDD/DDT total	nd	nd	nd
ppDDE/DDT total	33 %	34 %	100 %

DDT total=(ppDDT+ ppDDD+ ppDDE)
 nd =no detectado

Tabla IV Características biométricas de los organismos de la especie Protothaca grata colectados durante los veranos de 1986, 1987 y 1988 mostrando una media ($\bar{X}$), desviación estándar (S) y coeficiente de variación (V)

Características biométricas	1986 $\bar{X} \pm S$	1987 $\bar{X} \pm S$	1988 $\bar{X} \pm S$	$\bar{X}$	S	V
Largo (mm)	32.49 $\pm$ 4.67	32.40 $\pm$ 3.98	33.01 $\pm$ 3.04	32.63	0.26	0.82
Ancho (mm)	36.42 $\pm$ 4.18	36.03 $\pm$ 4.41	34.34 $\pm$ 4.00	35.59	0.90	2.57
Diámetro (mm)	20.07 $\pm$ 3.59	19.87 $\pm$ 2.88	20.43 $\pm$ 3.07	20.12	0.23	1.15
Peso (gr)	2.53 $\pm$ 0.95	1.98 $\pm$ 0.33	2.33 $\pm$ 0.87	2.20	0.22	10.0
% Lípidos	2.59 $\pm$ 0.28	1.79 $\pm$ 0.98	2.10 $\pm$ 0.73	2.12	0.28	13.50
% Humedad	82.08 $\pm$ 0.87	75.23 $\pm$ 7.89	72.35 $\pm$ 4.31	76.55	4.08	5.33

IV DISCUSIONES

En el análisis del número de individuos óptimo por muestra en P. grata (Tabla I) que incluye el promedio de la concentración de DDT y un intervalo de confianza al 95%, de acuerdo con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis no existe diferencia significativa en el promedio de la concentración de los cuatro grupos (10, 15, 20 y 25 individuos), debido a que se trata de muestras de una misma especie colectadas en el mismo lugar. Gordon, citado por Flores y Galindo (1989) acentúa como la principal ventaja de este método la estimación del promedio poblacional obtenido através del análisis de unas cuantas muestras cada una conteniendo varios organismos.

La variancia estimada para cada grupo depende del tipo de componentes estudiados; como el número de individuos usados por muestra. En este estudio la menor variancia fue para la muestra que contenía 20 individuos, con una fluctuación en el I.C. al 95% de 12.6%, siendo la ventaja que entre menor sea el intervalo de confianza, existe una dispersión menor de valores alejados de la media poblacional y por lo tanto una mayor resolución y representatividad de de esta (Figura 2).

Por tal motivo se eligieron muestras de 20 organismos en los

muestreos de 1987 y 1988.

Bayne citado por Flores y Galindo (1989), considera una muestra óptima entre 15 y 20 individuos de diferentes tallas para monitorear los efectos biológicos. Flores y Galindo op cit. recomiendan una muestra integrada por 20 individuos como estratégica en la determinación de niveles de DDT en función del espacio y el tiempo con un mínimo de esfuerzo.

Como se puede observar en la Tabla II los niveles de DDT total en P. grata de Bahía de los Angeles tienden a disminuir conforme pasa el tiempo, debido principalmente a la poca disponibilidad ambiental del contaminante; pues su uso fue prohibido en 1972 (Miranda-Meneses, 1982). Aunque se encuentran en esta almeja niveles bajos de ppDDT, siendo en 1986 de 2.3 ng/gr y para 1987 1.61 ng/gr peso seco, siendo la razón DDT/DDT total de 67% mientras que la razón ppDDE/DDT total es de 33% ambas en 1986 observando claramente que el porcentaje de DDT es mayor que el DDE. Además en el año siguiente (1987), sigue siendo mayor la razón ppDDT/DDT total que la razón DDE/DDT total indicando con esto una aplicación reciente y furtiva.

El muestreo de Escalopa en 1986 se emplea solo como una referencia de los niveles de DDT en este año, comparando

sus metabolitos ppDDT y ppDDE con los de P. grata en este mismo año, se observa que son similares, mientras que M. capax no lo es debido probablemente a que se encuentra en un lugar distinto a las otras dos especies siendo este lugar las playas centrales de la bahía, con un sustrato rocoso y expuesto al oleaje, mientras que las otras dos especies son de un sustrato arenoso y más protegido, pudiendo de esta manera el sedimento actuar como una trampa de hidrocarburos clorados debido a que podemos encontrar mayor cantidad de materia orgánica que en un sustrato rocoso.

Para 1987 se observan niveles similares en el metabolito ppDDT para M. capax y P. grata indicando la presencia de ppDDT. En M. capax los niveles de ppDDE son mayores en 1987 que en 1986, siendo en 1987 también mayor el nivel de ppDDE que el de ppDDT, indicando que se ha metabolizado ppDDT desde 1986.

Debido a que no existe campo agrícola o zona cercana a Bahía de los Angeles que aporte DDT se plantea como una hipótesis de su origen el transporte eólico sin especificar si es en forma de aerosol o adherido a partículas, debido a que se necesita un estudio mas detallado del transporte eólico en la zona desde los campos agrícolas en el estado de Sonora y el valle de Mexicali en la época de verano e invierno respectivamente, ya que los

vientos soplan en dirección sureste-noroeste en verano y en invierno noroeste-sureste (Rosas-Cota, 1976).

Si se aplicará DDT en los campos agrícolas en el estado de Sonora parte de él sería transportado por el viento con velocidades de 4.8 m/seg (S.A.R.H., 1989); viajando una distancia de 290 kilómetros, siendo esta la que separa a los campos agrícolas de Sonora de Bahía de los Angeles; el DDT transportado llegaría a Bahía de los Angeles en 13.4 horas promedio después de su aplicación si esta se hiciera en verano, dando oportunidad al pesticida de ser captado por los organismos en Bahía de los Angeles como ppDDT aún sin metabolizar. En invierno la dirección del viento es noroeste-sureste abriendo como posible fuente de contaminante al valle de Mexicali, ya que si existiera aplicación de DDT en el valle, el transporte de este por el viento tardaría 21.9 horas promedio en llegar a Bahía de los Angeles (S.A.R.H., 1989), siendo para ambos casos menor de 24 horas tiempo en el cual el DDT aún no es metabolizado (Menzie, 1974; Addison, 1976).

El ppDDT encontrado en este estudio se aplicó en 1986 y 1987 ya que los niveles de DDT en Bahía de los Angeles en 1985 para M. capax reportados por Villaescusa-Celaya en 1987 no muestran la presencia de ppDDT en esta zona.

El transporte de masas de agua y el fitoplancton transportado por estas ya sea desde el valle de Mexicali o los campos agrícolas en Sonora no afectan la aparición de ppDDT, ya que utilizando este medio de transporte el DDT tardaría 2.3 semanas en llegar a Bahía de los Angeles desde los campos agrícolas en Sonora y 4.9 semanas desde el valle de Mexicali tiempo en el cual el DDT ya ha sido metabolizado a ppDDD ó ppDDE. Aunque no se reporta en bibliografía de una manera precisa el tiempo que tarda el DDT en pasar a sus metabolitos, debido a que se necesitaría conocer de una manera precisa y particular las condiciones que afectan esta degradación como son luz, temperatura, abundancia de microorganismos como bacterias y todas las condiciones que metabolizan al DDT a DDD y DDE en su transporte a Bahía de los Angeles, (United National Environmental, 1982), por tal motivo solo se plantea como una hipótesis el origen del ppDDT dejando este trabajo como base para un estudio más profundo.

Como se mencionó anteriormente el medio de transporte del contaminante es eólico (Nishikawa-Kinomura y Flores Muñoz, 1971); no se presenta a lo largo de todo el año en una misma dirección dentro del Golfo de California (Rosas-Cota, 1976), otro transporte son las corrientes geostróficas dentro del Golfo de California, siendo menos importante que el transporte eólico ya que mueven al DDT más lentamente que

los vientos, dando oportunidad a ser metabolizado por los factores del medio ambiente (Addison, 1976; Arellano, 1987); por lo que el período de exposición al que se somete el organismo no es constante durante el año dándole oportunidad de metabolizar y excretar DDT (ICES, 1974), de esta manera los niveles de DDT total tiende a disminuir observándolo en la Tabla II, mostrando también un decremento en la proporción de DDT/DDT total de 67% en 1986 a no ser detectado en 1988 en la zona de Bahía de los Angeles para P. grata (Tabla III).

El metabolito que aparece en cada uno de los muestreos anuales es el ppDDE ya que es un producto metabólico terminal del DDT (Menzie, 1974; Addison, 1976), y resulta en un compuesto con mayor resistencia a la degradación que el compuesto original (Juerst y Alexander, 1975). La razón ppDDE/DDT total (Tabla II) para P. grata se va incrementando siendo en el verano de 1986 de un 33% al verano de 1987 de un 34% debido a una nulificación de la fuente de contaminante en los últimos 16 años, además que en Bahía de los Angeles no se ha recibido aporte de DDT hasta 1986, dejándose de aplicar en 1988, esto se puede observar en la razón ppDDE/DDT total en P. grata que es de 100% en 1988 presentando un patrón de disminución anual para el ppDDT disminuyendo en 1987 a no ser detectado en 1988 siendo esta degradación un proceso muy lento (Juergst y Alexander, 1975; Alexander, 1981; Satmadjis y

Voltsinov-Taliadouri, 1983).

El DDD no fue detectado a lo largo de este estudio ya que se degrada espontáneamente en otros metabolitos y es raramente encontrado en la población general (Menzie, 1974).

El coeficiente de correlación nos proporciona el grado de asociación entre el porcentaje de lípidos y el DDT total ($R=+1$) ya que los lípidos no varían mucho en el transcurso de los muestreos (1986, 1987 y 1988), notándose en M. capax de 1986 a 1987 una cierta tendencia a aumentar la concentración de DDT (Tabla II), mientras que los lípidos en este período tienden a disminuir un poco pudiéndose observar un aumento en la concentración de DDT al disminuir el contenido de lípidos, aunque no se puede hacer una afirmación completa debido a que solo son dos muestreos (1986 y 1987) y las concentraciones de DDT son muy pequeñas. Escalopa tiene un comportamiento similar al de P. grata en su único muestreo en 1986.

Phillips (1980) menciona que el parámetro principal en la concentración de DDT es el contenido total de lípidos, junto con la disponibilidad del tóxico y el tiempo de exposición a éste, mientras que la talla no es muy importante, esto se debe a que el DDT es liposoluble y se acumula en los tejidos grasos de los organismos, estando

relacionado el contenido de lípidos con su ciclo sexual (Menzie, 1974; Phillips, 1980).

En este estudio se eliminó las condiciones debidas al período sexual ya que las muestras se tomaron durante solo una época del año en los tres muestreos anuales y en una sola estación de muestreo, para P. grata, cuando la almeja está en su época más fértil, antes de su desove (Peredo-Jaime, 1980).

Aunque no existen antecedentes en los que se haya usado a P. grata como indicador biológico de pesticidas, ésta parece ser un buen indicador presentando varias ventajas: el ser filtroalimentador, de escasa movilidad y por lo tanto puede integrar contaminación de un área dada, existe un fácil acceso al depósito, proporciona una medida de la habilidad del organismo para obtener DDT y puede ser usada en la alimentación humana por lo que es de importancia para la salud pública.

Es válida la comparación de los niveles de DDT con otros organismos como M. capax y Escalopa en base a que no parecen exhibir dependencia de la talla con el cambio de lípidos, esto significa que si comparamos una misma proporción de tejido de dos especies de bivalvos distintas en una misma zona, el contenido de lípidos también será

proporcional (Bayne, 1976). Además el coeficiente de correlación da como resultado una nula asociación entre el DDT y la talla de los organismos, significando con esto la independencia del tamaño característico de distintas especies con el contenido de DDT en una misma zona, pudiendo hacer comparaciones de los niveles de contaminante en distintas especies de bivalvos para una misma región.

Haciendo una comparación de los niveles de DDT total encontrados en este estudio con los obtenidos para el alto Golfo de California por Guardado-Puente (1975), Nuñez-Esquer (1975) y Villaescusa-Celaya (1987), se encontró que los niveles van disminuyendo conforme la zona de interés se aleja de los lugares que en un momento dado aportaron DDT.

Comparando los niveles de DDT en bivalvos de la zona de Bahía de los Angeles con bivalvos de la costa noroccidental de Baja California, encontramos que esta última tiene mayores niveles de DDT (Gutiérrez-Galindo et al., 1984; Jiménez-Thomas, 1985; Flores-Báez et al., 1987), debido principalmente a la disponibilidad del plaguicida.

Los niveles de DDT en Bahía de los Angeles se encuentran por lo menos tres ordenes de magnitud por debajo de los niveles de tolerancia (5.0 mg/Kg tejido húmedo)

propuesto por la U. S. Food and Drugs Administration (1984); también por debajo de los niveles perjudiciales al medio ambiente que son 1.0 mg/kg peso húmedo propuesto por la National Academy of Science (1972). Se hace notar que los niveles de DDT son bajos pero se logra apreciar como se va degradando y desapareciendo del medio ambiente.

V. CONCLUSIONES

a) Los niveles de DDT en P. grata en Bahía de los Angeles B. C. (ng/gr peso seco) fueron en 1986 3.41 para 1987 2.41 y en 1988 de 0.72.

b) Los niveles de DDT detectados en P. grata son pequeños, por lo que no existe peligro para el medio ambiente con un límite de 1.0 mg/kg peso húmedo propuesto por la National Academy of Enginner (1972). Ni tampoco para el consumo humano con un límite de tolerancia de 5.0 mg/kg de tejido húmedo propuesto por la U. S. Food and Drugs Administration (1984).

c) De acuerdo con la existencia de ppDDT en los muestreos de 1986 y 1987 siendo la razón DDT/DDT total mayor a la razón DDE/DDT total para estos años concluimos que hubo una pequeña pero recién aplicación de DDT.

d) Comparando los niveles de DDT en Protothaca grata con los niveles en otros bivalvos de la región M. capax y Escalopa muestran un patrón similar de poca concentración de DDT y una tendencia a una rápida degradación.

e) El origen de DDT en Bahía de los Angeles es planteado como una hipótesis debido a los pocos datos con los que se cuenta siendo este trabajo una base para un estudio más profundo de la zona. Recomendando un estudio de transporte de partículas y aerosol por medios eólico y corrientes geostróficas, así como movimientos de fitoplancton entre Bahía de los Angeles y las zonas que aportan DDT.

f) Bahía de los Angeles se considera una región libre de contaminación por DDT recomendable para la pesca riverense y formación de granjas acuícolas y actividades recreativas.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Addison R. F 1976 Organochlorine compounds in aquatic organisms their distribution, transport and physiological significance in A. P. M. Lockwood Effect of pollutants in aquatic organisms Cambridge Univ. Press pp 127-143
- Agee, 1984 Toxic substances monitoring program California State water Resources control Board. Water Quality Monitorig Report No. 86-4WQ
- Alvarez Arellano A. 1987 Aspectos oceanográficos del Golfo de California Universidad Autonoma de Baja California Sur Apuntes Universitarios vol. 1 No. 4 pp 8-16
- Alvarez Borrego S., Flores Báez B. P., Galindo Bect L. A. 1975 Hidrología del alto Golfo de California II condiciones durante invierno, primavera y verano Ciencias Marinas vol. 2 No. 1 pp 21-36
- Alexander M. 1981 Biodegradation of chemicals of environmental concern Science 211 No. 9 pp 132-138
- Bayne B. L. 1976 Marine Mussels their ecology and Physiology. Cambridge University Press Cambridge pp 506

Bligh E. G. y J. Dyer 1959 A rapid method of total lipid extraction and purification Can. J. Biochem. Phusional 37 (8) pp 911-917

Butler P. A. 1971 Influence of Pesticides on Marine Ecosistems Proc. Roy. Soc. London Bol.177 pp 321-324

Cajal Medrano R.1979 Concentración de DDT y sus metabolitos en los cultivos de ostion Crassostrea gigas y Ostrea edulis en el estero de Punta Banda y bahía de San Quintin Tesis profesional Escuela Superior de Ciencias Marinas UABC

Clark D. R. jr.y A. J. Krynitsky 1983 DDT reent contamination in New México and Arizona Environ 25 (5) pp 27-31

Castro Montoya D. C. 1988 Variabilidad de nutrientes en la ensenada La Gringa de Bahía de los Angeles B. C. Tesis profesional Facultad de Ciencias Marinas UABC

De Long R. L., Gilmartin W. G. y Simpson J. G. citado por Young D. R., Heesen T. C., y McDermott D. J. 1976 An offshore biomonitoring sistem for chlorinated hydrocarbons Mar. Pull. Bull. vol.7 No.8 pp 156-159

Duke T. W. Wilson A. J. 1971 Chlorinated hydrocarbons livers
of fishes from the northeastern pacific ocean citado por
Young D. R., Hessen T. C. 1976 An offshore biomonitoring
system for chlorinated hydrocarbons Mar. Poll. Bull.
vol. 7 No. 8 pp 156-159

Farrington J. W., Golber E. D., Risebrough R. W., Martin J.
H. y Bowen V. 1983 Bivalves as sentinels coastal
chemical pollution Environ Sci. Technol. vol 17 No. 8 pp
490-496

Flores Báez B. P., Sañudo W. E., Gutiérrez Galindo
E., Galindo Bect M. S. 1987 DDT en la almeja pismo
Tivela stulorum (Mawe) de San Quintin B. C. Ciencias
Marinas vol. 13 No.2 pp 19-24

Flores Báez B. P. y Galindo Bect M. S. 1989 DDT in Mytilus
edulis: statical considerations and inherent No
publicado aún Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Apo Postal 453 Ensenada B. C. México

Golberg E. D., Bowen V. T., Farrington J. W., Harvey G.,
Martin J. H., Parker P. L., Risebrough R. W., Robertson
W. , Schneider E. y Gamble 1978 The mussel wath
Environmental conservation vol. 5 No. 2 pp 101-121

Guardado Puente J. y Nuñez Esuer O. 1975 Concentración de DDT y sus metabolitos en especies filtroalimentadoras y sedimentos del valle de Mexicali y alto Golfo de California Tesis profesional Facultad de Ciencias Marinas UABC pp 11-13

Guerrero M. 1981 Reporte de resultados preliminares sobre biología reproductiva de la almeja pismo Tivela stultorum en playas de San Ramon B. C. Sección almeja pismo Instituto de Investigaciones Oceanológicas UABC

Gutiérrez Galindo E. A. 1978 Utilización del mejillon 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 B. C. Tesis profesional Escuela Superior de Ciencias Marinas UABC

Gutiérrez Galindo E. A., Sañudo W., Flores Baez B. P. 1983 Variación espacial y temporal de pesticidas organoclorados en el mejillon Mytilus californianus (Conrad) de Baja California Ciencias Marinas vol. 9 No. 1 pp 7-18

Gutiérrez Galindo E. A., Flores M. J., Lopez Mendoza 1984 DDT en el ostion Crassostrea gigas (Thunber) cultivado en bahía de San Quintín B. C. Ciencias Marinas vol. 10 No. 3 pp 17-30

Heckman C. W. 1982 Pesticide effects on aquatic habitats
Environ Science Technol vol 16 No. 1 pp 48-57

Hubbs C. L. y G. I. Roden 1964 Oceanography and marine life
along the pacific coast of middle America Hand book
of Middle America Indians Univ. of Texas Press Austin
vol. 1 pp 143-186

(ICES) International Comission pour le Explotation
Scientific 1974 Report of working group of the
international study of pollution of the north sea and
its effects on living resource and their explotation
Mar. Pull. Bull. No.7 pp 65-69

Jiménez Thomas G. E. 1985 Concentración de DDT y sus
metabolitos en la almeja pismo Tivela stulorum (Mawe,
1831) en la región de San Quintín B. C. Tesis
profesinal Facultad de Ciencias Marinas UABC

Juengst F. W. and A. Alexander 1975 Effects of environmental
condition on the degradation of DDT in model marine
ecosystem Marine Biology vol. 33 pp 1-6

Keen A. Myra 1971 Sea Shell of Tropical West America Marine
Mollusk from B. C. to Peru Stanford University Press
Stanford California Second edition pp 195

McGregor J. S. 1974 Changes in the amount and proportions of DDT and its metabolites, DDE and DDD in the marine environment off southern California en Young D. R., Heesen T. C., McDermott D. J. 1976 An offshore biomonitoring system for chlorinated hydrocarbons Mar. Poll. Bull. vol.7 No.8 pp 156-159

Menzie Calvin M. 1974 Metabolism of pesticides, United State department of interior Fish and wild life service Special Scientific Report-Wild life No. 184 pp 135-143

Miranda Meneses V. 1982 Impacto ecológico por el uso de insecticidas en el valle de Mexicali B. C. Tesis profesional Escuela Superior de Ciencias Agrícolas UABC

National Academy of Science (NAS) National Academy of Engineering 1972 Section III Fresh water aquatic life and wild life water quality criterial Ecology Research Series March 1972 pp 106-113

Nishikawa-Kinomura K. A. y Flores Muñoz 1971 Estudio químico sobre la contaminación de insecticidas en la desembocadura del rio colorado informe final vol. II y III Instituto de Investigaciones Oceanológicas UABC

Nuñez Esquer O. 1975 Concentración de DDT en Chione californiensis de la parte norte del Golfo de California Ciencias Marinas vol.2 No.1 pp 6-13

Peredo Jaime J. I. 1980 Estudio del crecimiento de Protothaca staminea en tres localidades de B. C. México y su análisis comparativo en el crecimiento reportado en otras localidades de norteamérica Tesis profesinal Escuela Superior de Ciencias Marinas UABC pp 10-13

Phillips D. J. 1980 Quantitative Aquatic Biological Indicators Their use to monitoring trace and organochlorine pollution Ed. Applied Science Publishers Ltd. London pp 38-83, 488

Phillips D. J. y D. A. Segar 1986 Use of Bio-indicators in monitoring conservatives Mar. Poll. Bull. vol. 17 No.1 pp 10-17.

Risebrough R. W 1969 Chlorinated hydrocarbons in marine ecosystems citado por Young D. R., Heesen T. C., McDermott D. J. 1976 An offshore biomonitoring system for chlorinated hydrocarbons Mar. Poll. Bull. vol.7 No. 8 pp 156-159

Risebrough R. W. 1972 Effects of environmental pollutants upon animals other than man citado por Young D. R., Heesen T. C., McDermott D. J. 1976 An offshore biomonitoring system for chlorinated hydrocarbons Mar. Poll. Bull. vol.1 No. 8 pp 156-159

Rosas Cota J. A. 1976 Corrientes geostróficas en el Golfo de California en la superficie y a 200 metros Tesis profesional Escuela Superior de Ciencias Marinas UABC

S. A. R. H. 1989 Representación general en el estado de Baja California Nte. División hidrométrica Ensenada B. C.

Satmadjis J. y F. Versinov-Taliadouri 1983 Mytilus palloproyincialis and Parapeneaus lesngirostris as bioindicator of heavy metal and organochlorine Mar. Poll. Bull. No. 76 pp 115-124

Say citado por Keen A. M. 1971 Sea Shell of Tropical West America Marine Mollusks from B. C. to Peru Stanford University Press California Second edition pp 195

(SCCWARP) 1973 Southern California Coastal Water Research Project. The Ecology of the Southern California High implications for water quality management march pp 301-309

Schmitt C. J., J. L. Zajicek y M. A. Ribick 1985 National pesticide monitoring program residues of organochlorine chemicals in fresh water fish 1980-1981 Arch. Environ Conram toxicol 14 pp 225-260

Schreiber R. W. 1980 The brown pelican an endangered species Bioscience vol. 30 No. 11 pp 742-749

Sokal R. R. y Rohlf F.J. 1981 Biometry the Principales and Practice of Statics in Biological Research second edition W. H. Freeman and Company pp 429-433, 565-589

Suárez Vidal C. E. 1972 Niveles de organoclorados en diversas especies de la Bahía de Todos Santos Tesis Profesional Escuela Superior de Ciencias Marinas UABC pp 13

Tamiyama T. 1976 Marine Pollution and Prevention Seminarios de contaminación mimioografiados. UCM UABC Ensenada B.C.

Turk A. J. Turk and J.T. Wittes 1982 Ecología Contaminación medio ambiente primera edición Nueva editorial Interamericana pp 45. 227

United National Environmental Programe 1982 The health of the oceans regional seas report and studies No. 13 pp 42-44

U.S. Food and Drug Administration (USEFDA) 1984 Action levels
for chemical and poisons substances U.S. Department
of Health Education and Welfare Public Health Service.

U.S.EPA Chemical Branch 1988 Pesticides and Industrial
chemicals Repository Research Triangle Park, NC 27711

Villaescusa Celaya J. A. 1987 Hidrocarburos clorados en
moluscos del valle de Mexicali y alto Golfo de
California Tesis Profesional Facultad de Ciencias
Marinas UABC pp 45-47

Ware G. W. 1978 The pesticide book W. E. Freeman and
Company Ed. pp 197

Williams C. 1967 La tercera generación de plaguicidas
Química y Ecósfera Selecciones Scientific American
McGraw Hill pp 139-144

Woodwell G. M., Nurter C. F. and Isaacson P.A. 1967 DDT
residues in east coast estuary A case of biological
concentration as a persistent insecticide Sciences 156
pp 821-824

Young D. R., Heesen T. C., McDermott D. J. 1976 An offshore
Biomonitoring System for Chlorinated Hydrocarbons Mar.
Poll. Bull. vol. 7 No. 8 pp 156-159

Fe de errata

Pagina	Renglon	Dice	Debe decir
III	8	Muestreo	Muestreo
1V	17	Modiolus	Modiolus
6	5	de acuerdo	de acuerdo
7	18	Montoya-Castro	Castro-Montoya
11	4	enjuaga	enjuaga
12	9	transportador	transportador
12	21	transfiere	transfiere
22	11	através	a través
24	19-22	transporte	transporte
24	20	adherido	adherido
25	8	transportado	transportado
33	7	fitoplankton	fitoplankton
34	3	Organisms	Organisms
34	3	transport	transport
35	13	D.	H.
35	14	La Gringa	Norte
35	19	sistem	system
36	7	Bivalves	Bivalves
36	20	Schneider	Schneider
37	1	Esuer	Esuer
37	11	biológico	biológico
37	13	en la	en la
38	15	profesinal	profesional
41	13	havy	heavy
41	18-19	Souther	Southern
42	7	Principales	Principles