



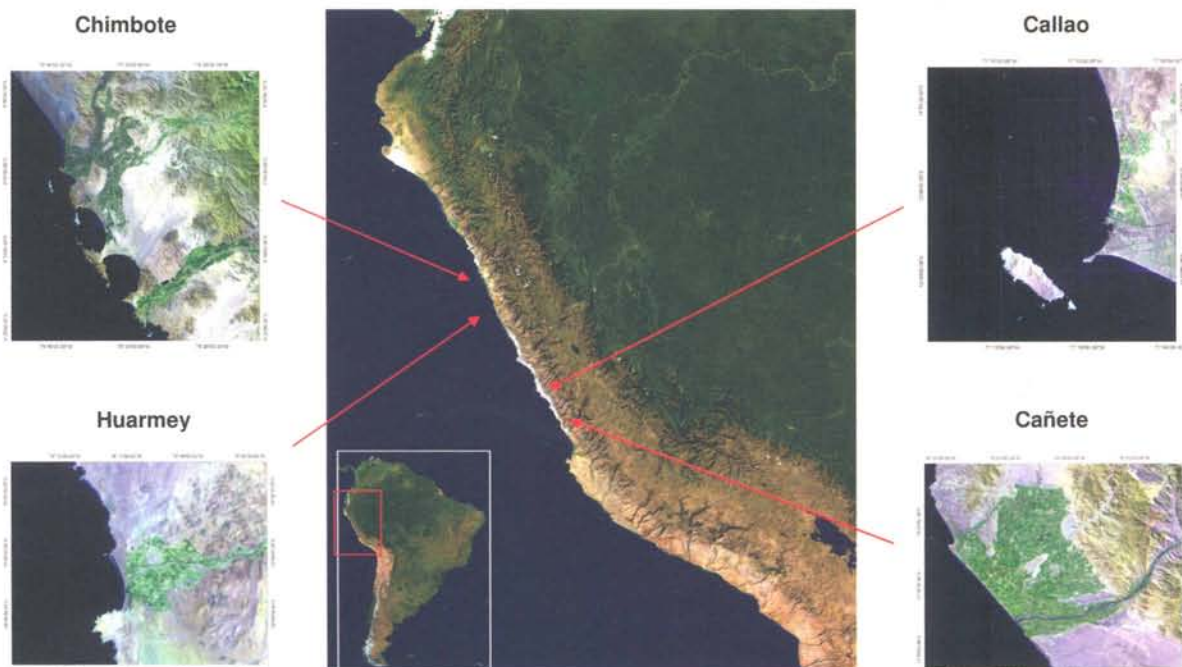
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378 - 7702

Volumen 35 Número 1

Evaluación ambiental en zonas marino costeras del Perú. 2002, 2003 y 2004



CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (COP) EN LA ZONA MARINO COSTERA DE CAÑETE, PERÚ. MAYO 2002

PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS (POP) FOUND IN THE MARINE COASTAL ZONE OF CAÑETE, PERU. MAY 2002

Rita Cabello Torres Guadalupe Sánchez Rivas

Unidad de Monitoreo y Gestión Marino Costera. DIAGCAC. IMARPE. gsanchez@imarpe.gob.pe

RESUMEN

CABELLO R, SÁNCHEZ G. 2008. *Contaminantes orgánicos persistentes (COP) en la zona marino costera de Cañete, Perú. Mayo 2002. Inf. Inst. Mar Perú 35(1): 43-48.* Como parte del Programa de la Red de Monitoreo Ambiental del IMARPE, se realizó esta primera evaluación sobre la presencia de COP en recursos vivos y en sedimentos orgánicos marinos y dulceacuícolas, en el litoral de Cañete. En este valle se desarrolla una importante actividad agropecuaria, y también pesca artesanal de ribera marina, por ello es muy importante evaluar la presencia de plaguicidas organoclorados en el ambiente y biota acuática. La metodología empleada para los análisis químicos e instrumental fue la descrita en el N° 71 de la UNEP/IOC/IAEA/1997. Se presentaron con mayor incidencia los grupos Aroclor 1254, 1260 y los DDT incluyendo sus metabólicos. En los sedimentos de río se halló mayor contenido de Aroclor 1254 (821.02 ng/g), que fue menor en las muestras marinas (7,98 ng/g); estos valores se mantuvieron en los rangos obtenidos en áreas costeras del Perú (19,2 ng/g) evaluadas entre 1994 y 1997, incluyendo los DDT, que no superaron los 2,8 ng/g. En el "camarón de río" *Cryphiops caementarius* se detectaron residuos de DDT y su metabolito DDE (5,8 ng/g). En el pez "lisa" *Mugil cephalus* se halló el grupo Aroclor 1254 con un máximo de 28,96 ng/g; y en el "pez zorro" *Menticirrhus rostratus* el grupo Aroclor 1260 con 11,81 ng/g; los DDT estuvieron presentes en todas sus formas en cada una de las especies evaluadas. Palabras clave: plaguicidas órgano clorados, sedimentos marinos, sedimentos fluviales, camarón de río, peces costeros.

ABSTRACT

CABELLO R, SÁNCHEZ G. 2008. *Persistent organic pollutants (POP) in the marine coastal zone of Cañete, Peru. May 2002. Inf. Inst. Mar Perú 35(1): 43-48.* As part of the IMARPE Program of Environmental Monitoring Network, this first evaluation was conducted to evaluate the presence of POP in living resources and marine and freshwater sediments, on the coast of Cañete. In this valley is an important agriculture, and also artisan shore fishing, so it is very important to assess the presence of organochlorine pesticides in the environment and aquatic biota. The methodology used for chemical analysis and instrumentation was that described in No. 71 of UNEP/IOC/IAEA/1997. The highest incidence of groups Aroclor 1254, 1260, including DDT and its metabolic forms were detected. In the river sediments higher content of Aroclor 1254 (821.02 ng/g) was found, but in the marine samples it was lower (7.98 ng/g); these values were maintained in the range from coastal areas of Peru (19.2 ng/g) evaluated in the years 1994 and 1997, including DDT, which did not exceeded 2.8 ng/g. In "River shrimp" *Cryphiops caementarius* residues of DDT and its metabolite, DDE (5.8 ng/g) were found. In the fish "lisa" *Mugil cephalus*, Aroclor 1254 was found to a maximum of 28.96 ng/g; and in the "fish fox" *Menticirrhus rostratus*, Aroclor 1260 with 11.81 ng/g; DDT in all its forms in each species evaluated were present. Keywords: chlorinated organic pesticides, marine sediments, river sediments, river shrimp, coastal fishes.

INTRODUCCIÓN

El valle del río Cañete, al sur de la Región Lima, tiene actividad agropecuaria muy diversificada con cultivos industriales como el algodón, y cultivos alimenticios como hortalizas, legumbres y frutales. El uso de plaguicidas organoclorados fue permitido para plagas de insectos. Las evaluaciones efectuadas por el IMARPE en áreas costeras, ha mostrado su presencia en el medio marino y la zona costera, como consecuencia de su alta persistencia.

El río Cañete es uno de los pocos ríos de la costa central y sur con caudal permanente. Durante los últimos meses de primavera y en el verano descarga al mar un importante volumen de agua, pero en otoño e invierno disminuye notablemente. En el verano, estas aguas poseen alto contenido de nutrientes de origen terrígeno y contaminantes, no solo disueltos en las aguas (o lixiviados) sino también adsorbidos en los sedimentos que ingresan al mar. Estas aguas ocasionan baja salinidad o aguas mixohalinas.

Desde 1994 el IMARPE realiza el monitoreo del ambiente marino costero en áreas seleccionadas, en cumplimiento del Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Zonas Costeras, que coordina la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Se han estudiado, con carácter puntual, las bahías de Talara, Paita, Callao, Pisco, Mollendo e Ite. La influencia de las descargas no puntuales a través de cursos de agua de escorrentía, se refleja en los niveles de contaminantes orgánicos persistentes

(COP) y restos de plaguicidas. Las áreas con menor concentración han sido Talara y Mollendo. El mayor valor de PCB, se detectó en febrero 1955, en la zona marino costera de Pisco, cuyos sedimentos contenían 79,418 ng/g en Aroclor 1254 (MARTÍNEZ y JACINTO 1997).

En el presente trabajo se informan los resultados del estudio en la franja marino costera de Cañete, referido a plaguicidas organoclorados y policarbamatos (PCB) calificados como indicadores de contaminación de matrices marinas y dulceacuícolas, sedimentos y organismos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Colecta de muestras de sedimentos

Por mar.- El sedimento marino superficial se colectó en las estaciones E-8 y E-10 (Figura 1) en las estaciones RC-1 y RC-3. Se utilizó la draga Van Veen de 0,05 m² de área. Con espátulas de acero inoxidable, se tomaron muestras de los tres primeros centímetros, en hojas de papel aluminio se sellaron apropiadamente y se almacenaron en hielo hasta su llegada a laboratorio.

Por río.- Las muestras de sedimentos del río Cañete se tomaron en la ribera, en 2 estaciones (Figura 1), con un corte manual, y envueltas en papel de aluminio, se mantuvieron en cajas térmicas hasta su llegada a laboratorio. El pretratamiento consistió en descongelar parcialmente las muestras, limpiarlas de cuerpos extraños y liofilizarlas por 24 h, triturarlas en mortero para su análisis, siguiendo el método de UNEP/IOC/IAEA N°71 (1997). Después de la liofilización, se procedió a extraer, concentrar y limpiar la muestras de la posible presencia de sulfuros, para luego seguir las fases 1, 2 y 3, según el tipo de residuos por determinar, y por cromatografía gaseosa determinar los residuos de plaguicidas o PCB (Figura 2).

Colecta de material biológico

Ejemplares del pez "lisa" *Mugil cephalus*, se capturaron en la boca del río Cañete, y el "pez zorro" *Menticirrhus elongatus*, en el litoral costero de Cochahuasi, playas are-

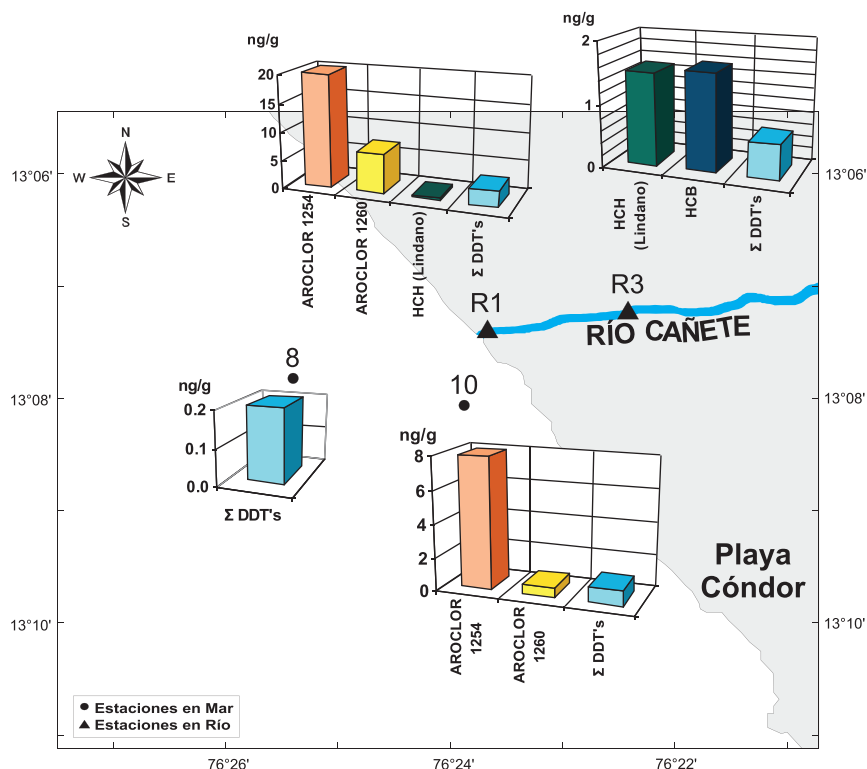


Figura 1.- Carta de posiciones en mar y ribera del río Cañete, para la colecta de sedimentos. Mayo 2002

nasas de Cañete. También se colectó el "camarón de río" *Cryphiops caementarius*. Las muestras, envueltas en hojas de aluminio pretratadas, fueron guardadas en hielo; en el laboratorio se congelaron a -20 °C hasta su análisis.

Se separaron 10 machos y siete hembras del camarón de río; la longitud total varió entre 56 y 95 mm; el rango de peso total, incluyendo el caparazón, fue de 1,88 a 8,57 g. Los músculos del abdomen ("colitas") fueron separados, limpiados y triturados para su liofilización, siguiendo la metodología ya descrita.

Los peces fueron medidos, se identificó sexo y madurez sexual; se separó la masa muscular que fue triturada y liofilizada en el equipo LABCONCO 80250; estas muestras fueron pasadas por mortero, para desagrupar las partículas de los homogenatos, y se almacenaron en frascos pequeños cubiertos con tapas de teflón, hasta su posterior análisis, siguiendo el método de la UNEP/FAO/IOC/AEA N° 14-1986 (Figura 3).

Análisis químico e instrumental

Principales equipos y materiales de laboratorio utilizados para el análisis de los COP.

- Cromatógrafo de Gases Hewlett Packard 5890 Serie II con software Chem-Station versión 4 incorporado para su manejo instrumental.
- Columna capilar de 25m x 0.2 mm x 0.11 um de espesor HP.
- Detector de captura electrónica (ECD).
- Equipo liofilizador LABCONCO 80250.
- Rotavapor Buche con sistema de presión al vacío.
- Sistema Kudema Danish
- Sistema Soxhlet
- Mercurio o cobre activado
- Hexano p.a.r.
- Diclorometano p.a.r.
- Gas Nitrógeno UHP
- Gas Helio UHP
- Microgiringas de 10 uL

Características de los plaguicidas y PCB, su presencia en cuerpos de agua

El DDT (DicloroDifenilTricloroetano) es una molécula insoluble en agua, potente insecticida que fue muy empleado a comienzo de los

Tabla 1.- Plaguicidas utilizados en diferentes cultivos del valle de Cañete
Fuente: Centro de Asistencia Proyectos y Estudios Rurales 2002

Cultivos	Plaguicidas
ALGODONERO	- Clorpirifos (insecticida), Atabron (insecticida), Dicrotophos (insecticida), Cypermctrina (insecticida), Rovral (fungicida), Sanmite, Adherente (coadyuvante).
CAÑA DE AZÚCAR	- Terbutilazina, Atrezina (herbicida), Glyphosato, Adherente (coadyuvante), 2, 4-D (herbicida)
ESPÁRRAGO	- Folicur, Metasystox (insecticida), Adherente (coadyuvante).
MANDARINA	- Cercobim-M (fungicida), Tirichlorfon (insecticida), Aceite Agrícola (insecticida).
MAÍZ AMARILLO DURO	- Clorpirifos (insecticida), Adherente (coadyuvante).

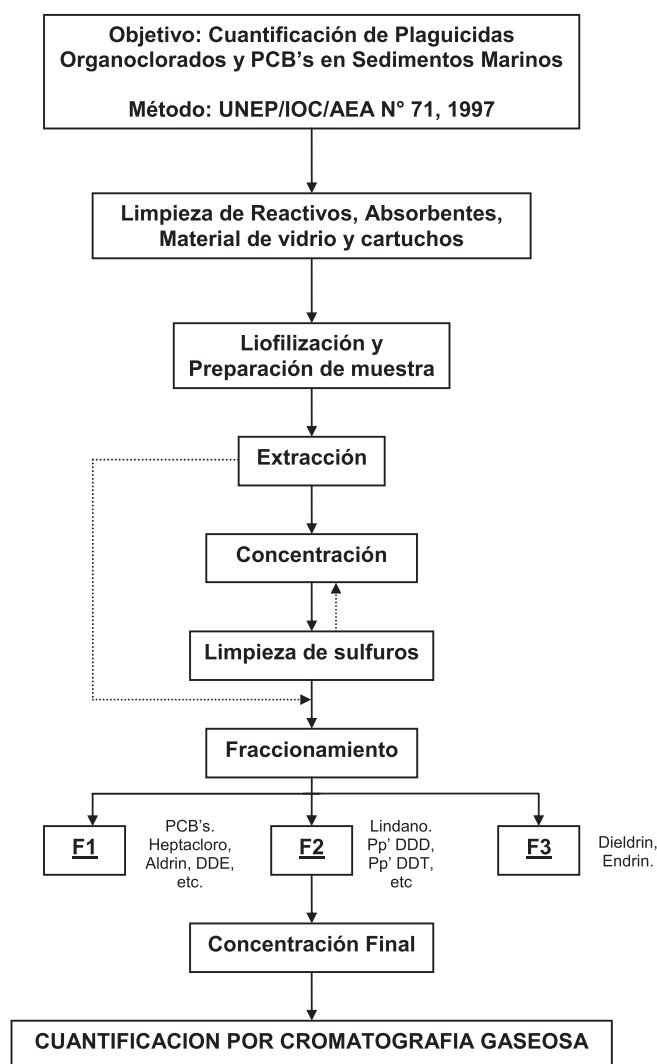


Figura 2.- Flujograma Analítico sobre la determinación de COP's en sedimentos de mar.

años cincuenta en el Perú y en muchos países subtropicales; se utilizó para combatir al zancudo *Anopheles* spp., vector de la malaria y otras enfermedades. La forma comercial está conformada por un 70% de pp' DDT, 20% de pp' DDT y 10% de otros constituyentes. Este puede degradarse al efectuar cambios de posición y de ocupación de otro para convertirse en DDE y DDD.

El **Lindano** (gamma-hexaclorociclohexano, r-HCH) es un organoclorado que presenta alta solubilidad en agua, se aplicó como insecticida especialmente en los cultivos de caña de azúcar. En condiciones aeróbicas, el lindano puede permanecer por muchos años en el ambiente sin sufrir degradación.

El **hexaclorobenceno** (HCB o BHC) también es insecticida y un fungicida que se usaba principalmente para evitar la presencia de hongos en los cultivos de trigo. Constituye el activo de conservantes para la madera y como plastificante.

El HCB ingresa al medio ambiente por combustión de desechos (aquellos que contienen cloro), por lixiviación de suelos. En el agua se absorbe muy bien en las partículas en suspensión y así se acumula en los sedimentos. Como resultado de procesos metabólicos se acumula en el tejido adiposo de los organismos.

Los **Bifenilos Policlorinados (PCB)** son sustancias con fórmula general $C_{12}H_{10-n}Cl_n$. Fueron creados en laboratorio de manera que su hallazgo en distintas matrices ambientales no es natural. Debido a su estabilidad térmica, química, biológica y elevada constante dieléctrica se emplean como material aislante de equipos eléctricos en transformadores, capacitores y termostatos. También pueden ser producidas por la quema de desechos orgánicos de pesadas mixturas moleculares organocloradas.

Sin embargo, existen PCB capaces de biodegradarse, lo cual depende del número de átomos de cloro presentes de su estructura. De otro lado, la toxicidad es una función de la configuración estructural de la molécula pues solo aquellos PCB con átomos de cloro en posiciones coplanares son de alta toxicidad, a estos corresponden los de grupo Aroclor 1254 y 1260. En general se detectaron compuestos PCB del grupo Aroclor 1254 y 1260 y DDT en la forma de pp' DDT y pp' DDE (Tabla 2). En sedimentos marinos y fluviales, estos últimos presentaron mayores contenidos en los analitos evaluados.

Consumo de plaguicidas en la actividad agrícola del valle de Cañete

Los plaguicidas son insumos necesarios, donde se manifiesta principalmente la interrelación agricultor - áreas sembradas - tipo de cultivo. En la provincia de Cañete existen unas 389,62 ha cosechadas por campaña, divididas entre un

total de 13.555 unidades agropecuarias (Tabla 1), que sustentan una apreciable demanda de diversos plaguicidas, entre los cuales se encuentran los restringidos y también los prohibidos (VILLEGAS y SÁNCHEZ 2003). En la Figura 4, se aprecia una zona de cultivos de tallo corto, donde la aplicación de los plaguicidas no siempre guarda las normas de seguridad en el uso de estos compuestos tóxicos, poniendo en riesgo la salud humana.

Según el Centro de Asistencia en Proyectos y Estudios Rurales (2002), en Cañete se utilizan varios tipos de plaguicidas, lo cual, considerando la sinergia que se manifiesta entre algunos de ellos, ejerce mayor toxicidad sobre las plagas, pero compromete la flora y fauna y el medioambiente en general. Sin duda, el uso continuo y desmedido de estos organoclorados lleva a la eliminación de especies benéficas (parasitoides y predadores) y a la resistencia de la especie-plaga, que en poco tiempo resulta casi incontrolable y afecta enormemente la economía agrícola.

PLAGUICIDAS ÓRGANOCLORADOS EN SEDIMENTOS DEL LECHO FLUVIAL Y MARINO

Bifenilos Policlorinados (PCB)

Aroclor 1254.- Es un grupo que, generalmente, ha sido detectado con mayor incidencia en las diferentes áreas evaluadas.

En la desembocadura del río Cañete (estación RC-1) de 21,02 ng/g (Figura 5a y Tabla 2), se ha mantenido dentro del rango obtenido en las diversas evaluaciones efectuadas, cuya amplitud va desde 7,0 ng/g (río Tambo, Arequipa agosto 1996) a 38,983 ng/g (río Tumbes, octubre 1997 (IMARPE, Base de datos de plaguicidas 1996-1997).

Tabla 2.- Concentración de Plaguicidas Organoclorados y PCB's en sedimentos en la zona marino costera de Cañete, mayo 2002

Estación	Coordenadas Geográficas	AROCLOR 1254	AROCLOR 1260	HCH (Lindano)	HCB	pp' DDE	pp' DDT	pp' DDD	Σ DDT's
RC-1 (Río)	13°07'51.8"	21,02	7,00	0,38	nd	2,79	nd	nd	2,79
RC3 (Río)	76°24'01.6"	nd	nd	1,50	1,57	0,33	0,24	nd	0,57
E-8 (Mar)	13°07'22.1"	nd	nd	nd	nd	0,21	nd	nd	0,21
E-10 (Mar)	76°20'39.9"	nd	nd	nd	nd	0,21	nd	nd	0,21
E-8 (Mar)	13°07'46.7"	nd	nd	nd	nd	0,21	nd	nd	0,21
E-10 (Mar)	76°25'08.5"	7,98	0,60	nd	nd	0,84	0,06 < l,d	0,04 < l,d	0,94
E-10 (Mar)	13°08'22.7"								
E-10 (Mar)	76°23'55.0"								

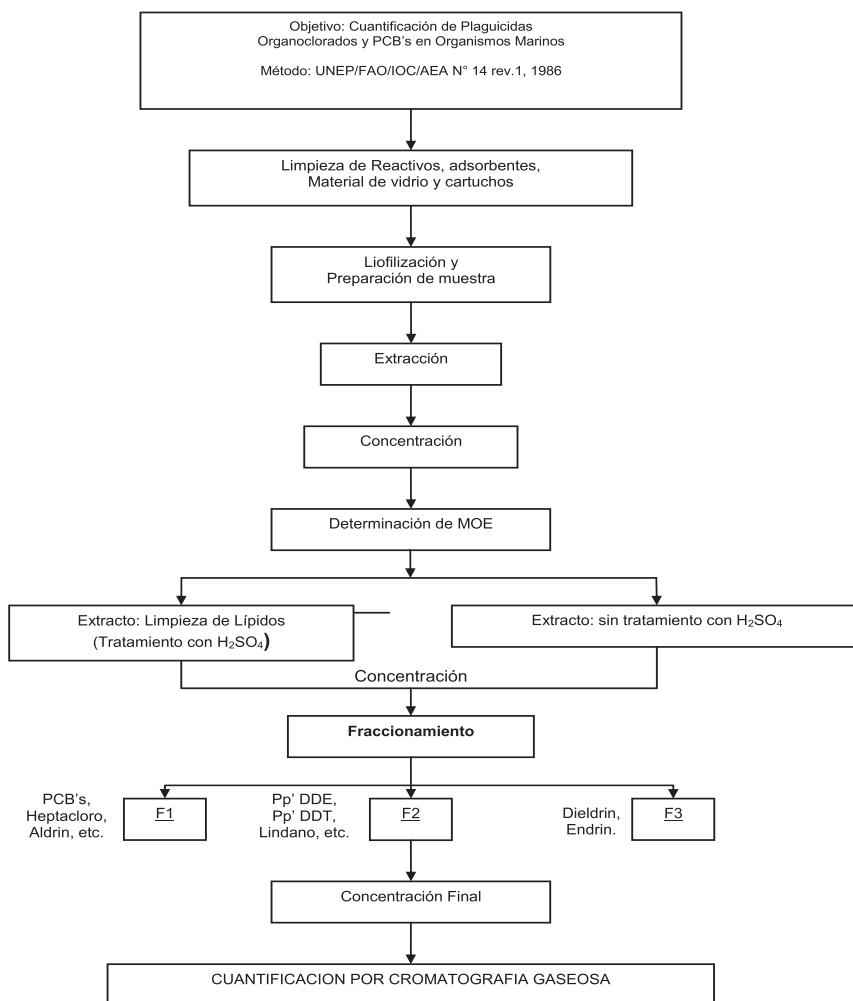


Figura 3.- Flujograma Analítico sobre la determinación de COP's en organismos de mar.



Figura 4.- Aplicación de plaguicidas por "mochileros".

Tabla 3.- Concentración de Plaguicidas Organoclorados y PCB's en "camarón de río" Cañete, mayo 2002

Longitud Total mm	Longitud Cefalotórax mm	Peso total g	Fecha de Muestreo	AROCLOR 1254	AROCLOR 1260	pp' DDE	pp' DDT	pp' DDD	Σ DDT's
56,0 - 94,6	19,0 - 34,4	1,85 - 8,57	01 junio 2002	nd	nd	2,37	3,37	nd	5,74

Los sedimentos de mar (estación E-10, frente a la desembocadura del río Cañete) presentaron 7,98 ng/g (Figura 5a y Tabla 2), un valor similar a los hallados en Mollendo y Callao (0,46 a 12,02 ng/g) en 1996, pero inferiores a los de Pisco, Tumbes y Piura, Tumbes y Piura (38,93 ng/g en 1995, y 79,42 ng/g en 1997 (MARTÍNEZ y JACINTO 1997, JACINTO y CABELLO 1998).

Aroclor 1260.- Este grupo, en sedimentos marinos, generalmente se ha presentado en menores proporciones que el grupo anterior. Su presencia no es peligrosa, pues es resistente a la degradación química (u oxidación) por hidrólisis. Se han detectado valores entre 0,663 (Pisco febrero 1995) a 9,94 ng/g (Callao, diciembre 1994).

En Cañete, en la estación marina E-10 se registró 0,60 ng/g, y en la estación fluvial RC-1 se obtuvo 7,0 ng/g.

Hidrocarburos clorinados

DDT y sus metabolitos.- En la Tabla 2 y la Figura 5a, se puede observar una mayor presencia del metabolito DDE, el cual fue hallado en todas las estaciones evaluadas. Esto refleja una situación degradativa del DDT expuesto en el medio ambiente, ante un proceso hidrolítico y de acción biológica de organismos que habitan dicha zona. Los niveles hallados en sedimento marino (0,21 en E-8) y en sedimento fluvial (2,8 ng/g en RC-1) no superaron el rango existente de 0,1 a 16,89 ng/g hallado en el sedimento marino del Callao en diciembre de 1994. El DDT presentó un valor máximo de 0,25 ng/g en río. El DDD fue detectado en mar (E-8) pero no cuantificado (-0,1 ng/g).

Hexaclorobenceno (HCB).- Este analito ha sido hallado en sedimento de río (RC-3) con 1,57 ng/g (Figura 5a), que ha superado lo cuantificado en Tumbes (0,188 ng/g) y en Piura (0,341 ng) en oc-

Tabla 4.- Concentración de Plaguicidas Organoclorados y PCB's en peces del Área Costera de Cañete, mayo 2002

Nombre Científico	Nombre Común	Longitud total cm	AROCLOR 1254	AROCLOR 1260	pp' DDE	pp' DDT	pp' DDD	Σ DDT's
Peces								
<i>Mugil cephalus</i>	Lisa	32,8 - 38,4	28,96	1,48	0,87	0,84	0,26	1,97
<i>Menticirrhus elongatus</i>	Pez zorro	43,8	16,33	11,81	0,80	6,14	3,21	10,15

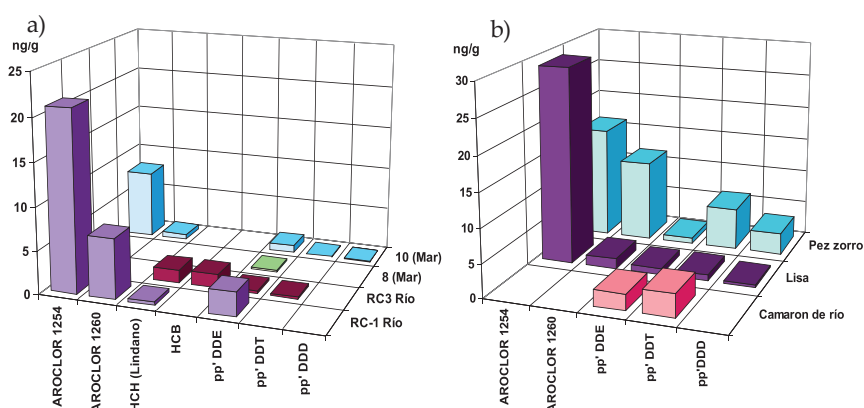


Figura 5.- Contenido de plaguicidas organoclorados y PCB's en: a) sedimentos marinos y b) organismos marinos del río Cañete. Mayo 2002

tubre de 1997 (JACINTO y CABELLO 1998).

Lindano.- Fue registrado en sedimentos del río (1,5 ng/g) y superó el valor máximo de los sedimentos marinos (Tabla 2 y Figura 5a) en el Callao (0,34 ng/g, marzo 2005). Es importante señalar que la muestra fue colectada en cuenca baja del río Cañete, donde existe una intensa y diversa actividad agrícola (Figura 4), a 6,4 km de la desembocadura del río.

Niveles de plaguicidas y PCB en organismos (Tablas 3 y 4; Figura 5b)

Se efectuaron análisis en peces marinos y crustáceos de río, en los cuales se detectó presencia de los grupos Aroclor y de DDT.

El camarón de río, *Cryphiops caementarius*, presentó residuos de DDT y su metabolito DDE. Desta-

có Aroclor 1254 y en menor concentración Aroclor 1260 (Figura 5b). Los DDT han estado presentes en todas sus formas en las especies evaluadas (Tabla 2).

Bifenilos Policlorinados (PCB)

El IMARPE, en 1995 y 1997, inició la evaluación de las concentraciones presentes del grupo Aroclor 1254 en organismos marinos y dulceacuícolas de la costa peruana.

En octubre 1997, en Tumbes, se halló 2,5 ng/g en ayanque o cachema, *Cynoscion stoltzmanni*; y 85,67 ng/g en lisa, *Mugil cephalus*. En la presente evaluación, en músculo de lisa se registró 28,96 ng/g, y en el pez zorro, *Menticirrhus rostratus*, 16,33 ng/g, reflejando la presencia de este PCB en el sedimento de río de zona de descarga y de lecho marino frente a esta zona (Tabla 4 y Figura 5b).

Es importante señalar que, según la información recopilada en la base de datos de plaguicidas organoclorados 1994-1997, entre los peces analizados, la lisa ha presentado las mayores concentraciones. Esta situación se debería al tipo de comportamiento de esta especie costera, cuyo hábitat es la zona de descarga de ríos y escorrentías agrícolas, que arrastran al mar mucho material terrícola desde los campos de cultivo; y, además, es omnívora, cuya dieta incluye material particulado de diverso tipo proveniente de áreas donde se aplican los plaguicidas.

En la Tabla 4 se presentan las concentraciones de Aroclor 1260, observándose que la mayor concentración se obtuvo en pez zorro (12,0 ng/g) que superó el valor de 4,51 ng/g al obtenido en lisa del río Tumbes en octubre de 1997.

Igualmente se determinó residuos de DDT y metabolitos en el pez zorro, con mayor contenido de estos analitos (-DDT's), hasta un total de 10,15 ng/g. La lisa mostró un menor contenido de DDT (1,97 ng/g) a diferencia de lo reportado en el río Tumbes, para esta misma especie de 5,1 ng/g en -DDT's en octubre de 1997, pero muy similar a la concentración de 2,15 ng/g obtenida para ejemplares de este pez capturado en Pisco en febrero de 1995.

El camarón de río presentó niveles similares a los de otros invertebrados (Tabla 3 y Figura 5b), como: el caracol turbante *Tegula atra*, en el Callao; el choro *Aulocomya ater*, en Ite y el chorito *Semimytilus algosus*, en Pisco, los cuales presentaron un rango de 0,3464 a 7,8 ng/g entre 1995 a 1996 (Fuente: Base de datos de Monitoreo Ambiental 1994-1997).

CONCLUSIONES

1. Contaminantes orgánicos persistentes como grupos de PCB: Aroclor 1254, Aroclor 1260 y DDT's (DDT y metabolitos) han sido detectados con mayor frecuencia en sedimentos de fondo blando, así como en organismos marinos y dulceacuícolas.
2. Los mayores contenidos se han cuantificado en aguas continentales siendo los organismos que tiene este tipo de hábitat, los mejores indicadores por sus características metabólicas, en cuyo proceso se da la bioacumulación en tejidos y órganos principalmente adiposos.
3. Las concentraciones detectadas en los organismos evaluados fueron inferiores a límites permisibles internacionales de plaguicidas y PCB's dados en peces y mariscos. (FDA-NSSP-NAS. Fuente: NOAA Technical Memorando OMA 39,1990).

RECOMENDACIONES

1. Es importante continuar con las evaluaciones de plaguicidas organoclorados y PCB's en muchas áreas de la costa peruana, por el incremento de cultivos agroindustriales, donde hay un importante empleo de estos compuestos agroquímicos.
2. Deberá reforzarse las evaluaciones en peces e invertebrados que habitan en el litoral costero, muchas de las cuales presentan un comportamiento alimentario que facilita la ingestión de este tipo de contaminante, en especial, las que se distribuyen en zonas de descargas de ríos y escorrentías agrícolas. Es el caso de Cañete, donde existe una significativa actividad de pesca artesanal

de ribera, que captura este tipo de recursos.

REFERENCIAS

- JACINTO ME, CABELLO R. 1998. Evaluación de los Niveles de Plaguicidas Organoclorados y PCB's en Áreas Costeras seleccionadas del 1996 - 1997". Seminario Internacional sobre "El Estado del Medio Ambiente Marino y Costero en el Pacífico Sudeste", Guayaquil-Ecuador diciembre CPPS.
- MARTÍNEZ C, JACINTO ME. 1997. Niveles de plaguicidas Organoclorados y PCB's en el ecosistema Marino Costero Peruano. Inf. 126, IMARPE, 1997.
- NOAA Technical Memorando OMA 39. 1990. FDA-NSSP.NASS.
- RITTER L, SOLOMON K, FORGET J, STENROFF M, O'LEARY C. 1995. "Persist Organic Pollutants. IOMC/UNEP/ILO/FAO.
- UNEP/IOC/AEA, 1997. Sample work-up for the analysis of selected chlorinated hydrocarbons in the marine environment. Reference Methods for Marine Pollution Studies N1 71, UNEP.
- UNEP/IOC/AEA, 1992 Determination of petroleum hydrocarbons in sediments. Reference Methods for marine pollution studies N° 20-UNEP.
- UNEP/FAO/IOC/AEA, 1986. Determination of DDT's and PCB's in selected marine organism by packed column gas chromatography. Reference Methods for marine pollution studies N° 14 rev 1-UNEP.
- UNESCO, 1996. Use of Standards and Reference Materials in the Measurement of Chlorinated Hydrocarbon residue. Chemistry Workbook- IOC 45.
- VILLEGAS A, SÁNCHEZ G. 2003. Uso de Plaguicidas en la provincia de Cañete. Informe Interno. UMGMC, IMARPE.