



informe progresivo

nº
131

Octubre
2000

Caracterización física, química y geológica en la bahía de Samanco, Chimbote. 19-22 julio 2000.

Luis Vásquez

José Tenorio

Marcelo Crispín

Federico Velazco

Juana Solís 3

Nutrientes en la bahía de Paracas, Pisco, en marzo y abril 2000.

Juana Solís Acosta 17

DGIO-59

DGIO-60

Publicación periódica mensual de distribución nacional. Contiene información de investigaciones en marcha, conferencias y otros documentos técnicos sobre temas marítimos. EL INFORME PROGRESIVO tiene numeración consecutiva. Deberá ser citado como Inf. Prog. Inst. Mar Perú.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU (IMARPE)

Esq. Gamarra y Gral. Valle, Chucuito, Callao.

Apartado 22, Callao, Perú.

Telf. 429-7630 / 420-2000 Fax: 465-6023

Email: imarpe+@imarpe.gob.pe

NUTRIENTES EN LA BAHÍA DE PARACAS, PISCO, EN MARZO Y ABRIL 2000

Juana Solís Acosta
Área de Geología Marina DOQ.
DGIO. IMARPE

CONTENIDO

Resumen	17
1. Introducción	17
2. Material y métodos	18
3. Resultados	18
3.1 Nutrientes en agua de mar a nivel de superficie y fondo	18
3.2 Nutrientes en aguas de playa	26
4. Discusión	27
5. Conclusiones	28
6. Referencias	28

RESUMEN

Se da a conocer la variación de los nutrientes en la Bahía de Paracas, Pisco, durante el monitoreo realizado los días 20, 27 y 30 de marzo y 04 de abril del 2000, como parte del seguimiento ambiental de la bahía de Paracas. El desarrollo e intensificación de la actividad pesquera y doméstica en la bahía, son los agentes que incrementan el problema de contaminación del ámbito marino.

Los fosfatos mostraron un incremento en el monitoreo del 4 abril (5,61 a 5,73 ug-at/L) con respecto al promedio de marzo (2,74 a 4,96 ug-at/L). Para los nitratos se registró un decremento de concentración (de 1,78 a 1,58 y de 3,53 a 3,29 ug-at/L), directamente asociado al alto consumo de oxígeno por la degradación de la materia orgánica existente en la zona. Los silicatos alcanzaron en marzo promedios de 26,96 a 35,99 y en abril 23,54 a 30,03 ug-at/L. Los nitritos variaron de 0,13 a 0,29 y de 0,19 a 0,19 ug-at/L en marzo y abril, respectivamente.

1. INTRODUCCIÓN

Continuando con el estudio del Seguimiento Ambiental en la Bahía de Paracas, Pisco, en los meses de marzo y abril 2000 se llevaron a cabo los monitoreos programados para determinar la variabilidad de los nutrientes en el agua de mar y los efectos que sobre ellos producen los cambios ambientales. En el presente trabajo se ha podido observar que las características ambientales han variado sensiblemente debido a los efectos de la contaminación de origen antropogénico existente en la zona evaluada; por este motivo el IMARPE, a través del desarrollo de sus investigaciones, trata de proteger el equilibrio del ámbito marino.

El desarrollo de la actividad industrial y doméstica es la causante del problema de contaminación del ámbito marino, el que se ha agudizado produciendo cambios y variaciones significativas en las características propias del sistema hidroquímico y del ecosistema marino. La configuración geográfica cerrada de la bahía, corrientes marinas y vientos son factores muy importantes que influyen en la dispersión de la carga contaminante, agudizando los problemas de contaminación de origen antropogénico que caracterizan a esta bahía.

Estudios anteriores (SOLÍS e INCA 2000, SÁNCHEZ *et al.* 1997, CÓRDOVA Y LEDESMA 1997), han registrado los cambios de las características químicas del agua de mar en la bahía de Paracas, Pisco, considerándola un área crítica por sus altos niveles de materia orgánica de origen antropogénico, lo cual se ve agravado por la poca intensidad en la circulación hidrodinámica, ya que se trata de una bahía cerrada.

Los estudios realizados en marzo y abril del 2000 corresponden al seguimiento ambiental, realizado en forma permanente por el Instituto del Mar de Perú en la bahía de Paracas, desde el año 1999 a la actualidad.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los muestreos, tanto por mar como por playas, se llevaron a cabo en los días 20, 27 y 30 de marzo y 04 de abril del 2000. El muestreo por mar se efectuó a bordo de la embarcación Yessica con motor fuera de borda.

El área de estudio estuvo comprendida en la Bahía de Paracas, Pisco, entre los 13°46'03" a 13°49'29.7"S y 76°14'51" a 76°17'34" W, hasta aproximadamente 3 millas náuticas de la costa.

Se realizó un total de 4 estaciones, colectándose muestras de agua de mar a nivel de superficie y fondo. Las muestras de superficie tomadas con un balde plástico, y las de fondo con botella Niskin, fueron preservadas por enfriamiento hasta su análisis en el laboratorio de la sede central del IMARPE. Se colectaron 45 muestras, 37 de agua de mar y 8 en playas. Se realizó el seguimiento a emisarios submarinos, colectándose muestras a nivel de superficie y fondo, en puntos localizados. Los análisis de nutrientes se realizaron mediante la técnica calorimétrica de STRICKLAND Y PARSONS (1968).

3. RESULTADOS

3.1 Nutrientes en agua de mar a nivel de superficie y fondo

Las tablas 1, 2 y 3 contienen los valores de nutrientes obtenidos de las tres muestras de agua de mar captadas en marzo, cuyos promedios se dan en la tabla 5; la tabla 4 contiene los resultados hallados en la muestra de abril.

Tabla 1. Valores ($\mu\text{g-at/L}$) de los nutrientes en agua de mar en la Bahía de Paracas, Pisco.
(20 de marzo del 2000)

Estación	Fecha	Posiciones		Prof (m)	Temp (°C)	Oxígeno (mL/L)	Fosfatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Silicatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitratos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitritos ($\mu\text{g-at/L}$)	
		Latitud S	Longitud W								
1	3/20/00	13°49' 29,7"	76°17' 11,7"	0	15,6	1,70	3,24	31,91	2,14	0,30	
				9	14,3	0,17	3,79	32,51	1,04	0,40	
2	3/20/00	13°49' 42,0"	76°15' 37,9"	0	16,6	0,85	3,88	30,35	0,69	0,26	
				5	15,3	0,00	4,25	33,12	0,67	0,46	
6	3/20/00	13° 47' 13,0"	76°14' 51,3"	0	19,9	1,53	3,38	30,00	1,42	0,26	
				6	16,5	0,00	3,52	31,21	2,25	0,98	
7A	3/20/00	13° 46' 03,0"	76°17' 34,0"	0	20,9	5,50	2,38	28,00	2,67	0,10	
				23	14,6	0,00	3,98	26,53	0,70	0,16	
Promedio				Superficie	S	18,3	2,40	3,22	30,06	1,73	0,23
				Fondo	F	15,2	0,04	3,88	30,84	1,16	0,50
				General		16,8	1,22	3,55	30,45	1,46	0,37

Tabla 2. Valores ($\mu\text{g-at/L}$) de los nutrientes en agua de mar en la Bahía de Paracas, Pisco.
(27 de marzo del 2000)

Estación	Fecha	Posiciones		Prof (m)	Temp (°C)	Oxígeno (mL/L)	Fosfatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Silicatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitratos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitritos ($\mu\text{g-at/L}$)	
		Latitud S	Longitud W								
1	3/27/00	13°49' 29,7"	76°17' 11,7"	0	24,4	5,05	3,15	38,32	5,69	0,00	
				9	15,4	0,00	4,52	65,06	11,10	0,08	
2	3/27/00	13°49' 42,0"	76°5' 37,9"	0	21,0	2,90	3,15	29,79	5,10	0,08	
				4	15,5	0,00	4,71	48,08	8,45	0,14	
6	3/27/00	13° 47' 13,0"	76°14' 51,3"	0	22,9	2,16	4,25	40,07	6,96	0,06	
				5,5	17,6	0,00	4,66	28,05	2,57	0,04	
7A	3/27/00	13° 46' 03,0"	76°17' 34,0"	0	21,5	4,43	2,01	32,05	6,02	0,02	
				23	14,4	0,00	3,93	44,33	6,27	0,08	
Promedio				Superficie	S	22,45	3,64	3,14	35,05	5,94	0,04
				Fondo	F	15,73	0,00	4,45	46,38	7,09	0,07
				General		19,1	1,82	3,80	40,71	6,52	0,07

Tabla 3. Valores ($\mu\text{g-at/L}$) de los nutrientes en agua de mar en la Bahía de Paracas, Pisco.
(30 de marzo del 2000)

Estación	Fecha	Posiciones		Prof (m)	Temp (°C)	Oxígeno (mL/L)	Fosfatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Silicatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitratos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitritos ($\mu\text{g-at/L}$)	
		Latitud S	Longitud W								
1	3/30/00	13°49' 29,7"	76° 17' 11,7"	0	21,4	6,30	1,46	15,50	3,80	0,10	
				9	15,4	0,00	4,66	31,97	0,89	0,08	
2	3/30/00	13°49' 42,0"	76° 15' 37,9"	0	21,0	6,13	2,29	11,58	0,65	0,12	
				5	15,5	0,00	8,27	39,46	2,70	0,06	
6	3/30/00	13° 47' 13,0"	76° 14' 51,3"	0	22,9	1,83	1,74	28,39	3,39	0,16	
				6	17,6	0,00	9,51	25,61	0,67	0,88	
7A	3/30/00	13° 46' 03,0"	76° 17' 34,0"	0	21,5	6,64	1,87	7,84	3,78	0,10	
				23	14,4	0,00	3,70	34,93	2,19	0,12	
Promedio				Superficie	S	21,7	5,23	1,84	15,82	2,91	0,12
				Fondo	F	15,7	0,00	6,54	32,99	1,61	0,29
				General		18,7	2,62	4,19	24,41	2,26	0,21

Tabla 4. Valores ($\mu\text{g-at/L}$) de los nutrientes en agua de mar en la Bahía de Paracas, Pisco.
(04 de abril del 2000)

Estación	Fecha	Posiciones		Prof (m)	Temp ($^{\circ}\text{C}$)	Oxígeno (mL/L)	Fosfatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Silicatos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitratos ($\mu\text{g-at/L}$)	Nitritos ($\mu\text{g-at/L}$)	
		Latitud S	Longitud W								
1	4/4/00	13°49' 29,7"	76°17' 11,7"	0	16,6	1,08	5,03	31,27	2,79	0,12	
				9	14,8	0,00	6,03	32,05	0,84	0,12	
2	4/4/00	13°49' 42,0"	76°15' 37,9"	0	16,8	0,00	6,36	30,14	0,78	0,10	
				5,5	15,5	0,00	7,68	27,78	0,89	0,26	
6	4/4/00	13° 47' 13,0"	76°14' 51,3"	0	20,9	0,60	9,23	17,42	1,69	0,48	
				5,5	17,1	0,00	4,52	23,34	2,25	0,24	
7A	4/4/00	13° 46' 03,0"	76°17' 34,0"	0	22,8	6,36	1,83	15,33	1,73	0,06	
				23	14,7	0,00	4,71	36,93	2,35	0,14	
Promedio				Superficie	S	19,3	2,01	5,61	23,54	1,74	0,19
				Fondo	F	15,5	0,00	5,73	30,03	1,58	0,19
				General		17,4	1,01	5,67	26,79	1,66	0,19

Tabla 5. Valores ($\mu\text{g-at/L}$) promedio de los nutrientes en la Bahía de Paracas, Pisco.
Marzo del 2000.

Estación	Latitud S	Longitud W	Prof	Fosfatos	Silicatos	Nitratos	Nitritos	
1	13°49' 29,7"	76° 17' 11,7"	S	2,62	28,58	3,87	0,13	
			F	4,32	43,18	4,34	0,19	
2	13°49' 42,0"	76° 15' 37,9"	S	3,11	23,91	2,15	0,15	
			F	5,74	40,22	3,94	0,22	
6	13° 47' 13,0"	76° 14' 51,3"	S	3,12	32,82	3,92	0,16	
			F	5,90	28,29	1,83	0,63	
7A	13° 46' 03,0"	76° 17' 34,0"	S	2,09	22,51	4,16	0,07	
			F	3,87	32,26	3,05	0,12	
Promedio			Superficie	S	2,74	26,96	3,53	0,13
			Fondo	F	4,96	35,99	3,29	0,29
			General		3,85	31,48	3,41	0,21

Fosfatos

A nivel de superficie.- Los fosfatos en marzo (2,01 a 3,12 $\mu\text{g-at/L}$) presentaron una distribución regular con isóneas de 2,5 a 3,0 $\mu\text{g-at/L}$; en la estación 2 los valores alcanzaron 3,0 $\mu\text{g-at/L}$, extendiéndose en forma paralela a la zona costera de la bahía frente a la zona industrial y al Chaco. En abril, la distribución de fosfatos mostró un incremento significativo, pero con una tendencia similar de distribución, hallándose valores de 1,83 a 9,23 $\mu\text{g-at/L}$ en las estaciones 7A y 6, localizándose un núcleo de 9,0 $\mu\text{g-at/L}$ frente a la zona industrial pesquera (Figs. 2a, 2c).

A nivel de fondo.- Los fosfatos, comparados con la superficie, mostraron valores con tendencia a incrementarse significativamente. En marzo los valores fluctuaron de 3,87 a 5,90 $\mu\text{g-at/L}$ en las estaciones 7A y 6, con isóneas de 4 a 5,5 $\mu\text{g-at/L}$, con tendencia de distribución que diverge hacia las zonas norte y sur de la bahía, originando isóneas similares a las de superficie. En abril, los fosfatos mostraron valores similares a los observados anteriormente con tendencia a distribuirse en forma regular en toda la amplitud de la bahía, fluctuando de 4,52 a 7,68 $\mu\text{g-at/L}$, con isóneas de 5 a 7,5 $\mu\text{g-at/L}$, localizándose la mayor concentración de 7,68 $\mu\text{g-at/L}$ en la estación 2 frente al Chaco (Figs. 2b, 2d).

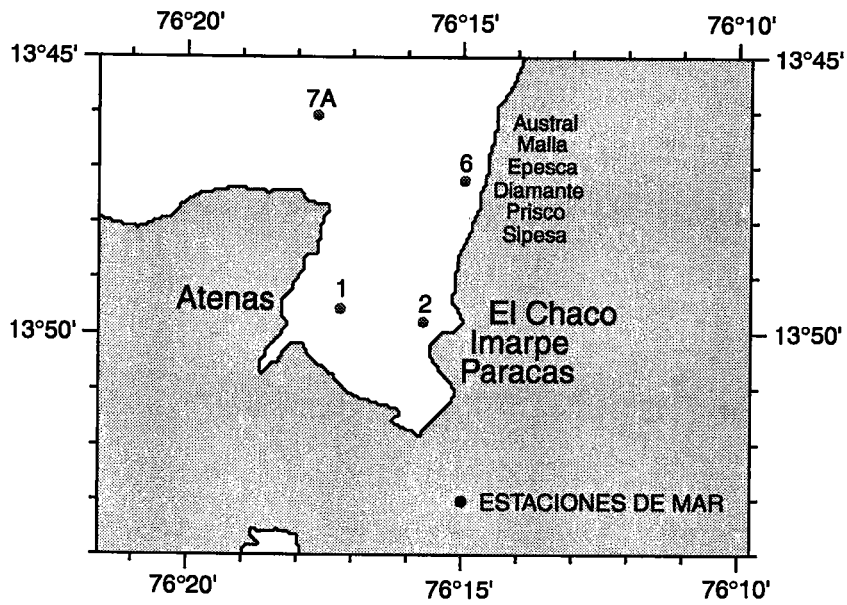


FIGURA 1. Carta de posiciones. Bahía Paracas, Pisco
Marzo y Abril del 2000.

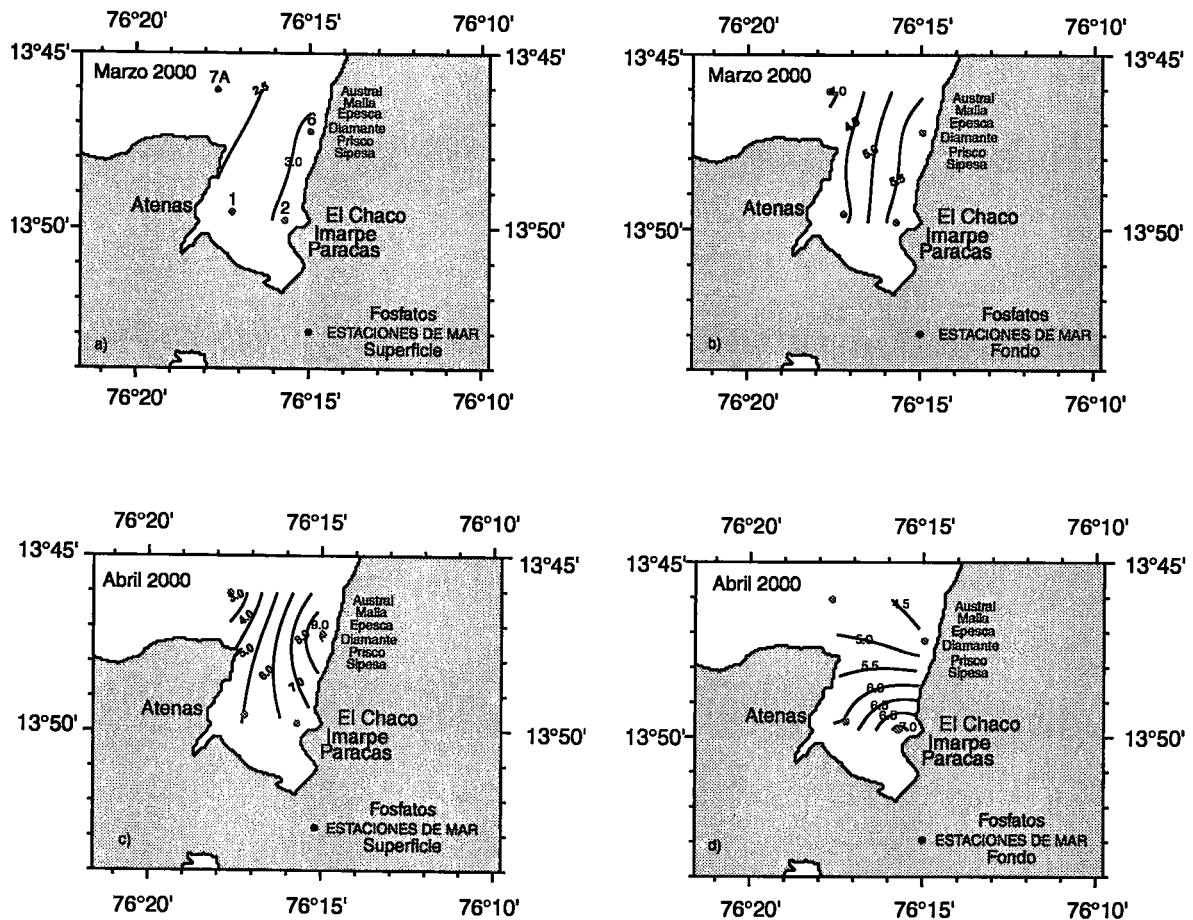


FIGURA 2. Distribución de fosfatos ($\mu\text{g-at/L}$) a nivel de superficie y fondo en la bahía de Paracas, Pisco, marzo y abril del 2000.

Nitratos

A nivel de superficie, los nitratos en marzo alcanzaron bajos valores promedio, característicos de la bahía (2,15 a 4,16 $\mu\text{g-at/L}$), hallándose la mayor concentración en la estación 7A, en zona abierta fuera de la bahía. En abril fueron significativamente inferiores a los de marzo; las mayores concentraciones (2,79 $\mu\text{g-at/L}$) se localizaron en la zona norte y centro de la bahía, y las menores (0,78 $\mu\text{g-at/L}$) correspondieron a la estación 2 frente al Chaco; este valor sería un indicador de que en la zona se está dando un proceso de desnitrificación localizada (Figs. 3a,3c).

A nivel de fondo, los nitratos mostraron una conducta similar a la de superficie con la misma tendencia en la distribución. En marzo las concentraciones de nitratos variaron de 1,83 a 4,34 $\mu\text{g-at/L}$ en las estaciones 6 y 1, indicando la intensidad del proceso de desnitrificación, observándose la formación de isolíneas de 2 a 4 $\mu\text{g-at/L}$. En abril estos valores tendieron a disminuir en estaciones localizadas (2,35 a 0,84 $\mu\text{g-at/L}$) (Figs.3b, 3d).

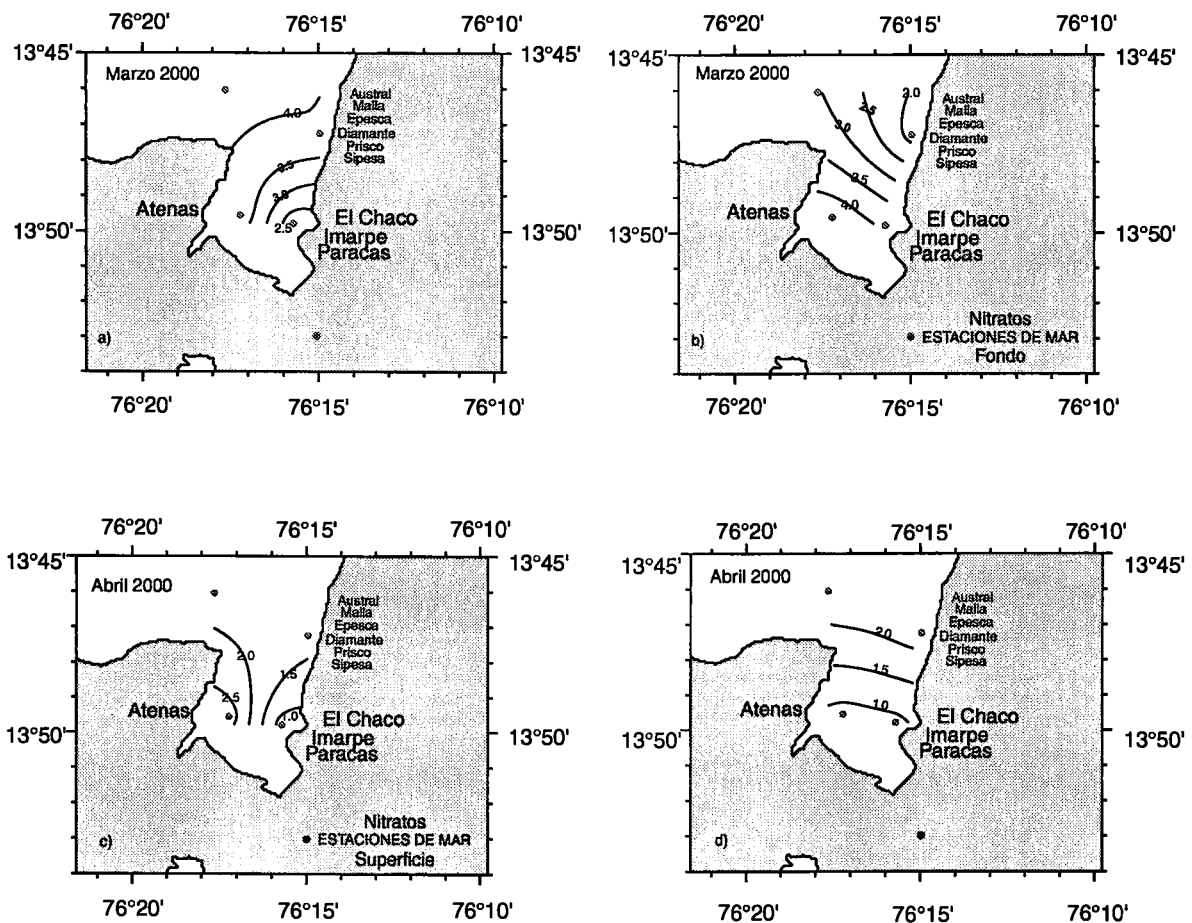


FIGURA 3. Distribución de nitratos ($\mu\text{g-at/L}$) a nivel de superficie y fondo en la bahía de Paracas, Pisco, marzo y abril del 2000.

Silicatos

A nivel de superficie, la distribución promedio de silicatos en marzo, mostró una distribución irregular (22,51 a 32,82 $\mu\text{g-at/L}$) con isolíneas de 25 a 30 $\mu\text{g-at/L}$, hallándose las mayores concentraciones en la zona costera y norte de la bahía; el valor de 32,82 $\mu\text{g-at/L}$ se registró en la estación 6 frente a la zona industrial pesquera. En abril la distribución de silicatos fue muy similar a la de marzo, pero con tendencia más regular, fluctuando entre 15,33 a 31,27 $\mu\text{g-at/L}$, con isolíneas de 20 y 30 $\mu\text{g-at/L}$, localizando la mayor concentración en la estación 2, frente al Chaco (Figs. 4a, 4c).

A nivel de fondo, los silicatos en marzo alcanzaron valores promedio de 28,29 a 43,18 $\mu\text{g-at/L}$ con tendencia creciente; en abril los valores variaron de 23,34 a 36,93 $\mu\text{g-at/L}$, observándose las mayores concentraciones en la zona cerrada de la bahía, estaciones 1 y 2, entre playa Atenas y el Chaco, valores que estarían relacionados a la floración del fitoplancton (Figs. 4b, 4d).

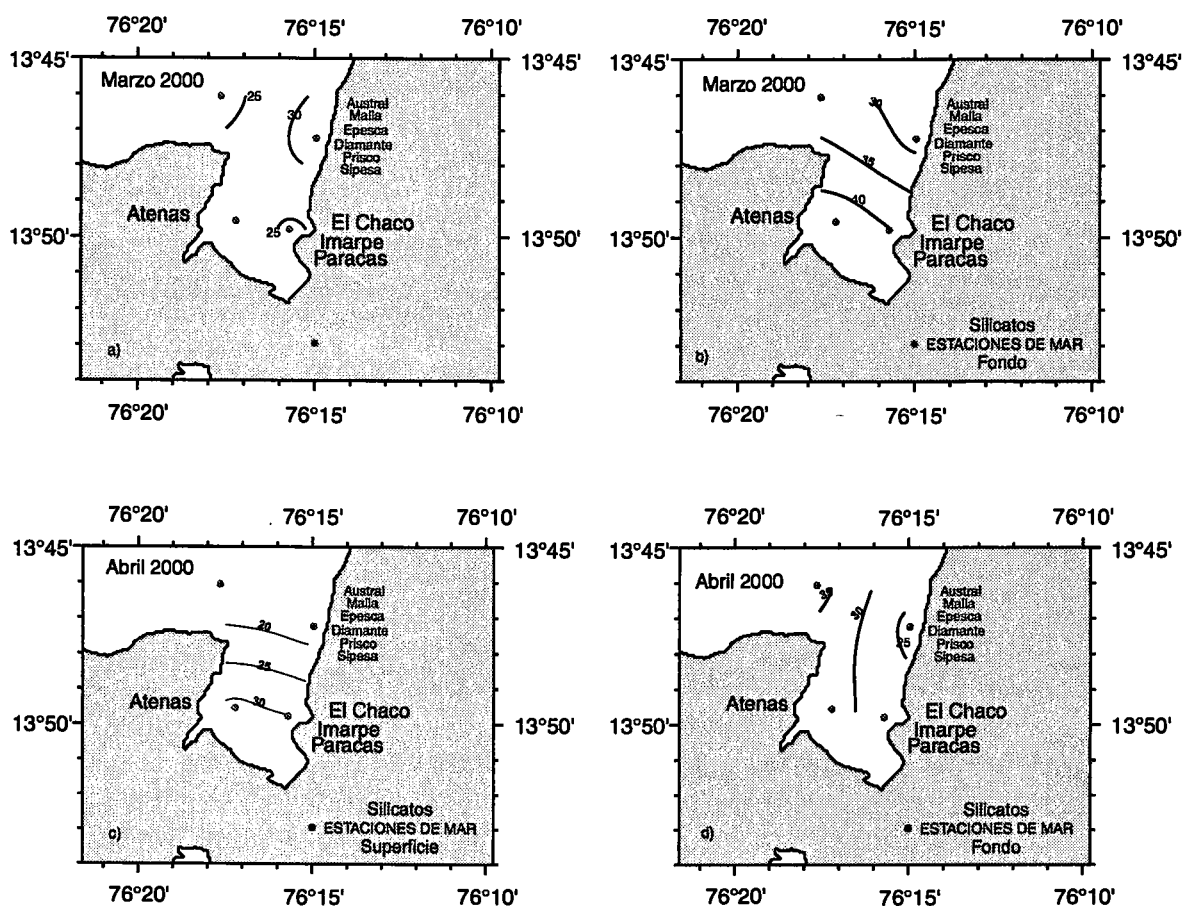


FIGURA 4. Distribución de silicatos ($\mu\text{g-at/L}$) a nivel de superficie y fondo en la bahía de Paracas, Pisco, marzo y abril del 2000.

Nitritos

A nivel de superficie, en marzo los nitritos mostraron una distribución regular característica de la bahía, con valores promedio de 0,07 a 0,16 $\mu\text{g-at/L}$; en abril fueron de 0,06 a 0,48 $\mu\text{g-at/L}$. Con respecto a la información registrada en evaluaciones anteriores las mayores concentraciones se hallaron en la zona cerrada de la bahía, estaciones 1 y 2, entre playa Atenas y el Chaco (Figs 5a, 5c).

A nivel de fondo, los valores de los nitritos fueron muy similares a los de superficie, en marzo (0,12 a 0,63 $\mu\text{g-at/L}$) y en abril (0,12 a 0,26 $\mu\text{g-at/L}$), formando isolíneas de 0,15 a 0,50 $\mu\text{g-at/L}$, con las mayores concentraciones frente a la zona industrial de la bahía, siendo características de la bahía de Paracas (Figs. 5c, 5d).

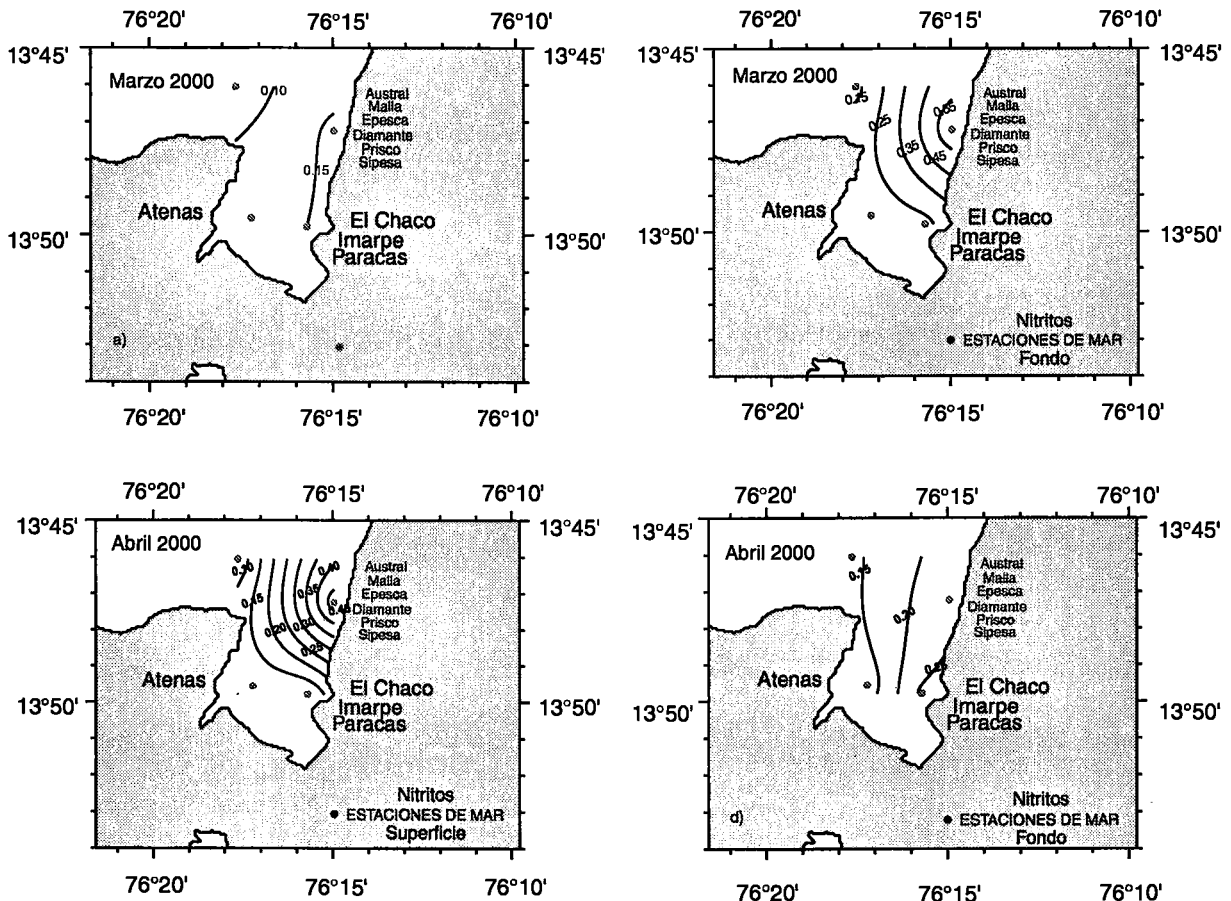
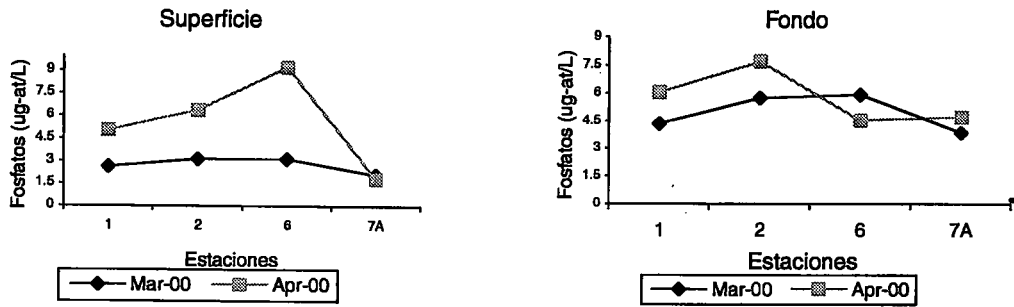
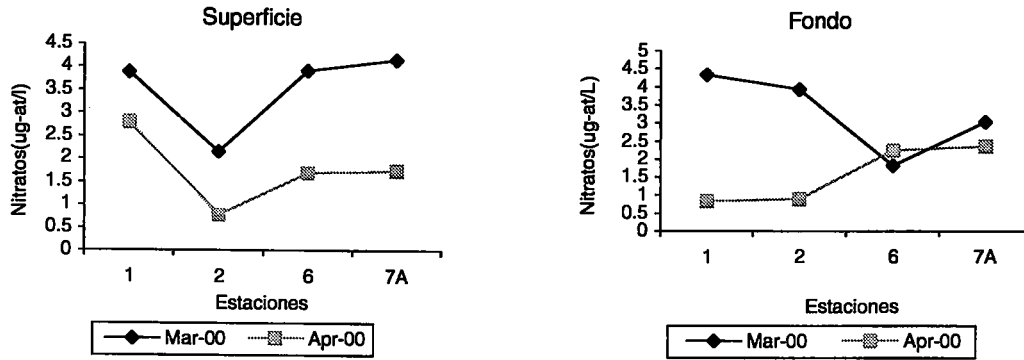


FIGURA 5. Distribución de nitritos ($\mu\text{g-at/L}$) a nivel de superficie y fondo en la bahía de Paracas, Pisco, marzo y abril del 2000.

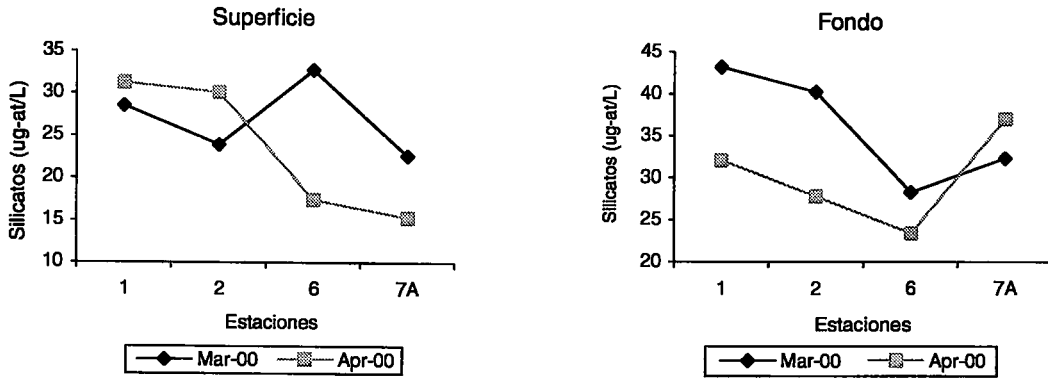
a) FOSFATOS



b) NITRATOS



c) SILICATOS



d) NITRITOS

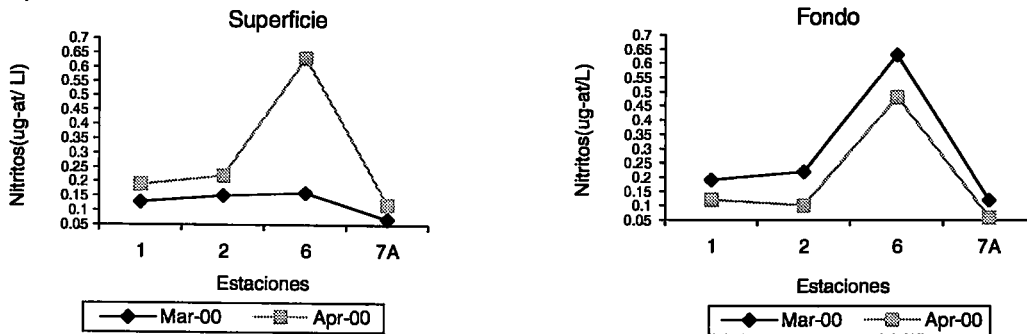
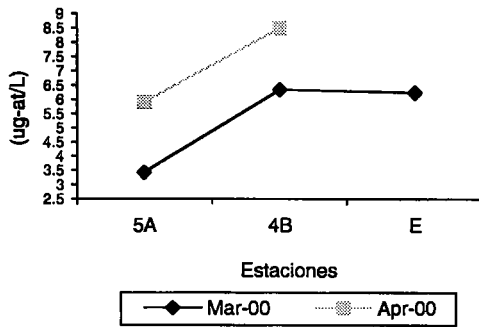
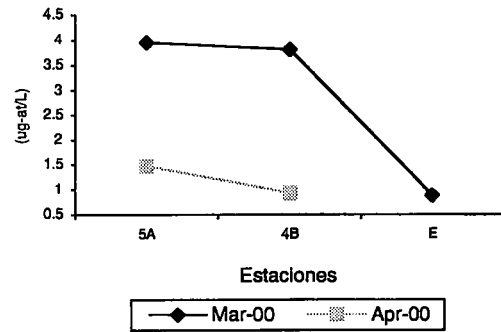


FIGURA 6. Variación de los nutrientes en estaciones de muestreo en superficie y fondo en la Bahía de Paracas, Pisco. Marzo y abril del 2000. (a) fosfatos, (b) nitratos, (c) silicatos, (d) nitritos.

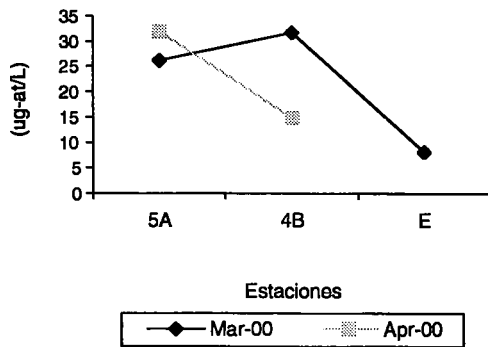
a) Fosfatos



b) Nitratos



c) Silicatos



d) Nitritos

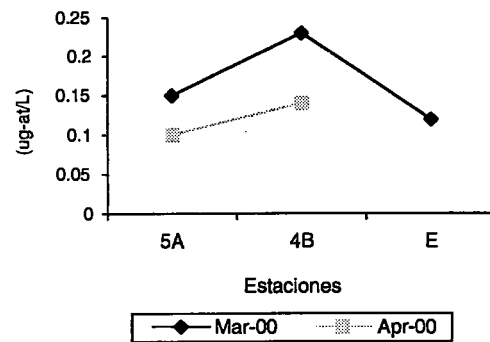


FIGURA 7. Variación de los nutrientes en estaciones de playas en la Bahía de Paracas, Pisco. Promedios correspondientes al mes de marzo y abril del 2000.

3.2 Nutrientes en aguas de playa

Los resultados se dan en las tablas 6 y 7.

Tabla 6. Valores (µg-at/L) de nutrientes en aguas de playas de la Bahía de Paracas, Pisco, en los días 20, 27 y 30 de marzo del 2000.

Estación	Fecha	Fosfatos	Silicatos	Nitratos	Nitritos
5A	3/20/00	3,84	24,36	1,14	0,14
4B	3/20/00	7,31	27,66	0,44	0,20
E	3/20/00	6,26	8,15	0,88	0,12
5A	3/27/00	3,56	40,76	8,72	0,10
4B	3/27/00	9,05	46,42	10,34	0,34
5A	3/30/00	2,88	13,33	2,03	0,20
4B	3/30/00	2,70	21,08	0,69	0,16
Promedio					
Estación 5A		3,43	26,15	3,96	0,15
Estación 4B		6,35	31,72	3,28	0,17
Estación E		6,26	8,15	0,88	0,12
Promedio general		5,35	22,01	2,71	0,15

Tabla 7. Valores ($\mu\text{g-at/L}$) de nutrientes en aguas de playas de la Bahía de Paracas, Pisco. 4 abril 2000.

Estación	Fecha	Fosfatos	Silicatos	Nitratos	Nitritos
5A	4/4/00	5.90	31.97	1.47	0.10
4B	4/4/00	8.50	14.80	0.93	0.14

Las observaciones realizadas en las playas de la bahía de Paracas hallaron algunas zonas limpias del efecto de la contaminación, como el Hotel Paracas; otras, como Pesca Perú, mostraron estragos de los efectos de la degradación de la materia orgánica que es vertida en las aguas residuales de la actividad industrial pesquera y de la actividad doméstica por el incremento de la población.

En las playas de la bahía de Paracas se pudieron observar concentraciones de nutrientes propias de zonas contaminadas por efluentes industriales, residuos sólidos y otros, responsables de alteraciones negativas en el ámbito marino, donde la capacidad de asimilación de la bahía es superada por la carga orgánica, relacionada al tipo de corrientes débiles en aguas someras.

En marzo el promedio de los fosfatos varió de 3,43 a 6,35 $\mu\text{g-at/L}$, localizándose la mayor concentración en la playa 4B; los nitratos variaron de 0,88 a 3,96 $\mu\text{g-at/L}$; silicatos de 8,15 a 31,72 $\mu\text{g-at/L}$ y nitritos de 0,12 a 0,15 $\mu\text{g-at/L}$. En abril se observó un incremento de los fosfatos (5,90 a 8,50 $\mu\text{g-at/L}$) y silicatos (14,80 a 31,97 $\mu\text{g-at/L}$); estos valores no son promedios del mes de abril. Los nitratos y nitritos, mostraron una ligera tendencia a disminuir.

4. DISCUSIÓN

Comparando los resultados obtenidos en la presente evaluación (Paracas 2000-03/04), con lo observado en la evaluación anterior (Paracas 2000-01/02, SOLÍS e INCA 2000), se aprecia que los valores de nutrientes estuvieron sobre el promedio característico del área de estudio, a excepción de los nitratos, cuyas concentraciones $<5 \mu\text{g-at/L}$ estarían relacionadas a los procesos de desnitrificación de origen bacteriológico y a bajas concentraciones de oxígeno, características en la zona. Es decir, la información registrada durante el seguimiento ambiental en la bahía de Paracas, Pisco, mostró que las concentraciones de nutrientes se ven incrementadas a excepción de los nitratos, debido a la alteración de las características del régimen hidroquímico de la bahía.

Los fosfatos mostraron valores $>4,0 \mu\text{g-at/L}$ que, comparados con los datos registrados de evaluaciones anteriores (CÓRDOVA Y LEDESMA 1997 y SOLÍS e INCA 2000), resultaron ser variables para la misma área de estudio. Las concentraciones variables de nutrientes estarían relacionadas al incremento de materia orgánica en suspensión en la columna de agua y a la deposición de ésta en el fondo de la bahía con tendencia a acumularse, originando la alteración de las características hidroquímicas del agua de mar.

Los nitratos y nitritos estuvieron relacionados a los valores bajos de oxígeno disuelto (anoxia), lo cual impidió el completo desarrollo del ciclo del nitrógeno, originando el proceso de desnitrificación localizada.

5. CONCLUSIONES

1. Los nutrientes mostraron variaciones crecientes en sus concentraciones debido a la acumulación de materia orgánica procedente de la intensificación de la actividad industrial pesquera y doméstica, por el aumento de la población humana.

2. Los valores de los fosfatos y de los nitratos fueron los parámetros más sensibles a los efectos de la contaminación por materia orgánica de origen antropogénico.

3. Los nitratos presentaron valores bajos, característicos de un proceso de desnitrificación bacteriológica, asociados a bajos valores de oxígeno.

4. En playas los nutrientes mostraron altas concentraciones de fosfatos y silicatos, bajos valores de nitratos y nitritos, valores asociados a los vertimientos de aguas residuales provenientes de la actividad industrial y doméstica.

6. Referencias

- CÓRDOVA, J. Y J. LEDESMA. 1997. De la componente química del operativo técnico ambiental en la zona industrial pesquera de Paracas (25 -27 abril 1997). Informe interno IMARPE, mayo 1997.
- OROZCO, R. 1997. Estado de la contaminación marina en la bahía de Chancay entre 1995-1997 Informe interno. IMARPE.
- SÁNCHEZ, G., CÓRDOVA, J. Y J. LEDESMA. 1997 Informe ambiental en la zona industrial pesquera de la bahía de Pisco, 25 al 27 de abril. Informe interno IMARPE. 17 pp.
- SOLÍS, J. Y J. INCA. 2000. Características hidroquímicas en la bahía de Paracas, Pisco, a fines de la primavera 1999. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 123.
- SOLÍS, J. Y J. INCA. 2000. Características hidroquímicas en la bahía de Paracas, Pisco, a comienzos de verano 2000. Informe interno. DGIO. 7 pp.
- STRICKLAND, C. Y T. PARSONS. 1968. Manual of the Seawater Analysis. Bul. Fis. Res. Bd. 125 pp.
- ZUTA, S. Y O. GUILLÉN. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú 2(5): 161-323.