

PRESENCIA DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS EN DOS SISTEMAS LAGUNARES DEL ESTADO DE CHIAPAS, MÉXICO

Lucía RUEDA, Alfonso V. BOTELLO y Gilberto DIAZ

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, Apartado Postal 70-310, México 04510 D. F.

(Recibido mayo 1996, aceptado noviembre 1997)

Palabras clave: plaguicidas organoclorados, contaminación costera, lagunas costeras, sedimentos, camarón blanco, pargo prieto

RESUMEN

Los niveles de plaguicidas organoclorados (aldrin, endrin, dieldrin, heptacoloro, epóxido de heptacoloro, endosulfán I, endosulfán II, endosulfán sulfato, p,p'-DDD, p,p'-DDE y p,p'-DDT, alfa, beta, gama y delta HCH) fueron determinados en muestras de sedimentos y organismos (*Penaeus vannamei* y *Lutjanus novemfasciatus*) de los sistemas lagunares Chantuto-Panzacola y Carretas-Pereyra durante el ciclo 1994-1995. La concentración promedio más alta de plaguicidas organoclorados (120.43 ng g^{-1}) se registró en el sistema lagunar Carretas-Pereyra con respecto a la observada (47.91 ng g^{-1}) en el sistema Chantuto-Panzacola. Con relación a los organismos, *L. novemfasciatus* presentó niveles totales de plaguicidas organoclorados más elevados (93.90 ng g^{-1}) que *P. vannamei* (21.42 ng g^{-1}). Los compuestos predominantes en sedimentos fueron endosulfán II, aldrin y epóxido de heptacoloro, en *P. vannamei* p,p'-DDE y heptacoloro mientras que en *L. novemfasciatus* fueron heptacoloro y aldrin. La presencia de este tipo de compuestos en sistemas costeros se debe al uso actual de insecticidas organoclorados, aunque éstos han sido restringidos y prohibidos por las agencias internacionales para su empleo en agricultura y en campañas de salud pública.

ABSTRACT

The levels of organochlorine pesticides (aldrin, dieldrin, heptachlor, heptachlor epoxide, endosulfan I, endosulfan II, endosulfan sulfate, p,p'-DDD, p,p'-DDE and p,p'-DDT, alfa HCH, beta HCH, gamma HCH and delta HCH) were determined in sediments and organisms samples (*Penaeus vannamei* and *Lutjanus novemfasciatus*) from the lagoons Chantuto-Panzacola and Carretas-Pereyra during 1994-1995. The average concentration of organochlorine pesticides for Carretas-Pereyra (120.43 ng g^{-1}) was higher than the concentration registered in the Chantuto-Panzacola sediments (47.91 ng g^{-1}). As regards the organisms, *L. novemfasciatus* showed the total levels of organochlorine pesticides (93.90 ng g^{-1}) more elevated than *P. vannamei* (21.42 ng g^{-1}). The predominant compounds in sediments were endosulfan II, aldrin and heptachlor epoxide; in *P. vannamei* was the p,p'-DDE and heptachlor, while in *L. novemfasciatus* predominate heptachlor and aldrin. The presence of this kind of compounds in coastal lagoons is due to the current use of organochlorine insecticides, though they have been restricted and banned by international agencies, for agricultural and public health purposes.

INTRODUCCIÓN

El estado de Chiapas localizado en el sureste de México, representa uno de los patrimonios ecológicos y culturales más valiosos del país. En su superficie se desarrollan bosques tropicales húmedos, bosques fríos y templados, vegetación costera, bosques de manglar y es un reservorio natural de gran biodiversidad animal. Importantes áreas se dedican a la agricultura, principalmente a plantaciones de café, plátano, mango, soya, sorgo y algodón. También, posee vastos recursos costeros, sien-

do notables sus lagunas cuya economía está basada esencialmente en la pesca de camarón (Toledo 1994).

Sin embargo, para mantener niveles agrícolas productivos, se utilizan extensamente los agroquímicos incluyendo al grupo de plaguicidas organoclorados, cuya toxicidad y alta persistencia los convierte en amenaza para las especies que ahí se desarrollan (Conell 1988, Botello *et al.* 1994). Algunos plaguicidas organoclorados son particularmente tóxicos y sus efectos sobre la biota pueden ser letales o subletales ya que alteran procesos biológicos como la tasa de crecimiento y el intercambio de los

iones de Na y K (Kocan y Landolt 1989, Kirk *et al.* 1994).

A pesar de que el estado de Chiapas posee una elevada producción y un vasto potencial agrícola, en la actualidad se carece de estudios básicos que indiquen la presencia de plaguicidas organoclorados en sus sistemas costeros y su acumulación en especies de valor comercial elevado. Por lo tanto, el objetivo principal de este trabajo fue emanar información actualizada sobre los niveles de plaguicidas organoclorados en sedimentos y biota (camarón y peces) de los sistemas lagunares más productivos de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio incluye la Laguna Chantuto-Panzacola, localizada entre los 92° 45' y 92° 55' de longitud oeste y entre los 15° 09' y 15° 17' de latitud norte y la Laguna Carretas-Pereyra, situada entre los 93° 06' y 93° 15' de longitud oeste y entre los 15° 23' y 15° 32' de latitud norte, ambas en la costa del estado de Chiapas (Fig. 1).

A lo largo de un ciclo anual, se realizaron tres recolectas, dos en la época de secas (abril de 1994 y febrero de 1995) y una en el

período de lluvias (julio de 1994), durante las cuales se obtuvieron sedimentos en 20 estaciones de muestreo en ambas lagunas (Fig. 1), mientras que los crustáceos (*Penaeus vannamei*) y los peces (*Lutjanus novemfasciatus*) se capturaron en sitios específicos. Los sedimentos fueron colectados empleando una draga Van Veen de 5 kg de capacidad de la cual se tomaron 500 g de sedimento, se almacenaron en recipientes de vidrio previamente tratados con hexano bidestilado y se mantuvieron en congelación hasta su análisis posterior. Los peces se colectaron en febrero de 1995 como fauna de acompañamiento del camarón blanco (*Penaeus vannamei*) en el sistema Chantuto-Panzacola. Los camarones peneidos fueron capturados en ambas lagunas, se envolvieron en papel aluminio y se almacenaron en bolsas de polietileno, conservándose en congelación.

Los métodos analíticos usados para la extracción, purificación y cuantificación de plaguicidas organoclorados fueron los descritos por la UNEP (1982) para sedimentos y por la UNEP (1986) para organismos. Ambos se sometieron a un proceso de extracción con 200 ml de hexano bidestilado por 8 h en un aparato Soxhlet y en la separación de las fracciones se emplearon columnas cromatográficas (15 cm de longitud, 3 cm de diámetro interno) empacadas con 13 g de florisil desactivado al 1.25 %,

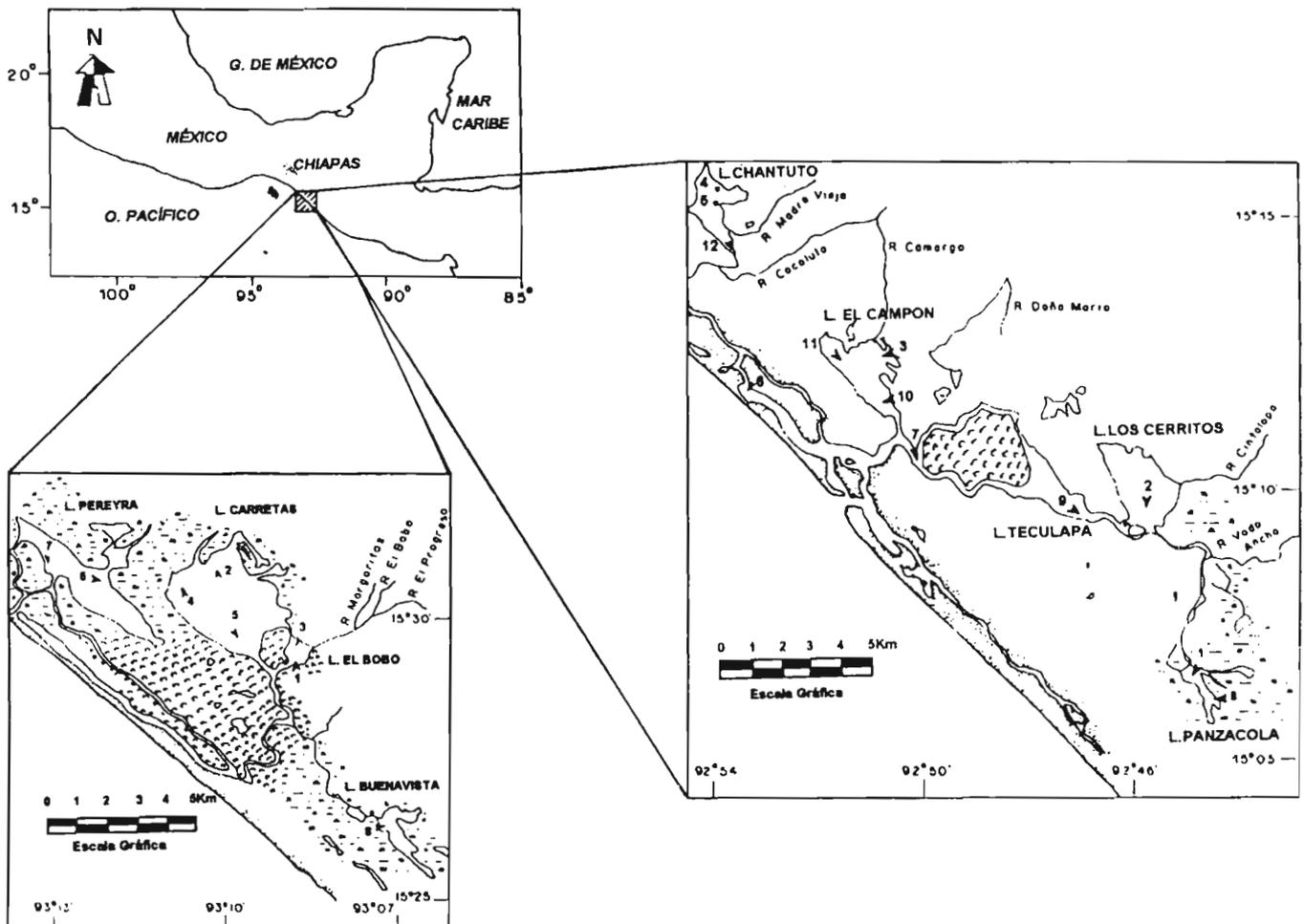


Fig. 1. Localización de las estaciones de muestreo en las lagunas Carretas-Pereyra y Chantuto-Panzacola, Chiapas, México

eluyendo con una mezcla de éter etílico en hexano al 25 % (v/v) para organismos y una mezcla de hexano en éter etílico (v/v) (8:2) en las muestras de sedimentos.

El volumen de cada extracto se concentró en un rotavapor a 5 ml y se inyectó una alícuota de 1µl para ser analizado por cromatografía de gases por medio de un cromatógrafo Hewlett Packard, modelo 5890A, equipado con columnas capilares de sílice fundida de 30 m de longitud x 0.25 mm de diámetro interno y un recubrimiento de 0.25 µm de fenil metil silicón al 5 %. Como gas acarreador se empleó helio con un flujo de 1 ml por minuto, la temperatura del horno se programó de 90°C a 300°C con un incremento de 8°C por minuto, la temperatura del inyector a 260°C y la del detector a 320°C. Se empleó una mezcla estándar de referencia (Cat. 4-8858 Supelco Inc.). El límite mínimo fue de 1×10^{-12} g.

Se realizaron análisis complementarios del contenido de Carbono Orgánico Total (COT) en cada uno de los muestreos y el análisis granulométrico, en el muestreo realizado en febrero de 1995, mediante la utilización de las técnicas de Gaudette *et al.* (1974) y Folk (1974), respectivamente.

organoclorados en sedimentos para cada época de colecta, así como el contenido de carbono orgánico y el tipo de sedimento en los sistemas lagunares estudiados.

Laguna Chantuto-Panzacola. En este sistema predominó el sedimento de tipo limoso y los arenosos se localizaron sólo en las estaciones 6, 7 y 10, en tanto, que la única estación que mostró sedimento arcilloso fue la 4. Los porcentajes de carbono orgánico total corresponden al valor promedio de las determinaciones realizadas en cada época de muestreo. El carbono orgánico presentó un comportamiento heterogéneo con valores en un intervalo de 0.82 a 10.17 % correspondiendo los mayores porcentajes a las estaciones 1 con 10.17 % y 11 con 8.67 %, estos valores son relativamente altos para sistemas costeros tropicales (Contreras 1993).

En la **tabla I A** también se resume el comportamiento de los niveles de plaguicidas organoclorados durante las tres colectas realizadas en esta laguna. Se observa que para la época de secas (abril de 1994 y febrero de 1995) las estaciones con las concentraciones más elevadas fueron la 3 (317.22 ng g⁻¹) y la 9 (53.13 ng g⁻¹) y durante las lluvias (julio de 1994), la estación 7 registró los niveles más sobresalientes (161.62 ng g⁻¹). De manera gráfica se muestra la distribución de plaguicidas organoclorados en la **Fig. 2**. En la estación 3 se encontraron los niveles más altos de plaguicidas y se le localiza cerca de la desemboca-

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **tabla I** se muestra la concentración total de plaguicidas

TABLA I. TIPO DE SEDIMENTO, CONCENTRACIÓN TOTAL DE CARBONO ORGÁNICO (COT) Y CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN LOS SISTEMAS LAGUNARES A, CHANTUTO-PANZACOLA Y B, CARRETAS-PEREYRA, DE CHIAPAS, MÉXICO (1994-1995)

A						
Estaciones	Tipo de sedimento	COT (%)	Plaguicidas organoclorados			$\bar{X}_{ESTACION}$ (ng g ⁻¹)
			Abril 1994	Julio 1994	Febrero 1995	
1	Limo fino	10.17	23.17	53.13	ND	38.15
2	Limo grueso	2.35	36.34	15.45	ND	25.89
3	Limo grueso	1.70	317.22	-	ND	317.22
4	Arcilla gruesa	6.79	13.43	-	ND	13.43
5	Limo grueso	7.63	16.85	-	ND	16.85
6	Arena fina	0.82	33.60	-	44.62	39.11
7	Arena fina	1.45	63.89	161.62	36.09	87.20
8	Limo muy fino	5.86	-	9.67	17.45	13.56
9	Limo grueso	2.24	-	101.99	53.15	77.56
10	Arena muy fina	3.25	-	11.49	21.25	16.37
11	Limo grueso	8.67	-	3.40	3.69	3.55
12	Limo muy fino	7.20	-	12.42	4.15	8.29
\bar{X}_{EPOCA}			72.07	46.15	25.77	
\bar{X}_{LAGUNA}						$\bar{X} = 47.91$
B						
1	Limo muy fino	9.39	17.54	ND	ND	17.54
2	Limo muy fino	7.25	190.28	-	ND	190.28
3	Limo fino	7.21	223.83	-	113.90	113.90
4	Limo muy fino	7.42	67.61	14.60	10.20	30.80
5	Limo muy fino	7.71	77.16	15.68	15.14	35.99
6	Arena muy fina	4.59	-	117.93	22.11	70.02
7	Arena muy fina	1.49	-	138.15	854.44	496.30
8	Limo muy fino	6.95	-	-	37.93	37.93
\bar{X}_{EPOCA}			115.28	71.59	157.30	
\bar{X}_{LAGUNA}						$\bar{X} = 120.43$

- = no se determinó

ND = < límite de detección (1×10^{-12} g)

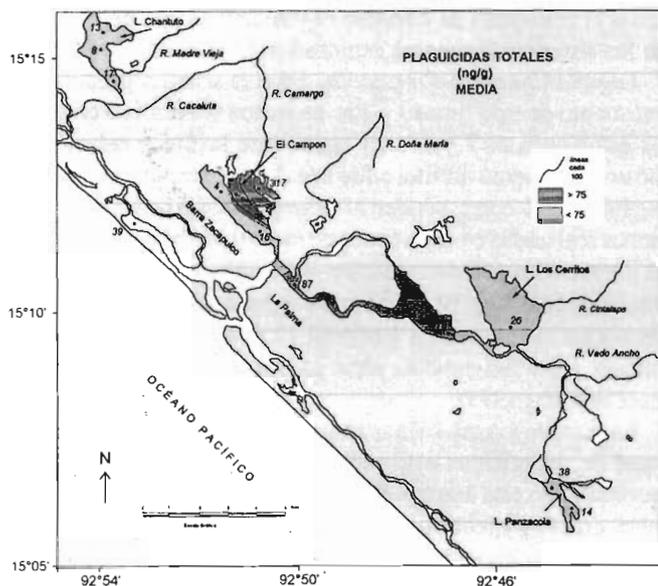


Fig. 2. Distribución de plaguicidas organoclorados (peso seco ng g^{-1}) en sedimentos del sistema lagunar Chantuto-Panzacola, Chiapas, México

dura del Río Camargo, el cual sin duda es una fuente importante de aporte de estos compuestos.

Laguna Carretas-Pereyra. Con respecto al contenido de carbono orgánico en este sistema se observó una distribución homogénea (Tabla I B) y en la mayoría de los casos los porcentajes fueron elevados, destacándose las estaciones 1 (9.39 %) y 5 (7.71 %). La estación 1, que se encuentra ubicada en un sistema denominado El Bobo, es un lugar donde se registra poca circulación, lo cual podría facilitar la concentración de material orgánico en esta zona, además de localizarse cerca de la desembocadura del Río Pampa del Bobo, mismo que recibe los caudales de otros dos ríos de la zona que son el Río Margaritas y el Río Progreso.

En esta laguna el nivel más elevado de plaguicidas organoclorados para el período de secas (abril de 1994) se registró en la estación 3 (223.83 ng g^{-1}) y durante la época de lluvias (julio de 1994) y estiaje (febrero de 1995) en la estación 7 (138.15 ng g^{-1} y 854.44 ng g^{-1}). En la figura 3 se puede observar de manera gráfica el comportamiento de los plaguicidas en la laguna Carretas-Pereyra. Los valores altos presentes en la estación 7, ubicada en el Estero Pereyra, se deben por una parte a la hidrodinámica del sistema y por otra a las altas tasas de evaporación que se presentan de enero a abril (CECODES 1994), lo que provoca que los agroquímicos que ahí se encuentran se concentren en un volumen más pequeño de agua. De los dos sistemas estudiados, la Laguna Carretas-Pereyra registró el valor promedio de plaguicidas más alto (120.43 ng g^{-1}).

En la Laguna Chantuto-Panzacola se obtuvieron valores de $r = 0.30$ con grava, $r = 0.66$ con arenas, $r = -0.48$ con el limo y $r = -0.33$ con las arcillas (febrero de 1995). En la Laguna

Carretas-Pereyra se presentó un coeficiente de correlación de -0.08 con grava, $r = 0.58$ con arenas, $r = -0.54$ con los limos y $r = -0.53$ con las arcillas.

Los coeficientes de correlación más altos se evidenciaron con el material grueso por lo que podría pensarse que justamente donde existen aportes importantes de plaguicidas organoclorados el sedimento prevaleciente sea arenoso y no precisamente debido a alguna relación entre ambos parámetros. Roux y Garrigues (1991) argumentan que la asociación de compuestos orgánicos en sedimentos no es resultado de su hidrofobicidad y dicha asociación la atribuyen principalmente a las características de los sedimentos prevalecientes en cada sitio.

En la tabla II se detallan los compuestos individuales que más destacaron en el sistema lagunar Chantuto-Panzacola durante 1994-1995, estos fueron endosulfán II (250.37 ng g^{-1}) y p,p'-DDE (22.41 ng g^{-1}) ambos en la época de secas (abril de 1994 y febrero de 1995), y epóxido de heptacloro (61.30 ng g^{-1}) en el período de lluvias (julio de 1995). El predominio del endosulfán se explica al considerar que este es uno de los agroquímicos autorizados para su empleo en México (CICOPLAFEST 1996). El predominio del metabolito endosulfán II se atribuye a que este posee un coeficiente de partición octanol-agua (K_{ow}) más alto que el endosulfán I, lo cual indica una mayor tendencia para unirse a los sedimentos y especialmente asociado con coloides (Peterson y Batley 1993). En el intervalo entre 25°C a 35°C el endosulfán I es más sensible a los cambios de temperatura que el endosulfán II, por lo tanto en este sistema donde la temperatura osciló en un intervalo de $33\text{-}35^{\circ}\text{C}$ es más probable encontrar en solución al endosulfán I que al endosulfán II (Meenatchi-Sunderman 1990, Peterson y Batley 1993).

TABLA II. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN SEDIMENTOS (ng g^{-1} peso seco) DE LA LAGUNA CHANTUTO-PANZACOLA, CHIAPAS

Compuestos	Secas	Lluvias	Secas
	Abril 1994	Julio 1994	Febrero 1995
1. Alfa HCH	2.3	2.64	ND
2. Beta HCH	3.7	ND	ND
3. Gama HCH	ND	ND	ND
4. Delta HCH	17.33	0.58	1.94
5. Heptacloro	10.09	ND	9.49
6. Aldrin	4.88	ND	4.74
7. Epóxido de H.	10.17	61.30	ND
8. Endosulfán I	13.82	ND	ND
9. Dieldrin	ND	ND	ND
10. p,p'-DDE	25.16	ND	22.41
11. Endrin	6.76	12.36	ND
12. Endosulfán II	250.37	ND	ND
13. p,p'-DDD	ND	ND	ND
14. Endrin A	8.53	ND	ND
15. p,p'-DDT	28.82	9.09	ND
16. Sulfato de E.	ND	11.50	ND

ND = < Límite de detección ($1 \times 10^{-12}\text{g}$)

Algunos metabolitos sobresalientes tales como el epóxido de heptacloro, una vez incorporados por los organismos acuáticos, suelen ser más nocivos que los compuestos originales, ya

que afectan sitios de acción tóxica incluyendo al ADN (Kirk *et al.* 1994).

En la Laguna Carretas-Pereyra, los compuestos más notables en sedimentos durante la época de secas fueron el heptacloro (23.32 ng g⁻¹) y el delta HCH (21.79 ng g⁻¹) en abril de 1994 y el aldrín (150.71 ng g⁻¹) en febrero de 1995. En tanto, el epóxido de heptacloro (113.12 ng g⁻¹) lo fue en lluvias (julio de 1994) (Tabla III). La abundancia de este agente agroquímico se explica al considerar que anteriormente uno de los cultivos de mayor importancia en Chiapas fue el algodón, para el cual el insumo de compuestos organoclorados principalmente el heptacloro (March *et al.* 1994) era importante y a pesar de su uso hace unas décadas aún se detectan los residuos de este compuesto debido a su alta persistencia.

TABLA III. CONCENTRACIÓN PROMEDIO DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN SEDIMENTOS (ng g⁻¹ peso seco) DE LA LAGUNA CARRETAS-PEREYRA, CHIAPAS

Compuestos	Secas	Lluvias	Secas
	Abril 1994	Julio 1994	Febrero 1995
1. Alfa HCH	3.63	2.47	10.53
2. Beta HCH	19.26	ND	2.24
3. Gama HCH	7.62	ND	ND
4. Delta HCH	21.79	1.42	1.17
5. Heptacloro	23.32	ND	1.52
6. Aldrín	3.45	ND	150.71
7. Epóxido de H.	4.35	113.12	ND
8. Endosulfán I	3.63	ND	ND
9. Dieldrín	3.83	ND	ND
10. p,p'-DDE	3.08	ND	3.73
11. Endrín	4.82	24.51	ND
12. Endosulfán II	3.87	ND	ND
13. p,p'-DDD	8.87	14.61	ND
14. Endrín Aldehído	10.86	ND	ND
15. p,p'-DDT	11.27	ND	ND
16. Sulfato de E.	13.01	ND	ND

ND = < Límite de detección (1x10⁻¹²g)

Es notable también que los niveles de plaguicidas más elevados en ambos sistemas lagunares fueron registrados en la época de estiaje cuando las tasas de evaporación son altas, lo que podría estar facilitando la concentración de estos agroquímicos.

En general, los niveles de plaguicidas organoclorados más altos en sedimentos se registraron en la Laguna Carretas-Pereyra además de observarse una discrepancia en el predominio de los plaguicidas en ambos cuerpos lagunares. En el sistema Carretas-Pereyra dominaron heptacloro, epóxido de heptacloro y aldrín, mientras que en el Sistema Chantuto-Panzacola sobresalieron endosulfán II, p,p'-DDE y epóxido de heptacloro. Cabe señalar que la mayoría de esos compuestos han sido restringidos y prohibidos para su empleo en México debido a su alta toxicidad.

Esta diferencia también puede ser atribuida al uso de los diferentes agroquímicos empleados en los diversos cultivos que se ubican en las cercanías de las lagunas estudiadas y a su grado de aplicación.

Las concentraciones de plaguicidas organoclorados regis-

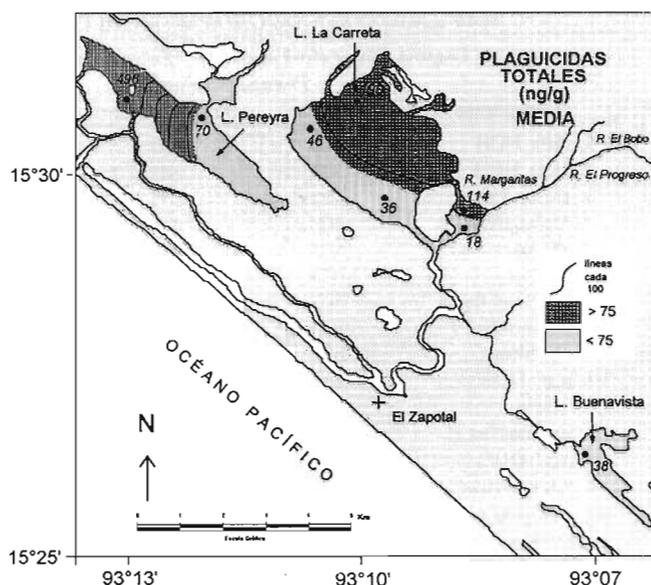


Fig. 3. Distribución de plaguicidas organoclorados (peso seco ng g⁻¹) en sedimentos del sistema lagunar Carretas-Pereyra, Chiapas, México

trados en sedimentos de la Laguna Chantuto-Panzacola (47.91 ng g⁻¹) y Carretas-Pereyra (120.43 ng g⁻¹) son mayores que los reportados por Rosales *et al.* (1985) en la Laguna de Yávaros, Sonora (1.85-10.45 ng g⁻¹) y en el sistema lagunar Huizache-Caimanero (5.1-16.4 ng g⁻¹) en el Pacífico Mexicano.

En la tabla IV se muestran las concentraciones de plaguicidas organoclorados en músculo y exoesqueleto de camarón blanco (*Penaeus vannamei*) y en músculo de pargo prieto (*Lutjanus novemfasciatus*), en ambas lagunas.

Para la Laguna Chantuto-Panzacola se observa un mayor predominio de plaguicidas organoclorados en el músculo (93.90 ng g⁻¹) del pargo prieto (*L. novemfasciatus*) con respecto a los registrados en el músculo (N.D.) y en el exoesqueleto (21.42 ng g⁻¹) del camarón blanco (*Penaeus vannamei*), ello debido a que la cantidad de grasa presente en el pescado puede favorecer la acumulación de compuestos dado el carácter lipofílico de estos plaguicidas (Anderson *et al.* 1988, Connell 1988). Así, los niveles altos de plaguicidas en estos peces se explican al considerar que organismos como cangrejos, camarones y pequeños peces constituyen la base de su alimentación (Ruiz 1978, SEPESCA/IAES 1994) y que los residuos de plaguicidas presentes en éstos pueden ser bioconcentrados a través de uno o varios niveles tróficos en la cadena alimenticia (Clark *et al.* 1988).

En músculo del camarón (*Penaeus vannamei*) de la Laguna Carretas-Pereyra se detectaron únicamente heptacloro y p,p'-DDE con valores de 4.66 y 1.97 ng g⁻¹, respectivamente, en tanto que en el exoesqueleto sólo se presentaron cantidades bajas de delta HCH (2.18 ng g⁻¹) y de p,p'-DDE (0.55 ng g⁻¹) (Tabla IV). Los niveles de plaguicidas organoclorados en músculo de *Penaeus vannamei* (6.63 ng g⁻¹) son fundamentalmente el resul-

TABLE IV. CONCENTRACIÓN DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN CAMARÓN Y PECES (ng g⁻¹ peso seco) DE DOS SISTEMAS LAGUNARES DE CHIAPAS, MÉXICO

Compuesto	Laguna Chantuto-Panzacola (Febrero de 1995)		Laguna Carretas-Pereyra (Abril de 1994)		
	<i>Penaeus vannamei</i>		<i>L. novemfasciatus</i>	<i>Penaeus vannamei</i>	
	Músculo	Exoesqueleto	Músculo	Músculo	Exoesqueleto
1. Alfa HCH	ND	ND	ND	ND	ND
2. Beta HCH	ND	ND	ND	ND	ND
3. Gama HCH	ND	ND	ND	ND	ND
4. Delta HCH	ND	2.18	ND	ND	1.54
5. Heptacloro	ND	3.30	5.85	4.66	ND
6. Aldrin	ND	ND	39.35	ND	ND
7. Epóxido de H	ND	ND	23.28	ND	ND
8. Endosulfán I	ND	ND	ND	ND	ND
9. Dieldrin	ND	ND	ND	ND	ND
10. p,p'-DDE	ND	15.94	ND	1.97	0.55
11. Endrin	ND	ND	ND	ND	ND
12. Endosulfán II	ND	ND	13.1	ND	ND
13. p,p'-DDD	ND	ND	ND	ND	ND
14. Endrin aldehído	ND	ND	ND	ND	ND
15. p,p'-DDT	ND	ND	12.32	ND	ND
16. Sulfato de E.	ND	ND	ND	ND	ND
SUMA TOTAL		21.42	93.90	6.63	2.09
		Σ = 21.42	Σ = 93.90		Σ = 8.72

ND = < Límite de detección (1x10⁻¹² g)

tado de sus hábitos alimenticios, lo que le permite incorporar junto con su alimento, partículas de sedimento y aunado a ellas algunos contaminantes asociados tales como los plaguicidas organoclorados que por su carácter lipofílico, pueden ser acumulados en sus músculos.

Las concentraciones totales de plaguicidas organoclorados considerando músculo y exoesqueleto fueron superiores en camarones de la Laguna Chantuto-Panzacola (21.42 ng g⁻¹) comparados con los organismos de la Laguna Carretas-Pereyra (8.72 ng g⁻¹).

Los niveles de plaguicidas organoclorados en músculo del camarón blanco (*P. vannamei*) del sistema Carretas-Pereyra (7 ng g⁻¹) son superiores a los citados por Rosales y Escalona (1983) en la misma especie en la Laguna Caimanero (1.02 ng g⁻¹) y en la Laguna Moroncarit (1.38 ng g⁻¹) en Sinaloa.

En ambas especies predominaron los compuestos organoclorados en su forma ya degradada y los residuos de estos agroquímicos en el camarón blanco (*P. vannamei*) y en el pargo prieto (*L. novemfasciatus*) se encuentran por debajo de los límites permitidos para consumo humano de acuerdo con las normas establecidas por las diferentes agencias internacionales (USFDA 1984, Mugachia *et al.* 1992) (Tabla V).

REFERENCIAS

Andersson O., Linder C.E., Olsson M., Reutergaeth L., Uverno U. B. y Wideqvist U. (1988). Spatial differences and temporal trends of organochlorine compounds in biota from the northwestern hemisphere. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 17, 755-765.

TABLE V. NIVELES PERMITIDOS DE PLAGUICIDAS ORGANOCORADOS EN ALIMENTOS PARA EL CONSUMO HUMANO

Límites de tolerancia (ng g ⁻¹)	Tipo de compuesto	Referencia
500-700	organoclorados	USFDA 1979**
5000	organoclorados	FNI 1969
5000	DDT*	USFDA 1984
200	lindano (gama HCH)	NFA 1992***
500*	DDT's*	Falandysz <i>et al.</i> 1993
5000 ^b	DDT's*	Falandysz <i>et al.</i> 1993
100*	HCH's	Falandysz <i>et al.</i> 1993
200 ^c	HCH's	Falandysz <i>et al.</i> 1993
100 ^{a,b}	aldrin y dieldrin	Falandysz <i>et al.</i> 1993
50	heptacloro y epóxido de heptacloro	Falandysz <i>et al.</i> 1993
100*	heptacloro y epóxido de heptacloro	Falandysz <i>et al.</i> 1993

* Concentraciones expresadas en peso húmedo

** Mencionado en Rosales-Hoz 1979

*** Mencionado en Mugachia *et al.* 1992

^a Finlandia, ^b Dinamarca, Suecia, Alemania y Canadá

^c Suecia y Alemania (Falandysz *et al.* 1993)

- Botello A. V., Diaz G., Rueda L. y Villanueva F.S. (1994). Organochlorine compounds in oysters and sediments from coastal lagoons of the Gulf of Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 53, 238-245.
- CECODES (Centro de Ecología y Desarrollo) (1994). Planificación y manejo de recursos costeros de la cuenca mexicana del Pacífico: Costa de Chiapas y Oaxaca. Informe: Área socioeconómica, 66 pp.
- CICOPLAFEST (Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas). (1996). Catálogo oficial de plaguicidas. México, 483 pp.
- Clark T., Clark K., Paterson S., Mackay D. y Ross N. J. (1988). Wildlife monitoring, modeling, and fugacity. They are indicators of chemical contamination. *Environ. Sci. Technol.* 22, 120-127.
- Connell D. W. (1988). Bioaccumulation behaviour of persistent organic chemicals with aquatic organisms. *Residue Rev.* 1, 117-154.
- Contreras E. F. (1993). *Ecosistemas costeros mexicanos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, México, 415 p.
- Folk R. L. (1974). *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill Puf., Austin, 182 p.
- Gaudette H. E., Flight W. R., Torner L. y Folger D. W. (1974). An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *J. Sediments Petrol.* 44, 249-253.
- Kirk T. K., Janice L. B. y Setzer R. W. (1994). Dose-response relationship in multistage carcinogenesis: promoters. *Environ. Health Persp. Suppl.* 102, 255-264.
- Kocan R. M. y Landolt M. L. (1989). Survival and growth to reproductive maturity of salmon following embryonic exposure to a model toxicant. *Mar. Environ. Res.* 27, 177-194.
- March M. I., Hidalgo M. N. y Esquinca A. H. A. (1994). Análisis geográfico para el ordenamiento ecológico del Soconusco y la costa de Chiapas. Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES), Tapachula, Chiapas, México, 15 p.
- Meenatchi-Sunderman R. Y. (1990). Toxicology of endosulfan and its metabolites by a mixed culture of soil microorganisms. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 23, 13-19.
- Mugachia J. C., Kanja L. y Maitho T. E. (1992). Organochlorine pesticide residues in estuarine fish from the Athi River, Kenya. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 49, 199-206.
- Peterson M. S. y Batley G. E. (1993). The fate of the endosulfan in aquatic ecosystems. *Environ. Pollut.* 82, 143-152.
- Rosales-Hoz M. T. L. y Escalona R. L. (1983). Organochlorine residues in organisms of two different lagoons of Northwest Mexico. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 30, Num. 4, 456-463.
- Rosales-Hoz M. T. L., Escalona R. L., Alarcon R. M. y Zamora V. (1985). Organochlorine hydrocarbon residues in sediments of two different lagoons of Northwest México. 35, 322-330.
- Roux C. Y. y Garrigues P. (1991). Mechanism model of polycyclic aromatic hydrocarbons contamination of marine sediments from the Mediterranean Sea. En: *Polycyclic aromatic compounds, synthesis, properties, analytical measurements, occurrence and biological effects*. (P. Garrigues y M. Lamote, Eds.). Gordon and Breach, Bordeaux, 1264 Pp.
- Ruiz D. M. F. (1978). *Recursos pesqueros de las costas de México*. Limusa, México, 131 p.
- SEPESCA/IAES (Secretaría de Pesca/ Instituto de Acuacultura del Estado de Sonora) (1994). Desarrollo científico y tecnológico para el cultivo de pargo (*Lutjanus Sp.*) en jaulas flotantes. Limusa, México, 85 p.
- Toledo A. (1994). *Riqueza y pobreza en la costa de Chiapas y Oaxaca*. Centro De Ecología y Desarrollo, México, 492 p.
- UNEP (United Nations Environmental Program). (1986). Determination of Ddt's and Pcb's in selected marine organisms by packed column gas chromatography. Reference Methods for Marine Pollution Studies. Num. 14, Rev. 1.
- UNEP (United Nations Environmental Program). (1982). Determination of Ddt's, Pcb's and other hydrocarbons in marine sediments by gas liquid chromatography. Reference Methods for Marine Pollution Studies. Num. 17.
- USFDA (United States Food And Drug Administration). (1984). Action levels from chemicals and poisonous substances. US Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service, Nueva York.