



ISSN 0378-7702

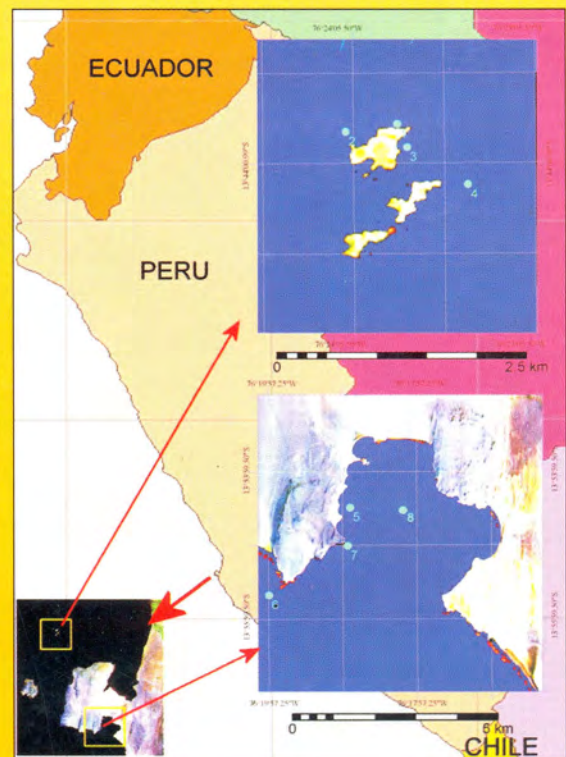
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

Volumen 33

Número 2

Residuos de contaminantes orgánicos persistentes (COPs) en áreas costeras del mar peruano: Callao y Pisco – Paracas



Unidad de Monitoreo y Gestión Marino Costera
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES EN ACUICULTURA,
GESTIÓN COSTERA Y AGUAS CONTINENTALES (DIAGCAC)

Abril a Junio 2006

Callao, Perú

PARÁMETROS AMBIENTALES Y RESIDUOS DE CONTAMINANTES ORGÁNICOS PERSISTENTES (COPs) EN EL LITORAL COSTERO DE PISCO - PARACAS, PERÚ. INVIERNO AUSTRAL 2005

ENVIRONMENTAL PARAMETERS AND RESIDUES OF PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS (POPs) IN COASTAL AREA OF PISCO - PARACAS, PERÚ. AUSTRAL WINTER 2005

Rita J. Cabello Torres¹ Guadalupe Sánchez Rivas¹

RESUMEN

CABELLO RJ, SÁNCHEZ G. 2006. *Parámetros ambientales y residuos de contaminantes orgánicos persistentes (COPs) en el litoral costero de Pisco - Paracas, Perú. Invierno austral 2005. Inf. Inst. Mar Perú 33(2). 99-110.*- El Instituto del Mar del Perú participó en el Proyecto de Monitoreo y Control de la Contaminación Marino Costera en el Pacífico Sudeste de América Latina y Panamá auspiciado por OEA, coordinado por Panamá dentro del marco de la Comisión Permanente del Pacífico Sur. El área seleccionada comprendió el litoral costero de Pisco-Paracas, especialmente las Islas Ballestas y la Ensenada Lagunillas. El trabajo se realizó en el periodo de invierno austral, del 29 de agosto al 1 de setiembre del 2005. Se aplicó el método de muestreo recomendado en el Primer Taller de Especialistas sobre Estandarización de Métodos de Muestreo y Criterios de Control de Calidad para Análisis de COPs (Panamá 2004). Se determinaron las características físico-químicas del mar en las áreas de colecta de moluscos bivalvos; se observaron masas de agua de afloramiento costero con concentraciones de oxígeno dentro de los niveles aceptables y altos valores de nutrientes propios de aguas de surgencia y salinidades propias de las aguas costeras frías. Se aplicaron los lineamientos dados en el Taller para Colecta de las Muestras, su Tratamiento en el trabajo de campo y manejo para el traslado al laboratorio. En los análisis para la determinación de residuos organoclorados en el "chorito" *Semimytilus algosus* se hallaron metabolitos del DDT como p'p'DDD de 34,8 ng/g (base seca) y p'p'DDE de 7,9 ng/g (base seca).

PALABRAS CLAVE: residuos, COPs, plaguicidas, contaminación, moluscos, agua de mar, nutrientes, Pisco, Paracas, Perú, invierno austral 2005.

ABSTRACT

CABELLO RJ, SÁNCHEZ G. 2006. *Environmental parameters and residues of persistent organic pollutants (POPs) in coastal area of Pisco - Paracas, Perú. Austral winter 2005. Inf. Inst. Mar Peru 33 (2). 99-110.*- The Peruvian Sea Research Institute participated in the Monitoring and Control of the Coastal Marine Contamination in the Southeastern Pacific of Latin America and Panama Project, supported by OEA, and coordinated by Panama within the frame of the Permanent Commission of the South Pacific (CPPS). The selected area included the coastal area of Pisco-Paracas, specially around the Ballestas islands and Lagunillas inlet. The work was made during the Austral winter, from August 29th to September 1st 2005. The authors applied the method of sampling recommended in the First Workshop of Specialists on Standardization of Sampling Methods and Criteria of Quality Control for Analysis of POPs (Panama 2004). The physical-chemical characteristics of the sea water in the collecting areas of bivalve mollusks were determined; water masses from coastal upwelling were observed, with acceptable oxygen concentrations, high nutrient values and typical salinities of cold coastal waters. The guidelines provided by the workshop were applied for sample collecting, their treatment in the field work and handling for laboratory delivery. In the analyses for the determination of organochlorines residues, in the "chorito" *Semimytilus algosus* DDTs metabolites were found as p'p' DDD (34.8 ng/g) and p'p' DDE (7.9 ng/g) (dry weight).

KEYWORDS: residues, POPs, pesticides, contamination, mollusks, sea water, nutrients, Pisco, Paracas, Peru, Austral winter 2005.

¹ Unidad de Monitoreo y Gestión Marino Costera. DIAGCAC. IMARPE

INTRODUCCIÓN

El presente estudio realizado en el invierno del 2005, en la zona marina de Pisco -Paracas (Islas Ballesta y Ensenada Lagunillas) forma parte del proyecto "Monitoreo y Control de la Contaminación Marino Costera en el Pacífico Sudeste y Panamá" para lo cual se ha tenido en cuenta las referencias del Programa Mussel Watch (1992) sobre la evaluación de contaminantes orgánicos en distintos mares regionales. Cabe señalar que éste es el segundo monitoreo realizado en el invierno del 2005 dentro del proyecto mencionado, adoptando los criterios alcanzados por los expertos que participaron en el Primer Taller de Especialistas sobre Estandarización de Métodos de Muestreo y Criterios de Control de Calidad para Análisis de COPs (Panamá 2004).

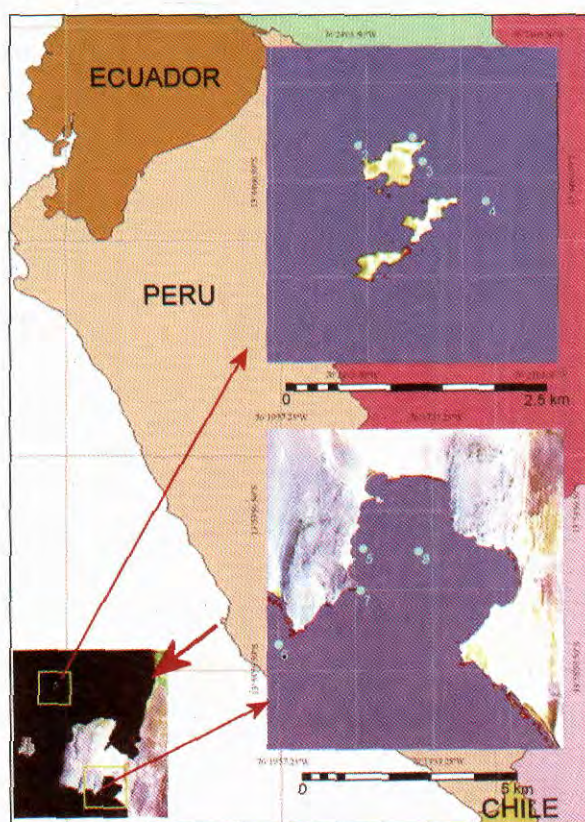


Figura 1.- Carta de Posiciones en Islas Ballestas y Ensenada Lagunillas, Pisco, Ica, Perú.

El objetivo del trabajo fue monitorear los parámetros característicos del ambiente marino costero, así como también determinar la presencia residual de contaminantes orgánicos persistentes en bivalvos marinos en el área costera de Pisco-Paracas. Se seleccionó una especie en particular

Semimytilus algosus (Gould) "chorito" en edad adulta, de la gama existente en el área como *Aulocomya ater* (Molina) "choro o mejillón" y *Argopecten purpuratus* (Lamarck) "concha de abanico". También, en la zona de influencia de las Islas Ballestas y Lagunillas, se determinó la temperatura, salinidad, nutrientes y algunos parámetros de calidad de agua.

MATERIAL Y MÉTODOS

En las Islas Ballestas, el 29 de agosto 2005 se establecieron cuatro estaciones para la colección de moluscos bivalvos, el registro de temperatura y obtener muestras de agua para los análisis. En la ensenada de Lagunillas se trabajó el 30 de agosto (Figura 1), en tres estaciones, colectándose muestras de agua y ejemplares de moluscos bivalvos extraídos por buceo. Los criterios aplicados para seleccionar dichas estaciones fueron: a) presencia de una comunidad representativa del tipo de sustrato; b) presencia significativa de ejemplares adultos; c) estaciones de muestreo con influencia de contaminantes, pero lejos de la fuente.

En el trabajo de campo participaron profesionales de la Unidad de Monitoreo y Gestión Marino Costera. Para ambos operativos se utilizó la embarcación de pesca artesanal "Giancarlos Martín" PS-13274-BM", con motor fuera de borda.

La metodología aplicada se obtuvo de la Guía de Métodos Referenciales para Estudios de Contaminación Marina N° 20: UNEP/COI/IAEA 1992 y la guía virtual *Guidance GPM* (UNEP 2004), efectuando una combinación de ambos métodos.

Tratamiento de muestras en el campo.- Los organismos colectados fueron lavados in situ, con agua de mar, para eliminar el barro e incrustaciones en la cara exterior (Figura 2). Los individuos adultos seleccionados fueron envueltos en papel de aluminio previamente tratado con solventes; luego, fueron empacados en bolsas de plástico, y mantenidos en cajas térmicas con hielo, llegando vivos al laboratorio.

Transporte.- Los organismos vivos se transportaron en condiciones frescas, selladas y oscuras, hacia el laboratorio en un tiempo de una hora.



Figura 2.- *Semimytilus algosus* con la fauna acompañante presente en el banco de la especie mencionada.



Figura 3.- Selección de ejemplares adultos separando el tejido blando de las valvas para los respectivos análisis.

Tratamiento de organismos en el laboratorio.- Se aplicaron las especificaciones sugeridas en la reunión de especialistas OEA-Panamá (2004) para la colecta y pretratamiento de muestras vivas.

Las valvas de los ejemplares colectados fueron retiradas con espátulas de acero (Figura 3); el tejido blando, incluyendo las vísceras, fue almacenado en frascos de vidrio con tapa cubierta con teflón y refrigerado a 20 °C para su posterior análisis. De cada espécimen se colectó un mínimo equivalente a 200 g en tejido húmedo, cantidad suficiente para efectuar los análisis correspondientes.

Posteriormente, las muestras fueron liofilizadas (secados al vacío a temperaturas bajas) y antes de su extracción se les adicionó estándares subrogados de tipo organoclorado como el congénere PCB 29, eps. HCH, endosulfán Id4, para efectos de control de calidad correspondiente. Adicionalmente se incluyó un blanco de reactivos para evaluar el aporte de estos contaminantes por uso de los reactivos y una muestra de referencia IAEA 435. Éstas fueron extraídas en sistema soxhlet con diclorometano durante 24 horas.

Luego, se determinó el Material Orgánico Extrac-table (MOEH) a partir de un extracto de 10 mL, con la finalidad de realizar una limpieza de lípidos. El fraccionamiento se efectuó con uso de dos absorbentes: sílica y alúmina pretratadas.

La separación cromatográfica se realizó con solventes: hexano (fracción alifáticos) y una mezcla Hexano/diclorometano (50:50) para la obtención de compuestos organoclorados y aromáticos de petróleo.

Se empleó el método de cuantificación de la Agencia Internacional de Energía Atómica (AEIA, Mónaco) y estándares de plaguicidas organoclorados.

Método analítico de las muestras.- El análisis instrumental de las muestras se realizó en el equipo Cromatógrafo de Gases 5890 Serie II con detector de captura electrónica.

Condiciones cromatográficas

Tipo de inyector:	Split/Splittles
Temperatura:	275 °C
Volumen inyectado:	1-2 uL
Tiempo de cierre:	0,5 min
Gas portador:	He UHP
Flujo:	1,5 cm ³ /min

Condiciones de la columna:

Fase estacionaria:		
Longitud:	30,0	m
Diámetro interno:	0,32	m
Espesor de la película	0,25	um

Condiciones de detector:

Detector:	ECD
Temperatura:	320 °C
Gas auxiliar:	N ₂ UHP
Flujo de gas auxiliar:	60 mL/min

Temperatura del horno:

Inicial:	100 °C for 1 min
1ra rampa:	5 °C/min to 140 °C
Isoterma:	1 min
2da rampa:	1,5 °C/min to 250 °C
Isoterma:	1 min
3ra rampa:	10 °C/min to 300 °C
Isoterma:	5 min

Se empleó el software Chem Station 3398A para fines operativos de programación instrumental.

A continuación se detallan los métodos y técnicas aplicados para la determinación de los parámetros físicos y químicos del ambiente marino:



Figura 4.- Vista de las Isla Ballestas, zona del monitoreo y colecta de material biológico.

Temperatura: La temperatura superficial se registró con termómetro de mercurio de balde y la de fondo con un termómetro de inversión Kahlsico.

Salinidad: La concentración de salinidad se obtuvo mediante conductividad empleando un Portasal Guildline 8410-A.

Oxígeno disuelto: Método titulométrico de Winkler modificado por Carpenter (1969).

Nutrientes: Se aplicó la técnica con sus modificaciones efectuadas por Strickland y Parson (1968).

pH: Método potenciométrico Hanna 1990 Hi.

Sólidos suspendidos totales: Método gravimétrico APHA-AWWA-WPCF, método 2540D. Standard Methods (1999).

Material orgánico extractable: Método gravimétrico (extracción directa). Environment Water Resources Service (1976) y método gravimétrico APHA-AWWA-WPCF 5520B, Standard Methods (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Islas Ballestas

Están conformadas por tres islotes de medianas dimensiones, altos con respecto a su pequeño diámetro, de flancos acantilados y meseta plana, ubicados a 11 mn de la Caleta El Chaco, Paracas (Figura 4).

El ambiente marino en la zona de influencia de estas islas habitan lobos marinos, los cuales se

encuentran apostados tanto en playas areno pedregosas como en roquedales, en cuyo lecho marino rocoso se hallan pequeños bancos de mitílidos, donde se procedió a colectarlos para ser utilizados en la determinación de los residuos de plaguicidas.

La colección de muestras de agua de mar se efectuó en cuatro estaciones (Figura 5), con la finalidad de realizar análisis de los parámetros físico - químicos del ambiente marino (Tabla 1). Para la selección de las estaciones se tuvo en cuenta la presencia de los organismos considerados para el estudio, así como una estación (E-4) más alejada de la zona de influencia de estos bancos de mitílidos.

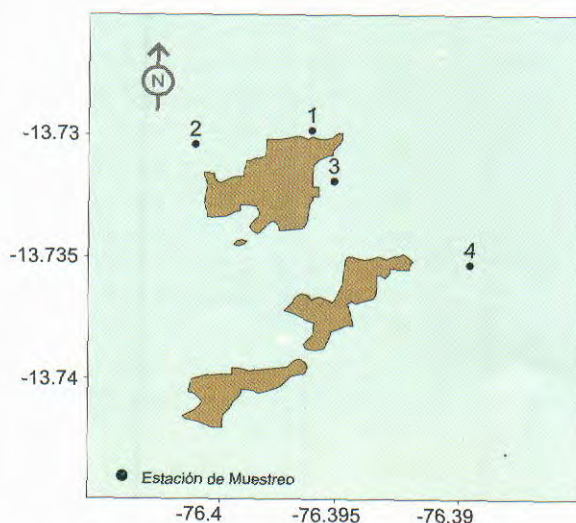


Figura 5.-Carta de Posiciones en Islas Ballestas.

Temperatura.- Durante el operativo de mar, se presentaron aguas de afloramiento, caracterizadas por temperaturas bajas que fluctuaron de 16,0 a 16,7 °C con promedio de 16,3 °C a nivel superficial. Sobre el fondo, las temperaturas variaron de 14,2 °C a 15,8 °C con un promedio de 15,0 °C (Tabla 1 y Figura 6).

Salinidad.- Las concentraciones halinas se han mantenido dentro del rango de las ACF (Aguas Costeras Frías), las cuales variaron de 35,030 a 35,020 ups (Tabla 1), con una distribución horizontal homogénea, sin presencia de agua de mezcla (Figura 7).

Oxígeno disuelto.- A nivel de superficie el contenido de oxígeno disuelto fue aceptable dentro de lo que estipula la Ley General de Aguas (Tabla 1); en el fondo, las concentraciones fueron hipóxicas, considerando que el 75% de valores fueron inferiores a los 3,0 mg/L considerados como requisito mínimo por las normas de calidad vigentes. Cabe resaltar que en dichas estaciones la profundidad fue de 29 y 44 metros respectivamente (Tabla 1), asociadas a aguas de surgencia que se reflejaron en los valores de nutrientes presentes durante el monitoreo. En la Figura 8 se observa la tendencia de la distribución del oxígeno a nivel superficial y fondo.

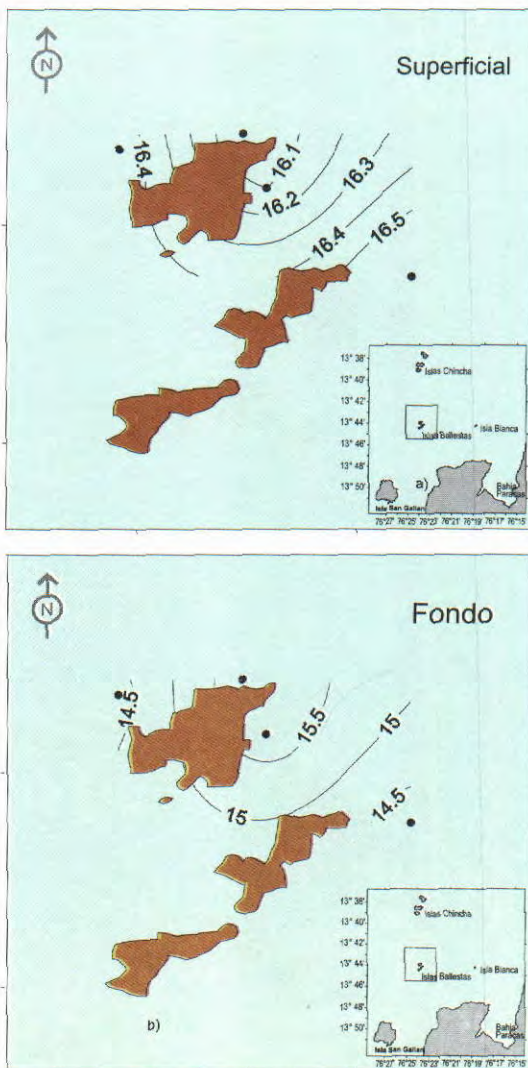


Figura 6.- Distribución horizontal de la temperatura (°C): a) superficial y b) de fondo, en las islas Ballestas. Agosto 2005.

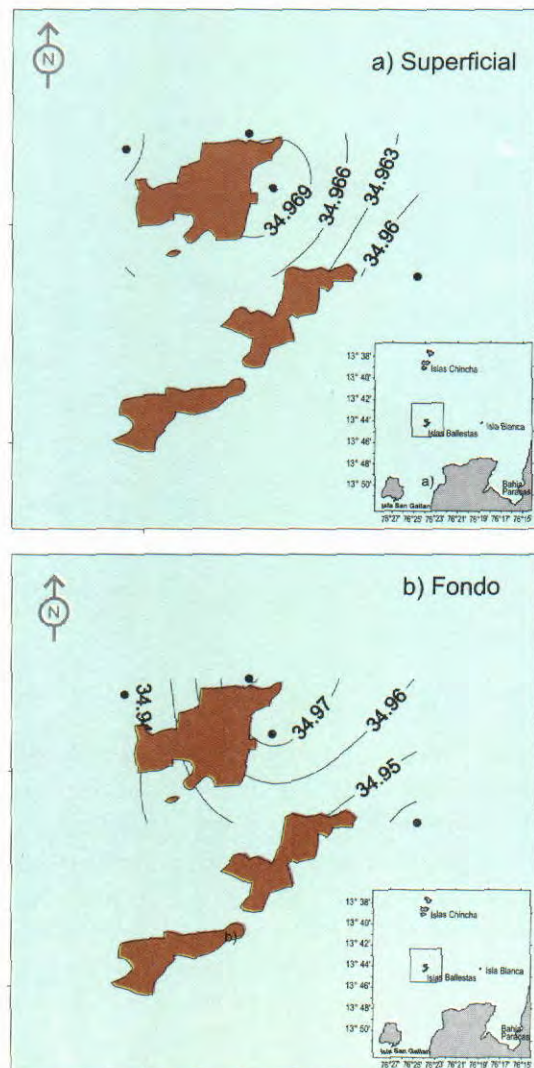


Figura 7.- Distribución horizontal de la salinidad (ups): a) superficial y b) de fondo, en las islas Ballestas. Agosto 2005.

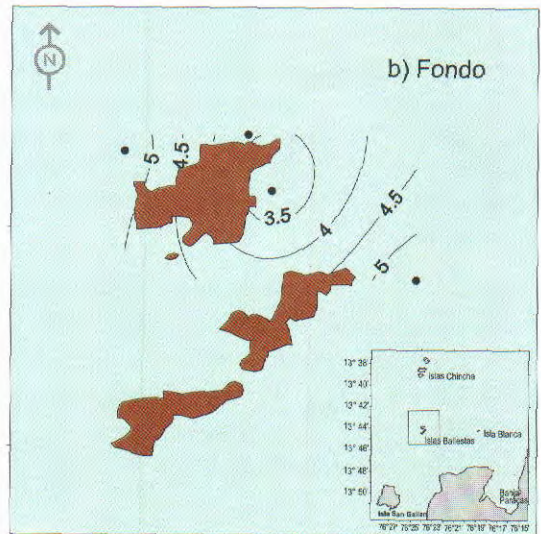
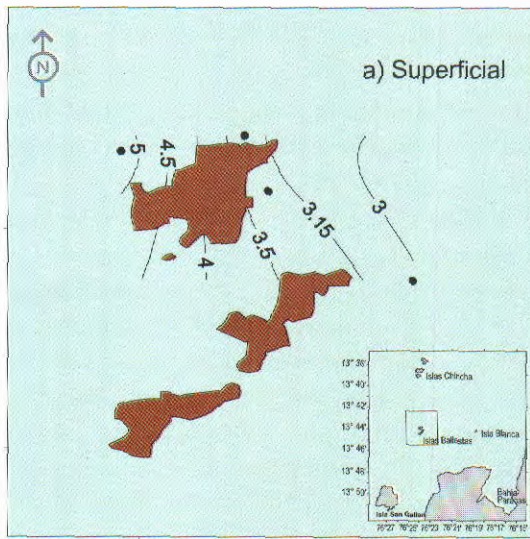


Figura 9.- Distribución horizontal de fosfatos (ug-at/L) sobre el fondo en las islas Ballestas. Agosto 2005.

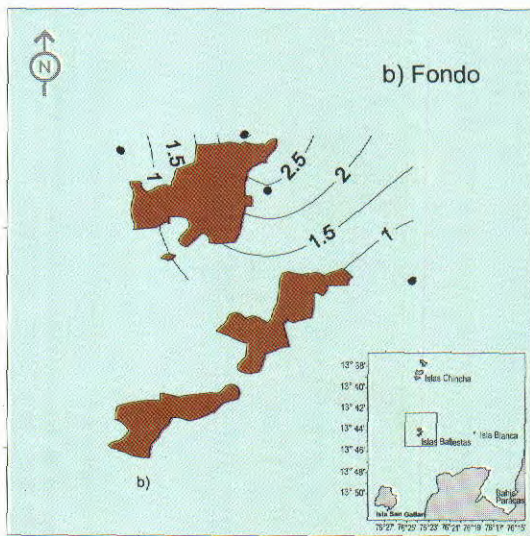


Figura 8.- Distribución horizontal de oxígeno disuelto (mg/L): a) nivel superficial y b) nivel de fondo en las Islas Ballestas. Agosto 2005.

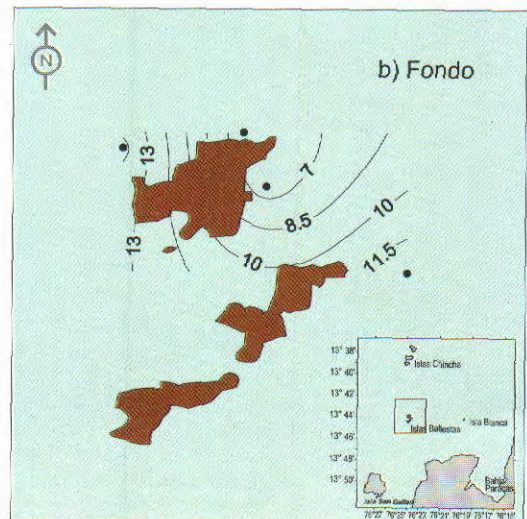
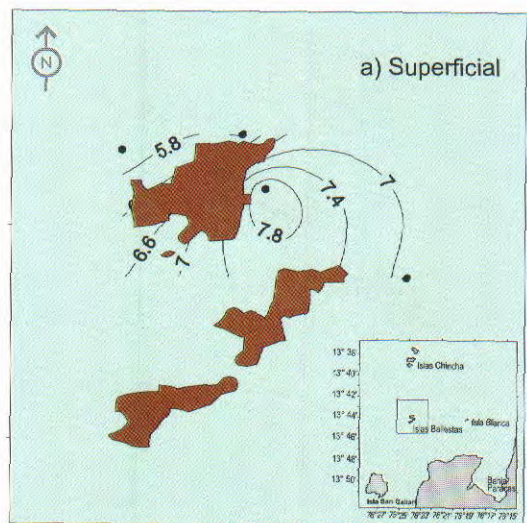


Figura 10.- Distribución horizontal de nitratos (ug-at/L): a) superficie, b) fondo en las Islas Ballestas. Agosto 2005.

Nutrientes.- Se presentaron concentraciones altas. Los **fosfatos** tuvieron los valores más altos en las estaciones E-2 (5,49 ug-at/L) y E-4 (5,54 ug-at/L), asociados a valores hipóxicos (Tabla 1). En la Figura 9 se muestra la distribución de los fosfatos sobre el fondo, donde se puede observar que los valores más altos tienen dirección suroeste y en concentraciones propias de afloramiento costero.

Los **nitratos**, a nivel superficial, presentaron una distribución concéntrica hacia el sureste de la isla mayor, con la mayor concentración en las estaciones E-2 (14,92 ug-at/L) y E-4 (12,80 ug-at/L) con dirección suroeste (Figura 10).

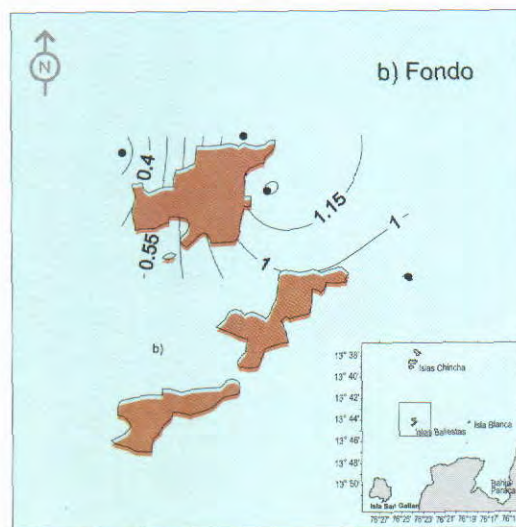
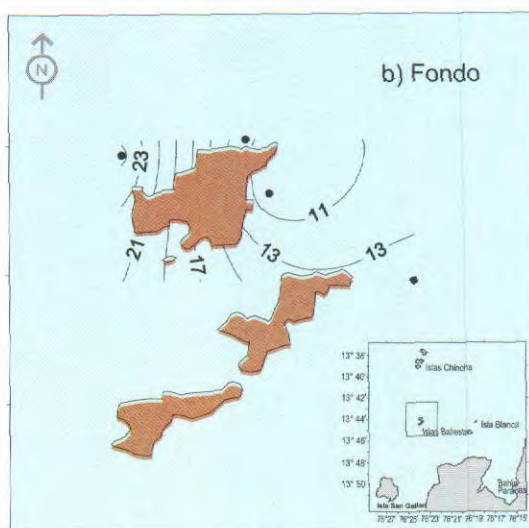
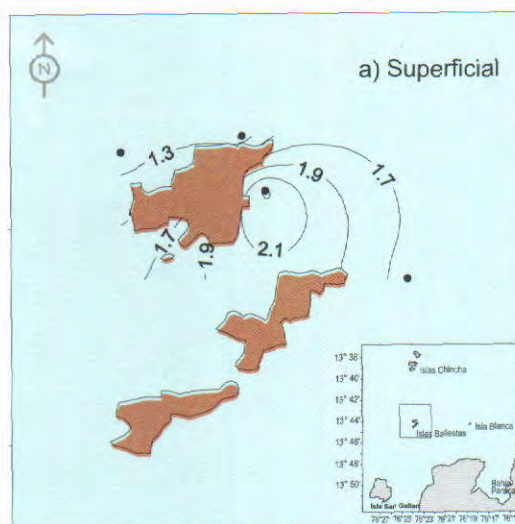
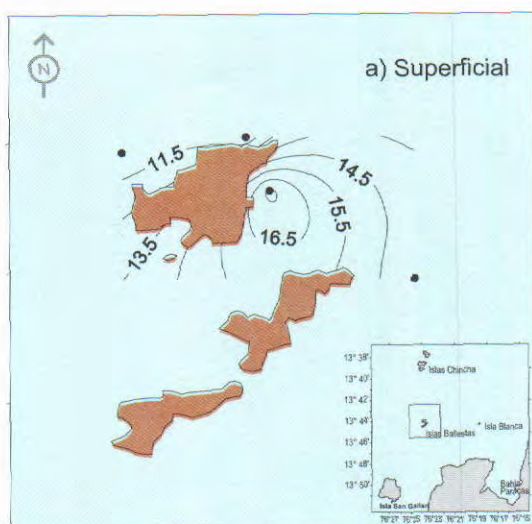


Figura 11.- Distribución horizontal de los silicatos ($\mu\text{g-at/L}$): a) superficie, b) fondo en las islas Ballestas. Agosto 2005.

Figura 12.- Distribución horizontal de los nitritos ($\mu\text{g-at/L}$): a) superficie, b) fondo en las islas Ballestas. Agosto 2005.

Silicatos.- Fueron considerables en casi todas las estaciones (Tabla 1); principalmente los valores a nivel intermedio y sobre el fondo fueron mayores, evidenciando el proceso de afloramiento producido en la zona (Figura 11). Cabe señalar que también se dieron procesos de remineralización produciéndose la recuperación de silice, tan importante en la estructura de las valvas de las diatomeas.

Nitritos.- A nivel superficial, presentaron valores entre 2,33 a 1,18 $\mu\text{g-at/L}$ con promedio de 1,58 $\mu\text{g-at/L}$ (Tabla 1), con isolíneas concéntricas hacia la isla situada al norte de las otras dos (Figura 12 a); y sobre el fondo las isolíneas también se registraron concéntricas pero hacia fuera con dirección nor-este, hacia la costa (Figura 12b),.

Tabla 1.- Monitoreo de parámetros ambientales en la zona de las Islas Ballestas y Lagunillas. Del 29 al 30 de agosto 2005.

Est.	Latitud	Longitud	Hora	Prof.	Transp.	m	Salinidad	Temp.	°C	Oxígeno	mg/L	pH	SST	mg/L	M.O.E.H.	Fosfatos	µg-at/L	Silicatos	µg-at/L	Nitratos	µg-at/L	Nitritos	µg-at/L	Observaciones
1	13°43'47.1"	76°23'45.5"	09:44	0	6.0	34,968	16.0	3.21	7.78	42.57	<1	3.13	10.75	5.74	1.18	1.18	Se apreció partículas en suspensión. Presencia de aves y lobos marinos, se colectó ejemplares de "choro" <i>Aulacomya ater</i> .							
																		10	34,981	15.8	3.04	7.78	69.48	--
2	13°43'49.6"	76°24'02.6"	10:29	0	4.0	34,965	16.5	5.31	7.85	38.31	--	3.47	10.75	5.53	1.20	1.20	Color del agua verde oscuro. Se buceó desde 09:40 - 10:05 y se extrajo mediante el buceo ejemplares de <i>Semimytilus algosus</i> .							
																		29	34,931	14.3	0.34	7.66	20.00	--
3	13°43'54.8"	76°23'42.3"	10:54	0	3.0	34,973	16.1	3.25	7.76	33.74	<1	--	17.77	8.18	2.33	2.33	Color verde oscuro. Presencia de aves y lobos marinos en la playa.							
																		3	34,974	15.8	2.45	7.81	19.76	--
4	13°44'07.0"	76°23'22.4"	11:30	0	3.0	34,955	16.7	3.02	7.86	39.84	--	--	13.67	6.88	1.62	1.62	Sedimento arena fangoso; presencia de grava y conchuela marrón verdosa.							
																		22	34,996	15.1	1.68	7.73	19.92	--
					44	34,935	14.2	0.27	7.64	30.00	--	5.54	14.40	12.80	0.84	0.84	Color del agua verde oscuro.							
																		Prom.	34,965	16.3	3.70	7.86	38.62	--
	Superficie					34,955	16.0	3.02	7.76	33.74	--	3.13	10.75	5.53	1.18	1.18								
																		Min	34,973	16.7	5.31	7.86	42.57	--
	Fondo					34,955	15.0	1.53	34.81	--	4.40	15.26	10.00	0.87	0.87									
																		Min	34,931	14.2	0.27	7.64	19.76	--
					Max	34,981	15.8	3.04	7.81	69.48	--	5.54	25.60	14.92	1.32	1.32	Costado del Raspon. Color del agua verde oscuro. Se solicitó a un criadero de concha de abanico ejemplares de la especie <i>Argopecten purpuratilis</i> .							
																		5	13°54'29.2"	76°18'53.7"	09:34	0	2.0	35,024
					10	34,990	15.7	5.13	7.80	26.21	--	2.65	23.69	10.68	0.72	0.72	Punta Prieta. Mediante el buceo se extrajo ejemplares de <i>Aulacomya ater</i> . El mar presentó calificación 2 por la braveza.							
																		6	13°55'40.3"	76°19'59.7"	10:20	0	3.0	35,020
					18	34,975	14.4	1.90	7.67	12.05	--	3.57	24.60	14.52	0.40	0.40								
																		7	13°55'00.5"	76°18'55.9"	11:15	0	3.0	35,030
					18	34,926	14.3	1.09	--	23.60	--	3.66	32.80	1.48	0.48	0.48	Los Fardos. Se extrajo mediante el buceo ejemplares de <i>Semimytilus algosus</i> .							
																		Prom.	35,025	16.7	7.25	42.80	--	2.81
	Superficie					35,020	16.0	6.93	7.85	36.03	--	2.07	13.39	8.28	0.66	0.66								
																		Min	35,030	17.2	7.69	7.87	47.60	--
	Fondo					34,963	14.8	2.71	20.62	--	3.29	27.03	8.89	0.53	0.53	0.53								
																		Min	34,926	14.3	1.09	7.67	12.05	--
					Max	34,990	15.7	5.13	7.80	26.21	--	3.66	32.80	14.52	0.72	0.72								

Las estaciones 1, 2, 3 y 4 pertenecen a las Islas Ballestas, monitoreadas el 29 de agosto.

Las estaciones 5, 6 y 7 pertenecen a Lagunillas, monitoreadas el 30 de agosto.



Figura 13.- Vista panorámica de la caleta Lagunillas

Ensenada Lagunillas

Está localizada en la península de Paracas, tiene aproximadamente 2 millas de apertura y 2 millas de largo; en este lugar se encuentra una caleta de pescadores artesanales donde fondean las embarcaciones menores (Figura 13). En la actualidad se realizan trabajos para el repoblamiento de la "concha de abanico" por parte de los pescadores artesanales, mediante la captación de semillas, considerando la existencia de bancos naturales de esta

especie. También se observa una variedad de aves marinas, muchas de las cuales son migratorias, presentándose sobre todo en el verano austral.

En el área de mar de la Ensenada Lagunillas se seleccionaron cuatro estaciones (Figura 14), pero sólo se registró información en tres de ellas colectándose inclusive el material biológico. Los resultados analíticos de los parámetros ambientales analizados se incluyen en la Tabla 1.

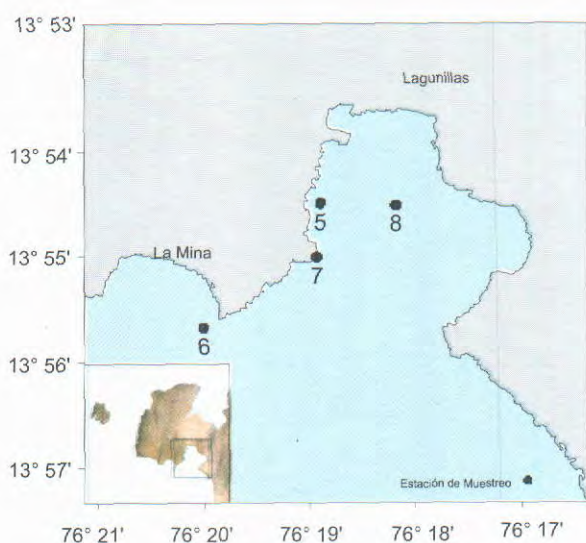


Figura 14.- Carta de Posiciones en la Ensenada Lagunillas. Agosto 2005.

La temperatura a nivel superficial varió de 16,0 a 17,2 °C; y sobre el fondo, de 14,3 a 15,7 °C, condiciones muy similares a lo hallado en las Islas Ballestas (Figura 15).

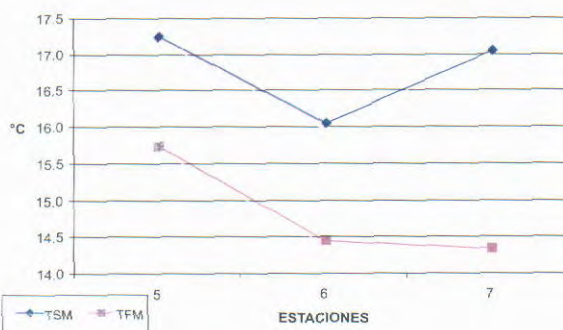


Figura 15.- Variación de la temperatura a nivel superficial (TSM) y sobre el fondo (TFM) en la Ensenada Lagunillas. Agosto 2005.

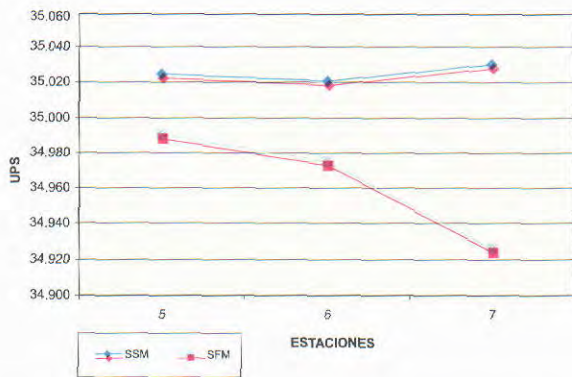


Figura 16.- Concentración de salinidad (ups) en superficie (SSM) y en el fondo (SFM), en Lagunillas. Agosto 2005.

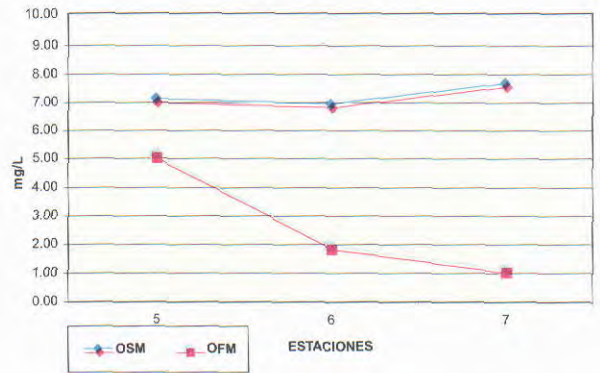


Figura 17.- Niveles de oxígeno disuelto (mg/L) en la Ensenada Lagunillas, en Agosto 2005. En superficie (OSM) y en el fondo (OFM).

La **salinidad** también mostró concentraciones muy propias y que caracterizan las Aguas Costeras Frías (ACF), también presentes en las islas Ballestas (Tabla 1 y Figura 16).

El **oxígeno disuelto** a nivel superficial presentó concentraciones de 6,93 a 7,69 mg/L con un promedio de 7,25 mg/L, valores que se encuentran dentro de lo estipulado por la Ley General de Aguas para las clases IV, V y VI. A un metro del fondo, las concentraciones de oxígeno fueron hipóxicas, principalmente en las estaciones E-6 y E-7 indicando el ingreso de aguas frías de afloramiento, una tendencia similar fue registrada en la distribución de la salinidad. Concentraciones menores se localizaron en las estaciones de ingreso a la Ensenada Lagunillas (Figura 17).

Nutrientes.- Hubo influencia de las aguas de afloramiento, así como remineralización por la degradación de la materia orgánica proveniente de las

microalgas que han terminado su ciclo de vida, para producir nuevamente CO₂ y los nutrientes básicos con un significativo consumo de oxígeno.

Los **fosfatos**, en superficie presentaron un promedio ligeramente menor que en islas Ballestas.

Los **silicatos** y los **nitratos** tuvieron concentraciones mayores (Tabla 1 y Figuras 18 y 19) propias de un afloramiento costero. Las aguas del fondo elevan los nutrientes hacia la superficie, permitiendo el aumento y abundancia de alimento para los moluscos filtradores, como son las especies seleccionadas para este estudio.

Sólidos Suspendidos Totales (SST).- En la Tabla 1, se presentan los valores de estas sustancias. Puede apreciarse que tanto en las islas Ballestas como en la Ensenada Lagunillas, los contenidos son ligeramente mayores a los registrados en las aguas costeras peruanas sin alteración antrópica

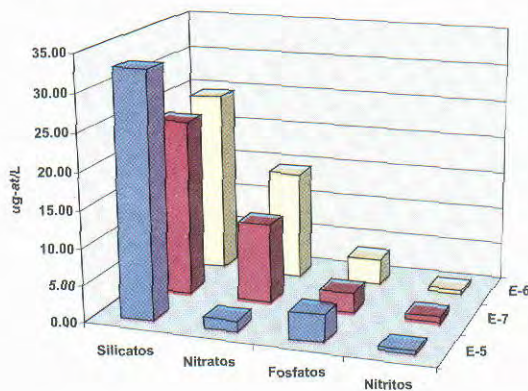


Figura 18.- Concentraciones de nutrientes (ug-at/L) a nivel superficial en la Ensenada Lagunillas. Agosto 2005.

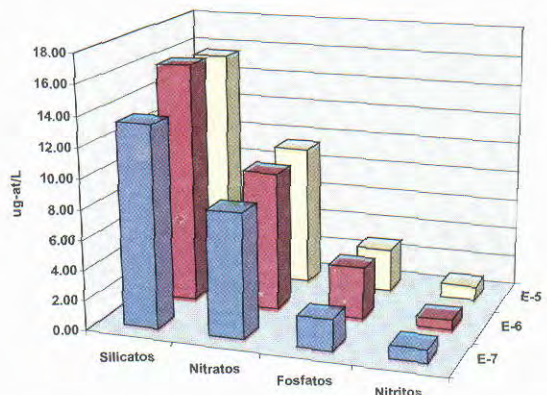


Figura 19.- Concentraciones de nutrientes (ug-at/L) a nivel de fondo en la Ensenada Lagunillas. Agosto 2005

(promedio 35,0 mg/L). En Lagunillas, a nivel superficial los SST presentaron un rango de 36 a 47 mg/L con un promedio de 42,80 mg/L; en el fondo, la concentración de las partículas en suspensión mantuvo valores menores con un rango de 12,05 a 26,21 mg/L y un promedio de 20,62 mg/L. En las Islas Ballestas a nivel superficial (Tabla 1), se registró un promedio <38,62 mg/L, así como también el valor promedio más alto (69,48 mg/L) sobre el fondo.

pH.- En las estaciones E-5 y E-6 de Lagunillas, se registró un rango de 7,85 a 7,87 en el nivel superficial y 6,67 a 7,80 sobre el fondo, valores bastante homogéneos asociados a las concentraciones de oxígeno relativamente altos en superficie. Los valores hallados en las Islas Ballestas fueron homogéneos tanto a nivel superficial como sobre el fondo (Tabla 1).

Material orgánico extractable en agua.- Se detectó su presencia en dos estaciones de las Islas Ballestas y Lagunillas pero no fueron significativos (<1 mg/L).

Presencia de COPs en organismos marinos

Se seleccionó la zona Lagunillas, que recibe influencia de la bahía de Paracas, para determinar los plaguicidas organoclorados que pudieran estar bioacumulados en moluscos bivalvos, los cuales son buenos indicadores de la contaminación. Se trabajó con la especie *Semimytilus algosus* "chorito", de importancia ecológica. Estos organismos habitan en la zona intermareal de sustrato rocoso, seleccionada en forma prioritaria para los fines del proyecto. Mediante buceo semiautónomo, en la estación N° 7 se colectaron 30 individuos cuyo largo varió de 50 a 60 mm, su ancho de 2,3 a 2,8, el peso de la valva de 12 a 21 g y el peso desvalvado de 3,9 a 4,1 g. Todos los ejemplares fueron adultos y seleccionados para lograr una muestra homogénea de aproximadamente 400 g de tejido húmedo.

Se efectuaron análisis de plaguicidas organoclorados, compuestos químicos de alta toxicidad con efectos severos a la salud humana y a la fauna silvestre, con la finalidad de evaluar la presencia de

residuos como el DDT y sus metabolitos el p'p' DDE y el p'p' DDD.

Como se conoce, la exposición de animales silvestres durante un período largo a niveles no letales, puede causar un envenenamiento crónico (BADII et al. 2006).

El DDT tiene un coeficiente de partición lípido/agua >1,0, por lo tanto es liposoluble (VEGA 1985); debido a ello se absorbe fácilmente a través de las membranas que recubren los órganos como riñones, hígado, gónadas, entre otros. Esta situación implica un efecto de acumulación principalmente en tejidos grasos.

Otra característica del DDT es que se deposita en los sedimentos, donde puede experimentar hidrólisis, degradación anaerobia o se absorben en partículas húmicas, minerales y arcillas, por ello pueden estar disponibles para los organismos bentónicos asociados a los sedimentos de los ecosistemas costeros (GOLBERG 1976, en CALVA y TORRES 1998). En los análisis realizados a los "choritos" destaca el hallazgo de metabolitos del DDT como: p'p' DDE con una concentración de 7,9 ng/g (base seca) y p'p' DDD con una concentración de 34,8 ng/g (base seca), con lo cual hace un total de p'p' DDTs = 42,7 ng/g (Figura 20). Sin embargo, es importante reconocer que estos valores son inferiores a los estándares referenciales de la FDA (<0,3 ppm) (Fuente NOAA: Technical Memorandum OMA 1990) indicando niveles ínfimos para la vida acuática.

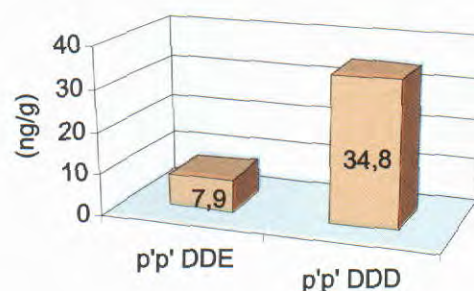


Figura 20.- Metabolitos del DDT en "chorito" *Semimytilus algosus*, Lagunillas, Paracas, Ica, Perú. Setiembre 2005.

CONCLUSIONES

1.- Durante el monitoreo se determinó la presencia de aguas de afloramiento, y las concentraciones de los parámetros de calidad de aguas se han mantenido dentro de los estándares nacionales vigentes y característicos del agua costera peruana.

2.- Se determinó la presencia de residuos organoclorados como los metabolitos del DDT en la posición p'p' DDE y p'p'DDD, los cuales se encuentran más frecuentemente en los tejidos de los ejemplares de moluscos bivalvos; sin embargo, estos residuos no son significativos, ni superan los estándares internacionales de referencia.

REFERENCIAS

- AM PANAMA OEA - CPPS. 2004. I Taller de Especialistas sobre Métodos de Muestreo y Criterios de Control de Calidad para Análisis de COPs. Autoridad Marítima de Panamá. Octubre 2004.
- BADII M, GARZA V, LANDEROS J. 2006. Efectos de los plaguicidas en la fauna silvestre. *culcyt*/n° 14-15: 22-44.
- CALVA, L, TORRES M. 1998. Plaguicidas organoclorados. *Contactos* 30:35-46.
- UNESCO - IOC - UNEP NOAA .1994. *International Mussel Watch Project. Final Report*: 22 pp.
- JACINTO ME, CABELLO R. 1998. Evaluación de los Niveles de Plaguicidas Organoclorados y PCB's en Áreas Costeras seleccionadas del Perú, 1996 - 1997". Seminario Internacional sobre "El Estado del Medio Ambiente Marino y Costero en el Pacífico Sudeste", Guayaquil-Ecuador. Informe inédito. Diciembre. CPPS.
- NOAA. 1990. *Technical Memorandum OMA*.
- RUEDA Q. 1993. Determinación de plaguicidas organoclorados en sedimentos y organismos (moluscos y peces) de lagunas costeras en el sureste de México. Tesis de Licenciatura. Fac. Ciencias. UNAM: 78pp.
- SPOKES L. 2003. Los Océanos. El fitoplancton y los nutrientes de los océanos. www.atmosphere.mpg.de/enid/2_Nutrientes_en_el_Oceano/
- UNEP/FAO/IOC/IAEA. 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.
- USFDA/WHO. 1999. International Workshop on Total Diet Studies in Cooperation with the Pan American Health Organization. Kansas City. WHO, July.
- UNEP. 2004. Guidance for a Global Monitoring Programme for Persistent Organic Pollutants. 1rst Edition UNEP Chemical: 105 pp. pdf
- UNESCO. 1996. Use of Standards and Reference Materials in the Measurement of Chlorinated Hydrocarbon residue. Chemistry Workbook IOC45.
- VEGA S. 1985. Toxicología I: Evaluación epidemiológica de riesgos causados por agentes químicos ambientales. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS, OMS. 69 pp.