

**VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL DE PESTICIDAS
ORGANOCORADOS EN EL MEJILLON
Mytilus californianus (Conrad) DE BAJA CALIFORNIA**

PARTE I

por

Efraín Abraham Gutiérrez-Galindo
Sergio Adolfo Sañudo Wilhelmy
Bernardo P. Flores Báez

Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Apdo. Postal 453
Ensenada, Baja California, México

RESUMEN

Concentraciones de pesticidas organoclorados (DDT y metabolitos, heptacloro, epóxico de heptacloro y aldrín) fueron medidos en el mejillón *Mytilus californianus* para determinar su variación espacial y temporal en la costa norte de Baja California (de la frontera E. U. A. - México a Bahía San Quintín al sur, aproximadamente 200 km). Los niveles de DDT (metabolito DDE) fueron mayores comparados con el resto de organoclorados para cada localidad. Análisis de DDT en tejido fresco (gonada, branquias, víscera, manto-músculo) del mejillón fueron realizados. Detectándose valores máximos en las vísceras y mínimos en el manto-músculo. Se compara temporalmente los niveles de DDT total obtenidos en *M. californianus* con trabajos similares encontrados en la literatura para la región norte de Baja California.

ABSTRACT

Concentrations of organochlorine pesticides (DDT and metabolites, heptachlor, heptachlor epoxide and aldrin) were measured in the California mussel *Mytilus californianus* to determine their spatial and temporal variations off the northern Baja California coast from the U.S.A. - Mexican Border (approximately 200 km.) south to Bahía San Quintín. The DDT (DDE metabolite) levels were relatively high compared to the other organochlorines at each location. Mussel tissue samples were removed for DDT analysis and dissected into gonads, gills, viscera, mantle-muscle. Maximum and minimum values were detected in the viscera and the mantle-muscle, respectively. A temporal comparison of total DDT levels with the data available in the literature relevant to *M. californianus* samples collected in the Northern region of Baja California was also noted.

INTRODUCCION

La contaminación del medio ambiente marino por pesticidas organoclorados ha manifestado problemas en la salubridad de especies marinas principalmente en las que presentan un recurso explotable para el hombre: peces, crustáceos y moluscos. El impacto biológico de estos compuestos orgánicos sintéticos, entre los cuales destaca el insecticida DDT y en particular su metabolito DDE en el ecosistema marino del sur de California, E. U. A. y Baja California, México, ha sido señalado. Estudios en estas regiones han detectado niveles y efectos nocivos de estos hidrocarburos clorados en pelícanos (Risebrough et al., 1970), en leones marinos De Long et al., 1973), en peces (Duke y Wilson, 1971); Velarde, 1973), en moluscos (Young et al., 1976a; Risebrough et al., 1980; Gutiérrez-Galindo, 1980; Cajal-Medrano y Gutiérrez-Galindo, 1981) en partículas atmosféricas (Young et al., 1976b), en agua (Young y Heesen, 1974) y en sedimentos McDermott et al., 1974). Trabajos de 1960 a 1970 muestran que los niveles de compuestos de DDT en agua, invertebrados y vertebrados del sur de California E. U. A, fueron los más altamente registrados que en cualquier otro ecosistema costero del mundo (Risebrough et al., 1976a).

Paralelamente de los aspectos sanitarios, los moluscos filtroalimentadores han sido utilizados en los años precedentes no sólo como indicadores de contaminación por hidrocarburos clorados en la zona costera (Koeman et al., 1968; Risebrough et al., 1976b; De Lappe et al., 1979), sino también como indicadores de tóxicos químicos minerales y orgánicos (metales, compuestos radiactivos, hidrocarburos) (Stephenson et al., 1979; Young y Folsom 1973; Clark y Finley 1973; Di Salvo et al., 1975; Marchand y Cabane 1980). Goldberg y otros investigadores (1975-1978) sugieren utilizar el mejillón *Mytilus* sp. como un eficiente centinela para la vigilancia de tóxicos en el medio marino costero.

La extensión de la contaminación por hidrocarburos clorados y su repercusión en especies marinas en Baja California es poco conocida. En este trabajo se midieron los niveles existentes de pesticidas organoclorados (DDT y metabolitos, aldrin, heptacloro, epóxico de heptacloro) en el mejillón *M. californianus* (Conrad) que habita en esta región. Discutiendo los resultados de este estudio intentamos observar la variación espacial y temporal de dichos plaguicidas en este molusco. Se examinaron residuos de DDT en tejidos blandos del mejillón (gonada, músculo-manto, branquias, vísceras), con el objetivo de determinar el sitio del tóxico en el organismo. Se reporta una descripción de cada localidad muestreada y parámetros hidrológicos (temperatura, salinidad, oxígeno, potencial hidrógeno).

MATERIALES Y METODOS

Se colectaron mensualmente mejillones *M. californianus* (talla 4-6 cm, 40 organismos) durante el período de febrero a septiembre 1982 en cada una de las ocho localidades (escogidas de acuerdo a la abundancia y disponibilidad de bancos

de mejillón) situadas a lo largo de la costa norte de Baja California (Frontera E.U. A.-México hasta la Bahía de San Quintín al sur) (Fig. 1).

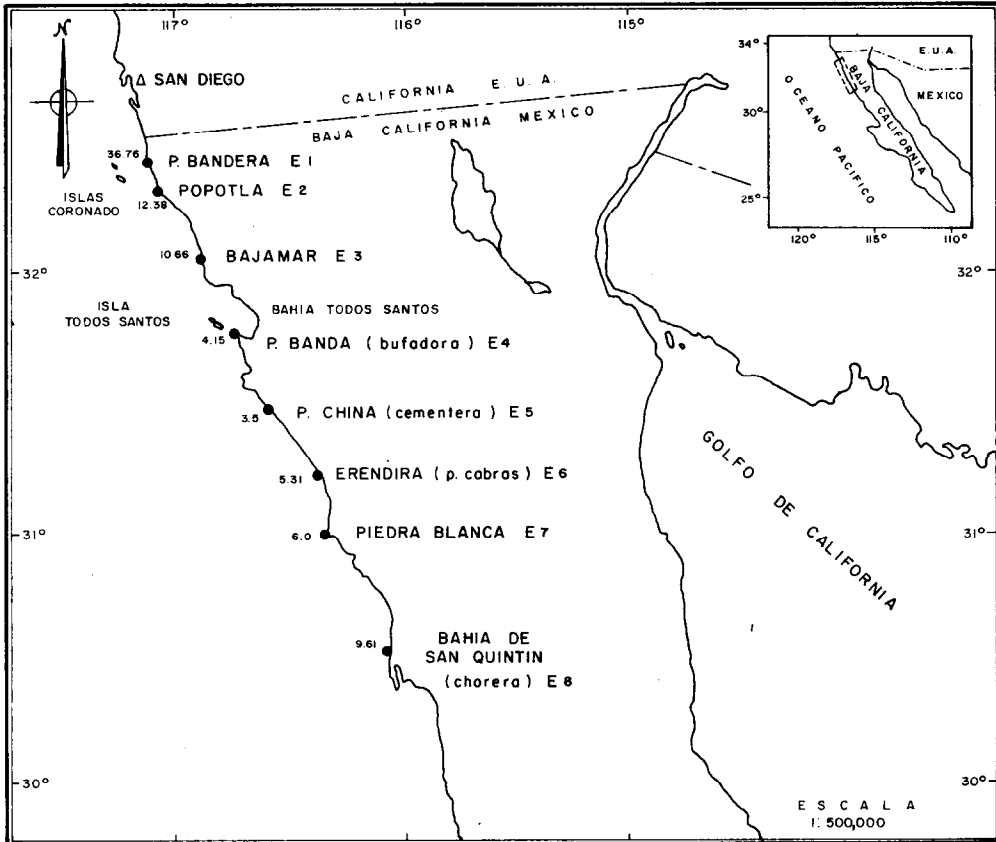


Fig. 1. Estaciones de muestreo de *Mytilus californianus* en la zona de entremareas. Media de valores de DDT medidos en 10^{-9} g g^{-1} expresados en peso húmedo.

Los organismos muestreados fueron inmediatamente transportados al laboratorio, enjuagados con agua destilada, envueltos en papel aluminio y congelados -20°C hasta su análisis posterior. Para cada análisis químico las partes blandas de 10 mejillones fueron homogeneizadas. Se disectaron tejidos seleccionados del organismo (gonadas, branquias, vísceras, músculo-manto) en Popotla (E_2), Bufadora (E_4), Pta. Cabras (E_6) y Chorera (E_8). El procedimiento químico y determinación del contaminante en el organismo fue de acuerdo a la metodología descrita por Young et al. (1976a). La muestra tratada fue inyectada a un cromatógrafo de fase gaseosa (Varian 3700) equipado con un detector de captura de electrones ^{63}Ni . Las condiciones de operación fueron las siguientes: Temperatura del inyector,

VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL DE PESTICIDAS

columna y detector de 230, 200 y 290°C respectivamente, con un flujo de una mezcla de 95 % argon 5 % metano de 30 ml/min. En una columna de vidrio de 6 pies de longitud con 6 mm de diámetro externo y 2 mm de diámetro interno, empacada con 1.5 % OV-17, 1.95 % QF-1 mesh 80/100 gas Chrom Q. La identificación de los hidrocarburos clorados se efectuó mediante la comparación de los tiempos de retención en la columna cromatográfica del patrón (U.S., E.P.A., Analytical Chemistry Branch) con el tiempo de retención de la muestra. Los cálculos del compuesto se realizaron por diferencia de altura de pico del patrón con respecto al de la muestra problema.

En cada localidad (Fig. 1) una descripción del área y mediciones In-Situ de temperatura (T°C) (termómetro de cubeta) y de pH (aparato portátil photo volt 126 a) fueron efectuadas. Muestras de agua fueron transportadas al laboratorio para su inmediato análisis de salinidad (S ‰) (método de salinómetro conductímetro) y de oxígeno disuelto (OD) (método descrito por Strickland y Parsons, 1972).

RESULTADOS

La tabla 1 presenta la variación espacial y temporal de DDT, heptacloro, epóxico de heptacloro y aldrin en *M. californianus* colectado en la zona de estudio. Es inmediatamente aparente que el DDT presenta los niveles más elevados. El resto de los pesticidas organoclorados fueron detectados a bajos niveles y solo en ciertos meses en las diferentes localidades. El valor máximo de DDT total se observa en Punta Bandera (36.76 ng g⁻¹) y el valor mínimo en Punta China (3.5 ng g⁻¹). Un análisis de varianza (prueba t student a un $\alpha=0.05$) (Sokal y Rohlf, 1969) indica que la contaminación por DDT total en Punta Bandera es significativamente mayor a la medida en el resto de las localidades. Los valores máximos de heptacloro se observaron en Baja Mar (0.49 ng g⁻¹), Punta Banda (0.5 ng g⁻¹) y San Quintín (0.52 ng g⁻¹) presentando una diferencia significativa mayor en su concentración al resto de las localidades. Para el epóxico de heptacloro el valor máximo se registró en Baja Mar (8.02 ng g⁻¹) y los mínimos en Punta Bandera (1.99 ng g⁻¹) y Popotla (1.15 ng g⁻¹). El análisis estadístico muestra que en estas dos localidades la contaminación por epóxico de heptacloro es significativamente menor. Las concentraciones de aldrin medidas en Punta Bandera (0.21 ng g⁻¹), Popotla (0.6 ng g⁻¹), Baja Mar (0.31 ng g⁻¹) y Punta China (0.15 ng g⁻¹) fueron las máximas detectadas, presentando una diferencia significativamente mayor al resto de las localidades muestreadas.

Tabla 1. Variación espacial y temporal de DDT, heptacloro (H), epóxico de Heptacloro (EH) y aldrin (A) en *M. californianus* colectado en la costa norte de Baja California. Valores en ppb (10^{-9} g g⁻¹) expresado en peso húmedo.

VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL DE PESTICIDAS

LOCALIDAD	RESIDUO	18/19/II/82	8/9/III	16/20/IV	3/4/V	3/4/VI	5/6/VII	5/6/II/VIII	2/3/IX	n	MEDIA	DP-
E ₁	DDT*	74.91**	57.99	28.57	18.71	30.78	24.37	29.72	28.98	8	36.76	19.29
	H	0.47	6.00	tr***	0.07	0.18	0.34	0.09	0.15	7	0.27	0.20
	EH	2.25	3.11	nd****	nd	1.15	nd	1.45	nd	4	1.99	0.88
	A	0.71	0.06	0.11	tr	0.13	0.08	0.10	0.29	7	0.21	0.23
E ₂	DDT	7.37	9.24	40.08	9.66	5.17	9.47	13.24	4.78	8	12.38	11.52
	H	0.11	0.15	0.23	1.02	0.23	0.29	0.43	0.22	8	0.34	0.29
	EH	0.48	1.21	2.47	0.49	0.15	nd	2.13	nd	6	1.15	0.96
	A	tr	nd	1.66	tr	nd	0.07	0.07	nd	3	0.60	0.02
E ₃	DDT	11.37	8.48	11.23	6.05	7.96	28.03	6.25	5.88	8	10.66	7.95
	H	0.26	0.30	0.86	0.24	0.91	0.04	0.60	0.71	8	0.49	0.32
	EH	4.99	6.09	12.97	nd	nd	nd	nd	nd	3	8.02	4.32
	A	tr	0.25	0.33	0.19	0.31	0.45	0.34	0.29	7	0.31	0.08
E ₄	DDT	2.43	5.56	7.31	3.98	2.74	2.82	4.91	3.45	8	4.15	1.68
	H	0.22	0.28	0.87	0.28	1.31	0.23	0.05	0.73	8	0.5	0.43
	EH	0.72	2.09	13.24	nd	nd	nd	0.08	nd	4	4.03	6.19
	A	nd	nd	tr	0.04	0.07	0.03	tr	0.08	6	0.06	0.02
E ₅	DDT	8.47	2.16	2.01	2.91	4.51	3.08	2.38	2.46	8	3.50	2.16
	H	0.44	tr	0.11	0.08	0.26	0.15	0.07	0.06	7	0.17	0.14
	EH	5.07	1.80	2.03	nd	nd	nd	nd	nd	3	2.47	1.83
	A	nd	tr	0.03	nd	0.27	nd	nd	nd	2	0.15	0.17
E ₆	DDT	3.95	12.07	3.95	5.18	5.94	2.96	2.92	5.51	8	5.31	2.95
	H	0.74	0.32	0.12	0.10	0.16	0.07	0.13	0.16	8	0.22	0.22
	EH	nd	5.22	2.28	nd	nd	nd	3.38	nd	3	3.63	1.49
	A	nd	0.07	nd	0.05	tr	0.04	0.02	0.03	5	0.04	0.02
E ₇	DDT	4.76	4.03	5.26	6.24	6.28	5.47	11.62	4.37	8	6.0	2.41
	H	tr	0.19	0.10	0.09	0.08	0.09	0.19	0.06	7	0.11	0.05
	EH	4.63	3.89	7.22	nd	nd	nd	5.25	nd	4	5.25	1.43
	A	nd	tr	nd	tr	tr	0.01	0.04	0.03	3	0.03	0.01
E ₈	DDT	5.47	33.59	11.92	6.41	4.76	3.29	5.15	6.26	8	9.61	10.01
	H	0.17	0.60	0.52	0.43	0.58	0.42	0.54	0.87	8	0.52	0.20
	EH	5.24	3.73	7.27	nd	nd	nd	7.33	nd	4	5.89	1.74
	A	0.07	nd	tr	tr	tr	tr	0.07	tr	2	0.07	0.01

* DDT – op', pp' (DDE – DDD – DDT)

** Valor promedio de dos análisis individuales

*** tr valor inferior a $0.01 \cdot 10^{-9}$ g g⁻¹

**** nd no detectado

– DP desviación patrón

La Fig. 2 (a) representa la concentración total promedio de los metabolitos del DDT detectados en las diferentes localidades. El pp'DDE presentó una mayor frecuencia y concentración en el organismo a excepción del op'DDE registrado en Popotla. En la Fig. 2 (b) se indica la significancia inter-metabolito (prueba t student) registrada en *M. californianus*. Siendo el pp'DDE el metabolito mayor y el op'DDD menor detectado en el organismo.

La Tabla 2 presenta los residuos de DDT total en el tejido fresco del organismo colectado. En la Tabla 3 se reporta una descripción del área muestreada y los valores promedio de los parámetros hidrológicos medidos en las diferentes localidades.

DISCUSION Y CONCLUSION

La variación temporal y espacial de los pesticidas organoclorados examinados en *M. californianus* en las diferentes localidades (Tabla 1) no se apegaron a un patrón definido. Es difícil determinar la causa de este fenómeno; sin embargo, en un trabajo de Marchand y Cabane (1980), señalan que la bio-acumulación depende de un cierto número de factores interrelacionados entre el medio receptor (condición del medio ambiente), el tóxico (comportamiento físico-químico y geoquímico del tóxico en el medio ambiente) y la especie considerada (ciclo y "stress" fisiológico a la agresión). Estos factores pueden modificar las cinéticas y las tasas de acumulación y de eliminación del tóxico en el organismo.

En la Fig. 2 se observa que el DDT y sus metabolitos (op'DDE, pp'DDE, op'DDD, pp'DDT) fueron detectados en algunas muestras de las diferentes localidades. El pp'DDE fue detectado con mayor frecuencia y presentó los niveles más altos. Dato indicativo de un proceso de transformación del DDT. O'Brien (1967), señala que en condiciones alcalinas el DDT se degrada fácilmente a DDE.

La Tabla 2 presenta los valores de DDT en los distintos tejidos analizados de *M. californianus* en cuatro localidades. Observándose un valor máximo en las vísceras y un mínimo en el músculo-manto. Sin embargo el análisis estadístico (t student $\alpha = 0.05$) no mostró diferencias significativas de las concentraciones de DDT en los tejidos examinados. Según O'Brien (1967), la persistencia del pesticida organoclorado puede depender del tipo de sustrato a que se adhiera, a la temperatura, al pH y a los microorganismos que existan.

De acuerdo a la legislación mexicana (S.A.R.H., 1979) relativa al agua y contaminación de áreas de acuicultura (cultivo de mariscos para consumo directo), los parámetros medidos de temperatura, potencial hidrógeno y oxígeno disuelto (Tabla 3) no afectaron el valor permitido. Los niveles de DDT total medidos (Tabla 1) en *M. californianus* presentan un orden de magnitud inferior al límite de tolerancia para consumo humano (5 mg Kg^{-1}) establecido por la F.D.A. U.S.A. (1969).

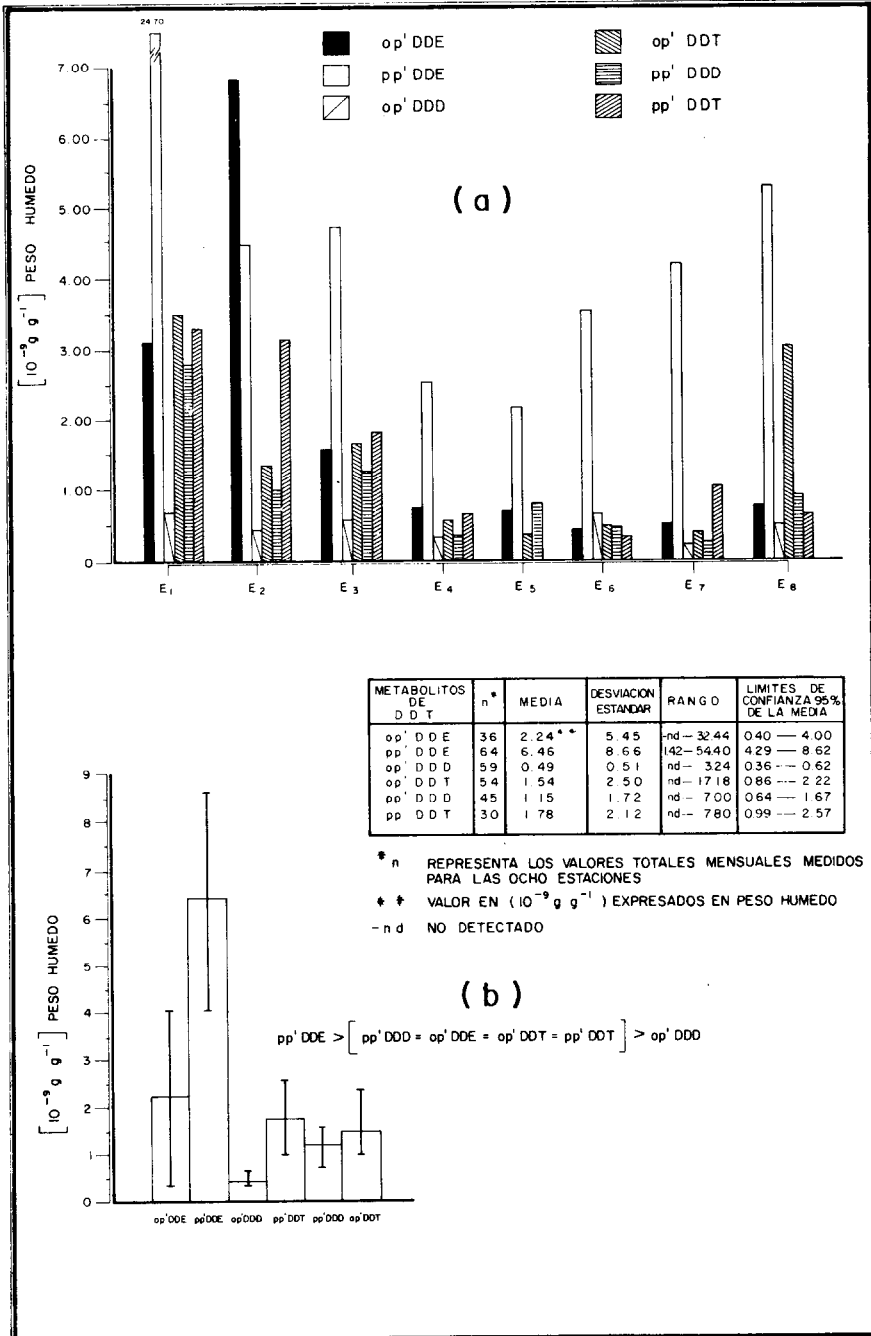


Fig. 2. Concentración total promedio de metabolitos (a) y significa intermetabolito (b) registrada del DDT en el mejillón *M. californianus* colectado de febrero a septiembre en la costa norte de Baja California.

VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL DE PESTICIDAS

VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL DE PESTICIDAS

* Desviación estándar.

Tabla 2. Residuos de DDT en tejido fresco del mejillón *M. californianus* colectado en Popotla, P. Banda, Eréndira y San Quintín, B. C. Valor expresado en 10^{-9} g g⁻¹.

LOCALIDAD	TEJIDOS	8/9/III	3/4/IV	5/6/VII	2/3/IX	n	MEDIA	DE*	LIMITES DE CONFIANZA DE LA MEDIA 95 %
E2-E4 E6-E8	gónadas	9.0-7.3-25.1-20.9	6.6-4.3-5.7-6.8	10.9-5.2-3.0-2.5	15.3-4.6-5.5-6.3	16	8.68	6.43	5.15 a 12.11
	branquias	6.5-1.8-6.4-19.2	2.8-0.3-0.7-2.2	9.1-20.0-1.8-1.2	4.2-1.2-2.2-2.9	16	5.16	6.12	1.90 a 8.42
	vísceras	13.2-9.2-17.5-72.8	15.9-5.9-8.2-8.0	22.7-7.0-5.8-5.4	10.4-5.7-5.3-7.9	16	13.79	16.51	4.99 a 22.59
	músculo y manto	2.5-2.3-7.5	2.8-1.3-1.9-3.6	3.3-1.0-1.0-1.8	2.3-1.1-2.1-1.4	15	2.99	2.60	1.55 a 4.43

Tabla 3. Descripción del área y valores promedio (\bar{x}) con rangos de los parámetros hidrológicos medidos durante el período de colecta (febrero - septiembre 1982) del mejillón *M. californianus*.

LOCALIDAD		TEMPERATURA °C	SALINIDAD g/kg	OXIGENO DISUELTO	PH	CONTAMINACIÓN OBSERVADA	CARACTERISTICAS DEL AREA
E ₁	\bar{X}	15.90	34.24	8.41	8.22	NINGUNA	ROCOSA
	RANGO	14.50 - 17.00	33.65 - 34.40	7.91 - 9.89	7.80 - 8.46		
E ₂	\bar{X}	16.16	34.25	8.21	8.29	DESAGUE DOMESTICO	ROCOSA
	RANGO	14.50 - 17.90	33.70 - 34.45	7.70 - 9.71	8.05 - 8.60		
E ₃	\bar{X}	16.43	34.23	8.37	8.26	DESAGUE DOMESTICO	ROCOSA
	RANGO	15.20 - 19.40	33.66 - 34.40	7.59 - 9.17	8.00 - 8.50		
E ₄	\bar{X}	15.33	34.42	8.40	8.11	NINGUNA	ROCOSA
	RANGO	12.50 - 18.00	33.87 - 34.66	7.83 - 9.21	7.70 - 8.40		
E ₅	\bar{X}	14.26	34.46	8.19	8.08	NINGUNA	ROCOSA
	RANGO	10.60 - 18.00	33.89 - 34.77	7.59 - 9.10	7.80 - 8.35		
E ₆	\bar{X}	15.71	34.33	8.26	8.23	NINGUNA	ROCOSA
	RANGO	14.40 - 23.00	33.77 - 34.52	7.59 - 9.93	8.00 - 8.70		
E ₇	\bar{X}	15.48	34.36	8.56	8.19	NINGUNA	ARENOSA ROCOSA
	RANGO	12.70 - 18.40	33.81 - 34.60	7.50 - 10.14	7.90 - 8.40		
E ₈	\bar{X}	15.86	34.35	7.90	8.23	NINGUNA	ROCOSA
	RANGO	12.60 - 19.00	33.87 - 34.50	7.14 - 8.80	8.10 - 8.50		

Es interesante comparar temporalmente los valores de DDT medidos en *M. californianus* en este estudio con dos trabajos similares que la literatura reporta para esta región. La Tabla 4 presenta las determinaciones cuantitativas de DDT señaladas por Suárez y Acosta (1976) y por Gutiérrez-Galindo (1980). Generalmente las concentraciones de DDT observadas en este estudio presentan diferencias sustanciales menores a las medidas por Suárez y Acosta, y semejantes a las indicadas por Gutiérrez-Galindo. Posiblemente este decremento refleja diferencias en la concentración de DDT en el agua y en sedimentos, el cual ha sido influenciado por la reducción en su uso desde 1970 en los campos agrícolas de la región de Baja California (Salas, S.A.R.H. comunicación personal).

En lo que refiere a las fuentes que contribuyen a una contaminación por DDT en esta zona de estudio (Fig. 1) pueden presumiblemente deberse a varios fenómenos: A un patrón particular de transporte de corriente costera del sur de California, U.S.A. a Baja California; a escurrimiento de agua proveniente de áreas agrícolas (principlamente E4, E6, E7, E8) y a la circulación atmosférica.

Es recomendable que investigaciones similares a este estudio sean realizadas en los próximos años con la finalidad de obtener mayor información sobre la naturaleza y evolución de estos pesticidas organoclorados en particular el DDT que parece exhibir un decremento sustancial en su concentración en el mejillón *M. californianus*.

Tabla 4. Comparación temporal de niveles de DDT total en el mejillón *M. californianus* de la costa norte de Baja California.

LOCALIDAD	PERIODO DE MUESTREO	Min.	\bar{X}	Max.	REFERENCIA
P. Bandera Popotla Jatay—Baja Mar P. Banda	Julio 1973		0.642* 0.347 0.201 0.201		Suárez y Acosta 1976
Popotla P. Banda P. China Eréndira	Sept. 1977 Enero 1978	2.13 1.97 1.86 2.35	3.4 2.2 4.0 5.6	5.63 2.59 8.64 7.62	Gutiérrez-Galindo 1980
P. Bandera Popotla Baja Mar P. Banda P. China Eréndira	Febrero a Sept. 1982	18.7 4.7 6.0 2.4 2.0 2.9	36.7 12.3 10.6 4.1 3.5 5.3	74.9 40.0 28.0 7.3 8.4 12.0	Valores medidos en este estudio

* ppm expresado en peso seco.

** ppb expresado en peso húmedo

LITERATURA CITADA

- CAJAL-MEDRANO R. et E. A. Gutiérrez-Galindo, 1981. Concentration et distribution du DDT dans les huitres *Crassostrea gigas* et *Ostrea edulis* sur la cote de Basse Californie. Rev. Int. Océanogr. Méd. Tome LXII pp 39-45.
- CLARK, R. C. Jr. y J. S. Finley, 1973. Paraffin hydrocarbon patterns un petroleum polluted mussels. Mar. Pollut. Bull (4): 172-176.
- DE LAPPE, B.W., Risebrough R.W. y Young, D.R., 1979. Changes in the levels of DDE and PCB contamination of California coastal waters, (1971-1977); use of the mussel *Mytilus californianus* as an indicator species. Proceedings of the International Symposium on Multimedia Global Monitoring of Environmental Pollution, Riga 11-16 Dec, 1978.
- DE LONG, R.L. Gilmartin. W.G. y Simpson, J.G. 1973. Premature births in California sea lions: Associations. with high organochlorine pollutants residue levels. Science, (181): 1168 - 1169.
- DI SALVO H., Guard F. y Hunter L., 1975. Tissue hydrocarbon burden of mussels as potential monitor of environment hydrocarbon insult. Environ. Sci. Technol. 9 (3): 241 - 251..
- DUKE, T.W. y Wilson, A.J. Jr. 1971. Chlorinated hydrocarbons in livers of FISHING NEW INTERNATIONAL, 1969. Pesticides limit applied in U.S.A.(8):85
Fishing New International, 1969. Pesticides limit applied in U.S.A. (8):85.
- GOLDBERG E.D., 1975. The mussel watch. A first step in global marine monitoring. Mar. Pollut. Bull, (6): 111.
- GOLDBERG 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 E., 1978 - The mussel watch. Environ. Conserv., 5 (2): 1-25.
- GUTIERREZ-GALINDO E.A. 1980. Distribution et variation des taux du DDT dans la moule *Mytilus californianus* sur la cote Nord-Occidentale de Basse Californie. Rev. Int. Océanogr. Méd. Tome LVIII pp 59-67.
- KOEMAN J.H., Veen, J., Brouwer, E., Huisman-de Brouwer, L. y Koolen, J.L. 1968. Residues of chlorinated hydrocarbon insecticides in the North Sea environment. Helgolander Wiss. Meeresunters., (17): 375-380.
- MARCHAND M. et Cabane F. 1980. Hydrocarbures dans les moules et les huitres. Rev. Int. Océanogr. Méd. Tome LIX pp 3-30.

- McDERMOTT, D.J., Heesen, T.C. y Young, D.R. 1974. DDT in bottom sediments around five southern california outfall systems. Rept. tm 217. Long Beach, Calif. So. Calif. Coastal water Res. Proj.
- O'BRIEN, R.D. 1967. Insecticides: Action and metabolism. Academic Press. New York and London.
- RISEBROUGH, R.W., J.D. Davis y D.W. Anderson, 1970. Effects of various chlorinated hydrocarbons pp 40-53 in J.W. Gillett ed., The Biological impact of Pesticides in the Environment. Environmental Health Science Series 1, Oregon State University, Corvallis U.S.A.
- RISEBROUGH, R.W., De Lappe B.W. y Walker W. II. 1976a. Transfer of higher molecular weight chlorinated hydrocarbons to the marine environment pp 261-321. In marine Polluant Transfer. H.L. Windom and R.A. Duce eds. D.C. Heath and Co. Lexington Mass. Tor. pp 391
- RISEBROUGH, R.W., De Lappe B.W. y Schmidt T.T. 1976b. Bio-accumulation factors of chlorinated hydrocarbons between mussels and seawater. Mar. Pollut. Bull. 7 (12): 225-228.
- RISEBROUGH R.W., De Lappe B.W., Letterman E.F., Lane J.L., Firestone-Gillis M., Springer A.M. y Walker II W. 1980. California mussel watch 1977-78 Vol. III Organic Polluants in mussels *Mytilus californianus* and *M. edulis* along the California Coast. Water Quality Monitoring Report No. 79-22 pp 75-80. Bodega Marine Laboratory P.O. Box 247 Bodega Bay, California 94923 U.S.A.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS (S.A.R.H.), 1979. Legislación relativa al agua y su contaminación. Dirección General de Protección y Ordenación Ecológica. pp 45.
- SOKAL R. y Rohlf F.J. 1969. Biometry Ed. W.H. Freeman and Co. San Francisco: 186-193.
- STEPHENSON M.D., Martin M., Lange S.E., Flegal A.R., Martin J.H. 1979 Trace metal concentrations in the California Mussel *Mytilus californianus*. California Mussel Watch 1977-1978 Vol. II. Water Quality Monitoring Report No. 79-22. Californic Dept. Fish and Game State Mussel Watch Proj. 2201 Garden Road Monerrey, Ca. 93940 U.S.A.
- STRICKLAND J. D. H., y Parsons T.R. 1972. A practical hand book of sea water analysis. Fisheries Research Board of Canada. Bull (167): 21-26.

VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL DE PESTICIDAS

- SUAREZ VIDAL C.E. y Acosta Ruiz M.J. 1976. Distribución de las concentraciones de DDT en mejillón *Mytilus californianus* en la parte noroccidental de la Baja California. Ciencias Marinas 3 (2): 1-7.
- VELARDE RODRIGUEZ A., 1973. Niveles de hidrocarburos clorados en corvina *Cynoscion nobilis* y las especies que componen su dieta alimenticia en la costa Nor-Occidental de Baja California, Tesis Profesional E.S.C.M. U.A.B.C. Ensenada, B.C., México.
- YOUNG D.R., y Folsom, T.R. 1973. Mussels and barnacles as indicators of the variation of ^{54}Mn , ^{60}Co and ^{65}Zn in the marine environment. In Radioac. Contam. of the Marine Environ. pp 633-650. Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency.
- YOUNG D.R. y Heesen T.C. 1974. Inputs and distributions of Chlorinated hydrocarbons in three southern California harbors, Rept. T M 2 14 Long Beach, Cal. So Calif Coastal Water Res. Proj.
- YOUNG D.R., Heesen T.C. y McDermott D.J., 1976a. An off shore biomonitoring System for chlorinated hydrocarbons. Mar. Pollut. Bull. 7 (8): 156-159.
- YOUNG D.R., D.J. McDermott y T.C. Heesen, 1976b. Aerial fallout of DDT in Southern California. Bull Environ. Contam. Toxicol. 16 (5): 604-611.