



informe progresivo

nº
140

Marzo
2001

Estudio sedimentológico y geoquímico en la bahía de Chancay. Setiembre 1999.

Juan Solís A. y Federico Velazco C.3

Características hidroquímicas en la bahía de Chancay durante el periodo de intensa actividad pesquera. Octubre 1999.

Juana Solís A. y Juan Inca M.9

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

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ (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

CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS EN LA BAHÍA DE CHANCAY DURANTE EL PERIODO DE INTENSA ACTIVIDAD PESQUERA. OCTUBRE 1999

Juana Solís Acosta Juan Inca M.

Geología Marina. Unidad de Investigaciones Oceanográficas del Ecosistema Demersal
DIRDyL. IMARPE

CONTENIDO

Resumen	9
1. Introducción	9
2. Material y métodos	10
3. Resultados	11
3.1. Características de los nutrientes a nivel de superficie y fondo	11
3.2. Características de los nutrientes en playas	17
4. Discusión	19
5. Conclusiones	19
6. Referencias	20

RESUMEN

En el presente informe se dan a conocer los resultados sobre la determinación de las características hidroquímicas en la bahía de Chancay. El trabajo fue realizado los días 6 y 7 de octubre de 1999, como parte del programa "Mediciones ecofisiológicas y toxicológicas para determinar los límites máximos permisibles". Los resultados presentados corresponden a un periodo de actividad industrial pesquera (producción de harina y aceite de pescado). La bahía de Chancay de configuración semi-cerrada, debido a sus propiedades hidrodinámicas tiene capacidad de mejoramiento de sus características hidroquímicas. Sin embargo, en los últimos años viene sufriendo la contaminación de sus aguas por parte de desechos de origen industrial (pesquero principalmente) y doméstico los cuales originan procesos de eutroficación lo que origina una serie de variaciones en el régimen hidroquímico del agua de mar. La concentración de nutrientes en el periodo de actividad industrial pesquera (octubre 1999) no varió significativamente respecto al periodo de veda (setiembre 1999), presentando valores promedio a nivel superficial y de fondo de 3,63 y 3,78 ug-at/L de fosfatos; 1,17 y 0,92 ug-at/L de nitratos; 36,61 y 41,99 ug-at/L de silicatos; 0,57 y 0,37 ug-at/L de nitritos respectivamente. Respecto al amoníaco presentó una concentración promedio de 1,85 ug-at N/L no mostrando mucha variación respecto a lo hallado en periodo de veda (1,66 ug-at N/L). La poca variación de los nutrientes en periodo de veda y actividad industrial pesqueras se explicaría debido a que el monitoreo se realizó al poco tiempo de iniciada la actividad pesquera (tercer día).

1. INTRODUCCIÓN

La relativa contaminación en la costa peruana se da principalmente por la entrada de contaminantes al mar, provenientes de fuentes terrestres, como son los desechos de

origen industrial y doméstico, produciendo eutroficación en áreas cerradas de la costa del Perú.

La bahía de Chancay viene sufriendo el impacto proveniente de las descargas de las actividades industriales pesqueras y domésticas de la población, lo que origina serios problemas de contaminación del ambiente marino, ocurriendo cambios y variaciones significativas en las características hidroquímicas del agua de mar, referidas a nutrientes y amoniaco. Los nutrientes en forma de fosfatos, nitratos, silicatos y nitritos son de vital importancia y su falta puede ser un factor que delimitaría el normal desarrollo del ecosistema marino.

Los estudios realizados en la bahía de Chancay corresponden a las mediciones de respuestas ecofisiológicas y toxicológicas para la determinación de *los Límites Máximos Permisibles en Bahías del Perú*, efectuados los días 6 y 7 de octubre de 1999, en periodo de intensa actividad industrial pesquera.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

La bahía de Chancay está ubicada entre los $11^{\circ}33'0,5''S$, $77^{\circ}17'0,5''W$ y $11^{\circ}35'0,54''S$, $77^{\circ}15'59,5''W$. Las observaciones se realizaron siguiendo la carta de posiciones (Fig. 1). En el área evaluada se localizaron 10 estaciones, en las cuales se tomaron muestras de agua de superficie y de fondo; las muestras se colectaron durante dos días en forma continua.

Los días 6 y 7 de octubre se realizó el monitoreo por mar y el muestreo por playas. Las muestras de agua para la determinación de nutrientes de superficie se tomaron con un balde plástico y las de fondo con la botella Niskin. De las 95 muestras, 54 fueron para la determinación de nutrientes en superficie y fondo, 27 para determinar amoniaco de fondo y 14 correspondieron a muestras tomadas en playas.

Las muestras colectadas para los análisis de nutrientes fueron preservadas por congelamiento hasta su análisis en el laboratorio costero de Chimbote. Los análisis de nutrientes se realizaron empleando la técnica colorimétrica de STRICKLAND Y PARSONS (1968), y las muestras de amoniaco se analizaron por el método de formación del azul de indofenol de KLAUS GRASSHOFF (1976). Para las lecturas de los nutrientes y amoniaco se hizo uso de un espectofotómetro HACH DR /4000 del laboratorio de Chimbote.

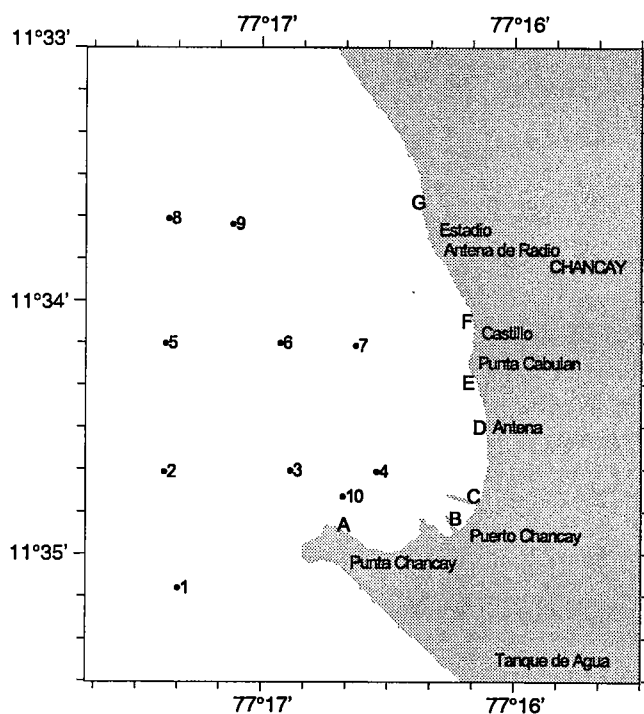


FIGURA 1. Carta de posiciones. Bahía de Chancay 1999.

3. RESULTADOS

3.1 Características de los nutrientes a nivel de superficie y fondo (Tablas 1 y 2)

Tabla 1. Resultados de nutrientes y amoníaco en agua de mar. Bahía de Chancay
6 de octubre de 1999

Est.	Posición		Prof (m)	Temp. (°C)	Fosfatos (ug-at/L)	Silicatos (ug-at/L)	Nitratos (ug-at/L)	Nitritos (ug-at/L)	Amoníaco (ug-at N/L)
	Latitud	Longitud							
1	11° 35 08"	77° 17 20"	0	15,3	2,46	29,26	2,06	0,14	
			18,5	13,9	4,05	41,30	0,66	0,22	2,13
2	11° 34 42,6"	77° 17 23,2"	0	14,6	3,09	33,39	0,65	0,16	
			20	13,9	3,96	40,95	0,18	0,18	1,72
3	11° 34 40,3"	77° 16 53,8"	0	14,9	3,91	36,91	0,11	0,28	
			13	13,9	3,76	40,78	0,40	0,16	1,47
4	11° 34 40,5"	77° 16 32,7"	0	15,0	4,92	39,19	0,26	0,49	
			11	14,0	3,67	41,04	0,15	0,24	1,25
5	11° 34 10,09"	77° 17 22,9"	0	14,5	2,75	29,44	0,05	0,16	
			20	13,9	4,00	41,48	0,18	0,18	1,68
6	11° 34 10,1"	77° 16 55,6"	0	14,8	4,29	38,58	0,59	0,63	
			14,5	13,9	3,57	42,89	0,36	0,16	1,75
7	11° 34 10,7"	77° 16 37,7"	0	14,8	4,73	38,58	0,38	0,49	
			8	14,0	4,49	42,62	0,48	0,28	1,68
8	11° 33 40,5"	77° 17 22,2"	0	14,9	3,91	39,46	0,97	0,73	
			18,5	13,8	4,00	43,68	0,46	0,28	2,09
9	11° 33 41,8"	77° 17 06,9"	0	15,3	3,62	38,67	0,75	1,28	
			13	14,0	3,81	43,66	1,10	0,43	1,72
10	11° 33 41,8"	77° 16 40,7"	0	14,4	2,75	37,61	0,25	0,16	
			12	14,0	3,43	41,66	0,13	0,24	1,42
	Superficie	Promedio Mínima Máxima		14,9 14,4 15,3	3,64 2,46 4,92	36,11 29,26 39,46	0,61 0,05 2,06	0,45 0,14 1,28	
	Fondo	Promedio Mínima Máxima		13,9 13,8 14,0	3,87 3,43 4,49	42,01 40,78 43,68	0,41 0,13 1,10	0,24 0,16 0,43	1,70 1,35 2,13

Tabla 2. Resultados de nutrientes y amoníaco en agua de mar. Bahía de Chancay
7 de octubre de 1999

Est.	Posición		Prof (m)	Temp. (°C)	Fosfatos (ug-at/L)	Silicatos (ug-at/L)	Nitratos (ug-at/L)	Nitritos (ug-at/L)	Amoníaco (ug-at N/L)
	Latitud	Longitud							
1	11° 35 10,03"	77° 17 20"	0	14,8	2,36	30,93	6,49	0,32	
			18,5	13,9	3,86	42,45	1,53	0,55	2,09
2	11° 34 40,6"	77° 17 23,2"	0	14,5	2,70	32,96	0,53	0,39	
			20	13,9	3,91	43,06	0,68	0,59	2,87
3	11° 34 40,5"	77° 16 53,5"	0	15,3	4,49	39,99	0,46	0,37	
			13	14,1	3,36	42,35	0,23	0,26	1,21
4	11° 34 40,0"	77° 16 31,8"	0	15,8	4,53	38,4	0,17	0,45	
			11	14,1	3,38	41,22	0,18	0,18	1,18
5	11° 34 10,8"	77° 17 22,3"	0	14,8	3,62	35,68	1,56	0,65	
			20	13,9	4,25	43,06	1,09	0,51	2,8
6	11° 34 10,1"	77° 16 55,6"	0	15,6	3,47	39,46	0,24	1,26	
			14,5	14,0	3,81	42,36	2,03	0,49	3,53
7	11° 34 10,3"	77° 16 37,3"	0	14,9	4,05	40,95	0,71	1,44	
			8	14,2	3,33	38,32	1,47	0,65	1,25
8	11° 33 40,7"	77° 17 21,9"	0	14,7	3,52	38,23	2,08	0,67	
			18,5	14,0	3,91	44,29	2,30	0,53	1,25
9	11° 33 41,8"	77° 17 10,6"	0	14,8	3,67	37,35	3,29	0,67	
			13	14,0	3,33	40,51	3,39	0,61	2,93
10	11° 34 46,7"	77° 16 40,1"	0	16,0					
			12	14,0					
	Superficie	Promedio Mínima Máxima		15,1 14,5 16,0	3,62 2,36 4,53	37,11 30,93 40,95	1,73 0,17 6,49	0,69 0,32 1,26	
	Fondo	Promedio Mínima Máxima		14,0 13,9 14,2	3,68 3,33 4,25	41,96 38,32 44,29	1,43 0,18 3,39	0,49 0,18 0,65	2,00 1,18 3,53

Fosfatos

Los fosfatos a nivel de superficie mostraron una distribución muy regular en las estaciones 1 (2,46 a 4,92 ug-at/L) y 4 (2,36 a 4,53 ug-at/L), con una concentración promedio de 3,62 ug-at/L; originaron la formación de isóneas de 2,5 a 4,5 ug-at/L para ambos días de muestreo; lo que indica que la conducta de los fosfatos fue similar durante las mediciones realizadas (Figs. 2a, 2b).

A nivel de fondo los fosfatos mostraron una distribución regular de 3,43 a 4,49 ug-at/L y de 3,33 a 4,25 ug-at/L (Figs. 3a, 3b), originaron las isóneas de 3,5 a 4,0 ug-at/L para ambos días de muestreos; las mayores concentraciones correspondieron a la estación 4 (4,92 ug-at/L para el día 6 de octubre y 4,53 ug-at/L para el día 7), localizándose en la zona central de la bahía entre El Castillo, Punta Cabulán y Punta Chancay.

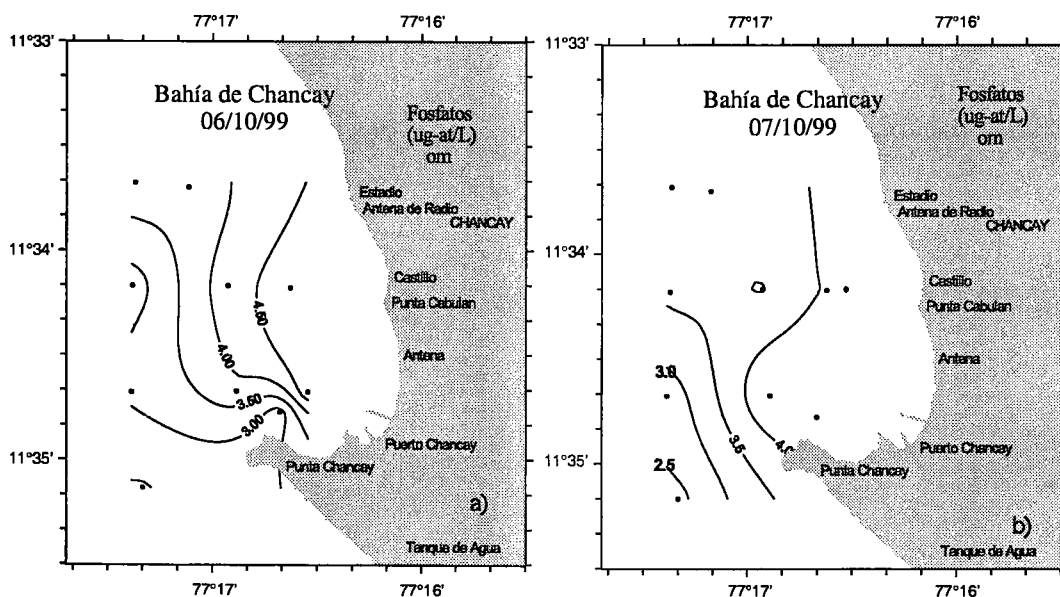


FIGURA 2. Distribución de fosfatos en superficie en la bahía de Chancay, días a) 6 b) 7 de octubre de 1999.

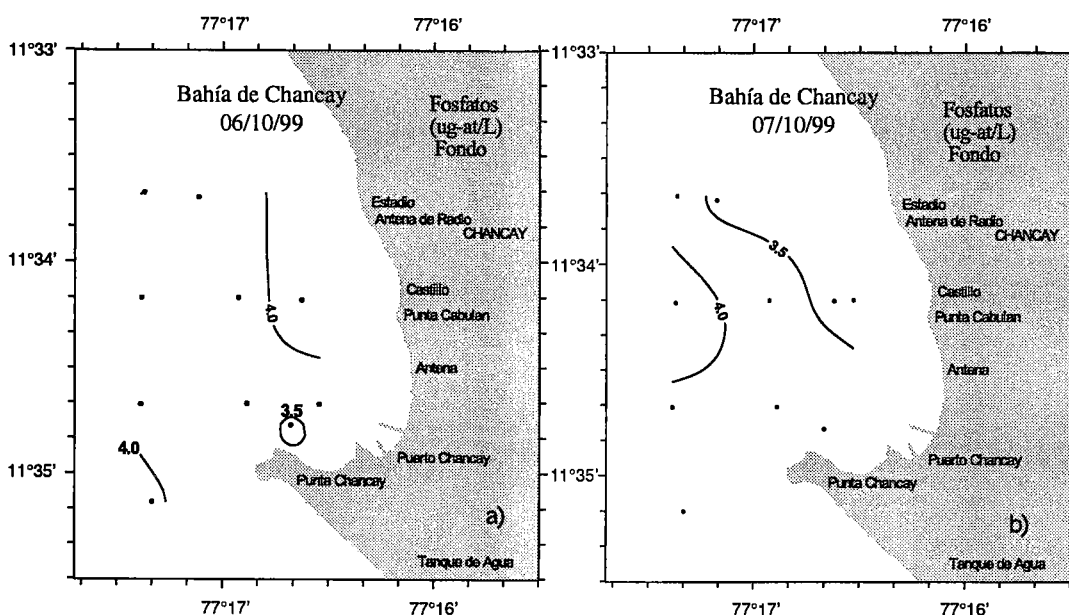


FIGURA 3. Distribución de fosfatos de fondo en la bahía de Chancay los días a) 6 y b) 7 de octubre de 1999.

Nitratos

La distribución de nitratos en superficie mostró características propias de zonas afectadas por contaminación antropogénica de origen orgánico. En ambos días de muestreo se halló que las concentraciones de nitratos fueron menores a 5,0 ug-at/L en toda el área de estudio (0,05 a 2,06 ug-at/L), hallándose un núcleo localizado de 6,49 ug-at/L en la estación 1 fuera de la bahía, formando la isolínea de 5 ug-at/L; en la zona central de la bahía se hallaron valores bajos de nitratos (Figs. 4a, 4b).

A nivel de fondo los nitratos mostraron una conducta muy similar a la de superficie para ambos días de muestreo. Las mediciones del día seis de octubre variaron de 0,05 a 1,10 ug-at/L y para el día siete de octubre de 0,23 a 3,39 ug-at/L, predominando en el área concentraciones menores a 5,0 ug-at/L (Figs. 5a, 5b).

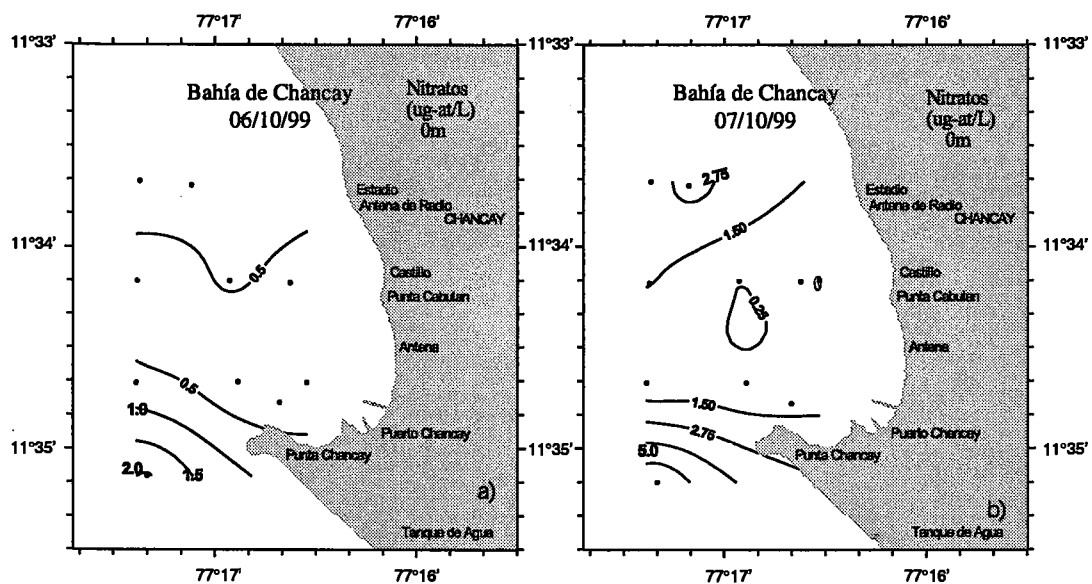


FIGURA 4. Distribución de nitratos de superficie en la bahía de Chancay los días a) 6 y b) 7 de octubre de 1999.

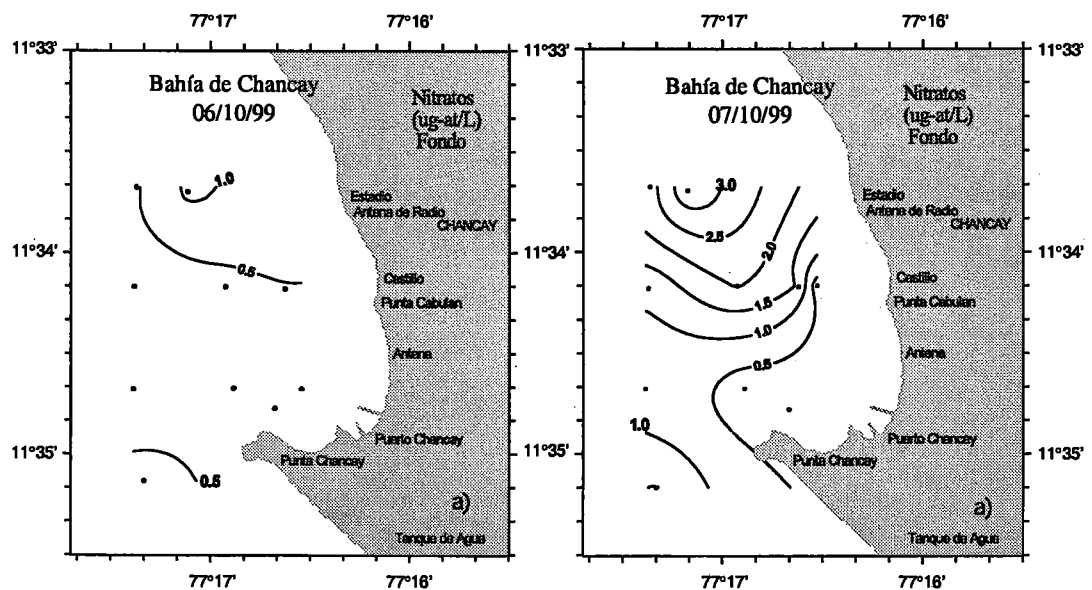


FIGURA 5. Distribución de nitratos de fondo en la bahía de Chancay los días a) 6 y b) 7 de octubre de 1999.

Silicatos

Los silicatos a nivel de superficie el día 6 de octubre variaron de 29,26 a 39,46 ug-at/L con isolíneas de 30 y 35 ug-at/L, cuyas mayores concentraciones se registraron en la zona costera de la bahía frente a El Castillo y Punta Cabulán (Figs. 6a, 6b). El día siete se observó un ligero incremento de 30,93 a 40,95 ug-at/L con isolíneas de 40 ug-at/L (Fig. 6b).

La distribución de silicatos a nivel de fondo, el día seis, mostró valores de 40,78 a 43,68 ug-at/L dando origen a la formación de isolíneas de 40 ug-at/L. El siete de octubre se localizó un núcleo de 40 ug-at/L frente a la zona costera de El Castillo y Punta Cabulán (Figs. 7a, 7b). Los altos valores de silicatos son característicos de zonas costeras con alto índice de aporte de nutrientes de origen terrígeno y de contaminación de carácter antropogénico.

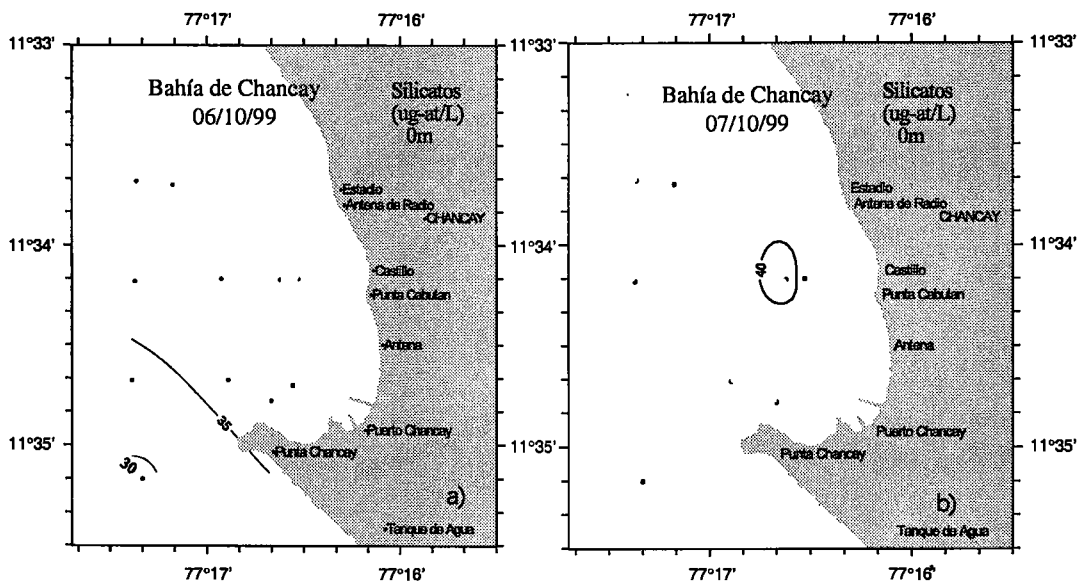


FIGURA 6. Distribución de silicatos de superficie en la bahía de Chancay los días a) 6 y b) 7 de octubre de 1999.

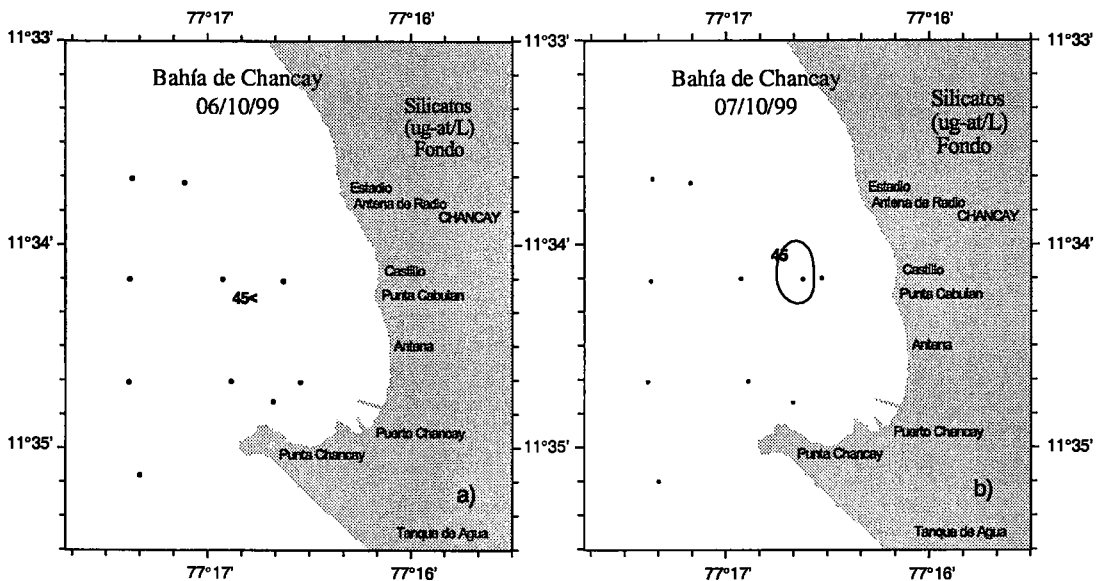


FIGURA 7. Distribución de silicatos de fondo en la bahía de Chancay los días a) 6 y b) 7 de octubre de 1999.

Nitritos

Los nitritos a nivel de superficie mostraron una distribución bastante regular en ambos días de mediciones, hallándose valores de 0,14 a 1,28 ug-at/L y de 0,32 a 1,44 ug-at/L, con isóneas de 0,5 y 1,0 ug-at/L; la mayor concentración se localizó en el área central de la bahía en las estaciones 6 y 7 con 1,26 y 1,44 ug-at/L respectivamente, formando un núcleo de 1,0 ug-at/L (Figs. 8a, 8b).

Los valores de nitritos de fondo fueron de 0,16 a 0,43 ug-at/L el día seis, y de 0,18 a 0,65 ug-at/L el día siete, con predominio de isóneas de 0,25 y 0,5 ug-at/L (Figs. 9a, 9b).

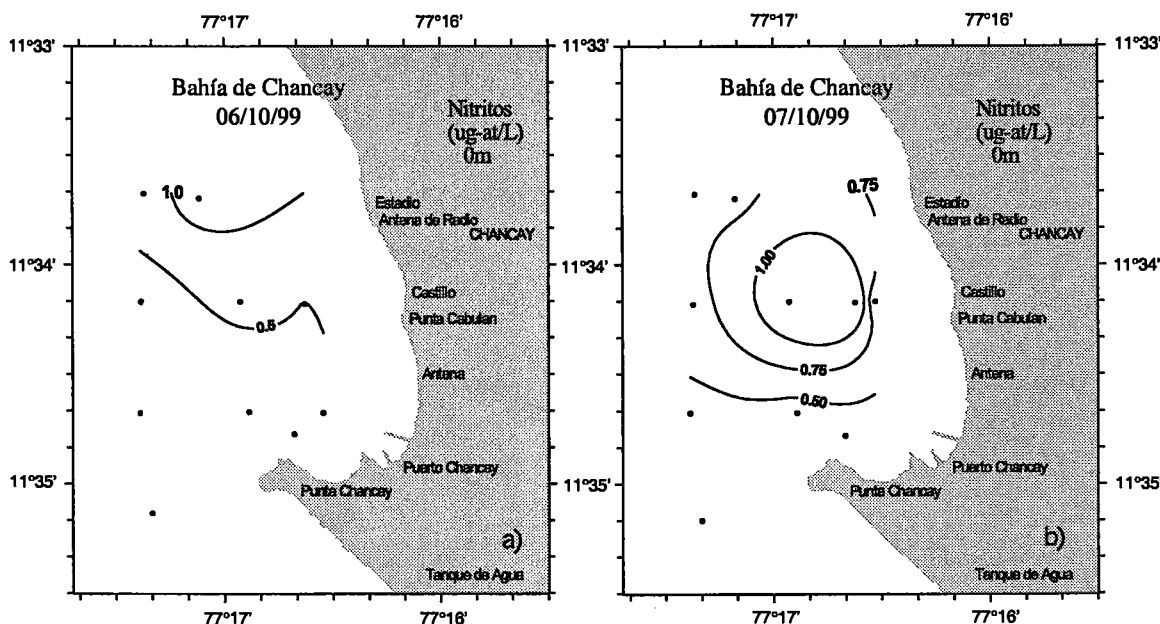


FIGURA 8. Distribución de nitritos de superficie en la bahía de Chancay los días a) 6 y b) 7 de octubre de 1999.

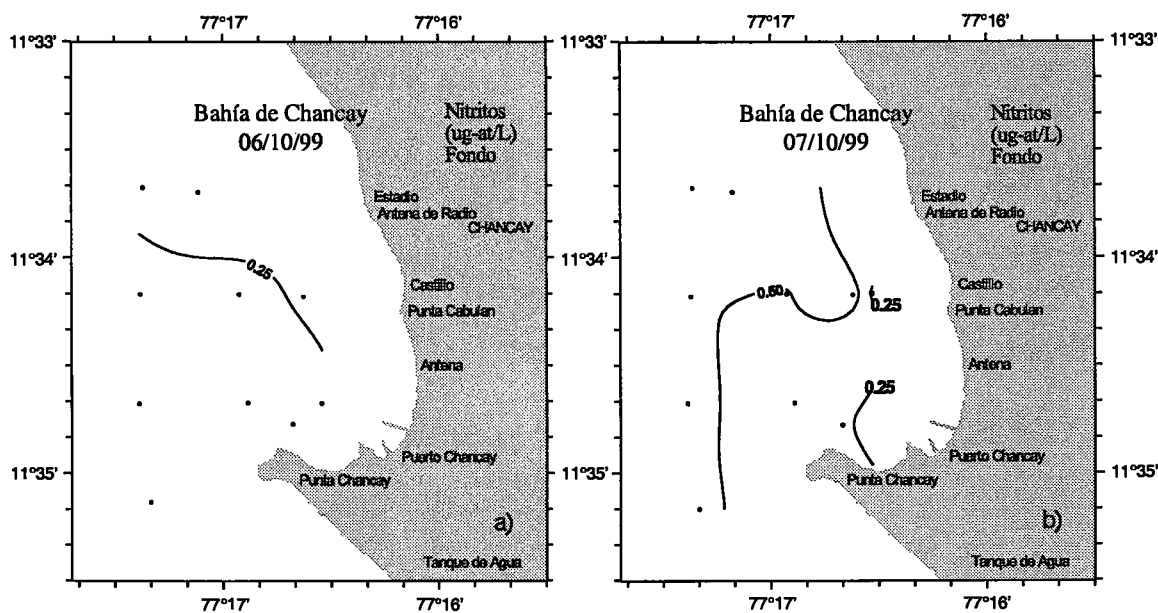


FIGURA 9. Distribución de nitritos de fondo en la bahía de Chancay los días a) 6 y b) 7 de octubre de 1999.

Amoniaco

Las concentraciones de amoniaco a nivel de fondo variaron de 1,35 a 2,13 ug-at N/L el día seis, y 1,18 a 3,53 ug-at N/L el día siete; se formaron isolíneas de 1,5, y 2,0 ug-at N/L para las mediciones del día seis; para el día siete las isolíneas fueron de 1,5 a 3,0 ug-at N/L. En las Figs. 10 y 12 se muestra la distribución de amoniaco a nivel de fondo y en la Fig. 11 se muestra la distribución de nutrientes.

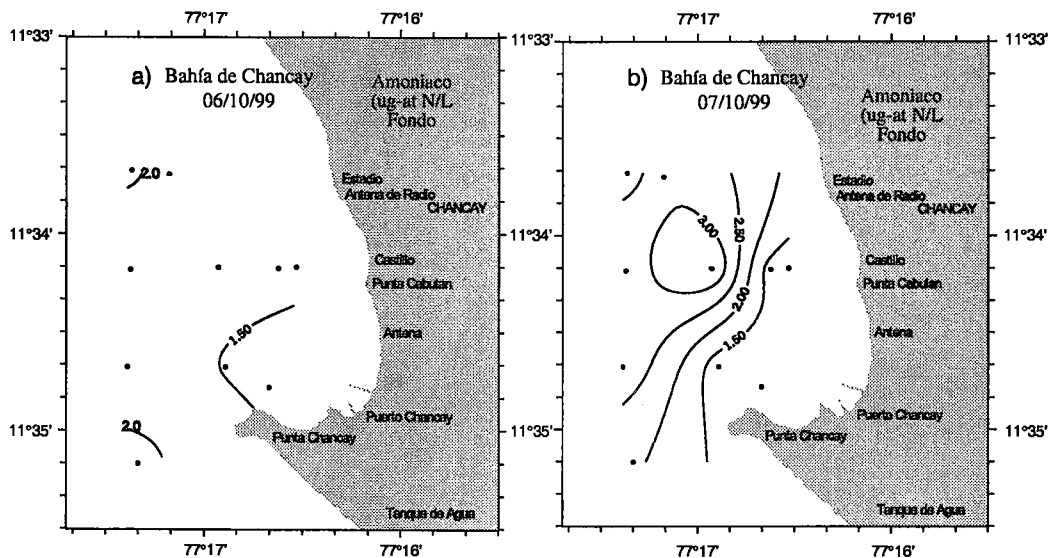


FIGURA 10. Distribución de amoniaco a nivel de fondo en la bahía de Chancay los días a) 6 y b) 7 de octubre 1999.

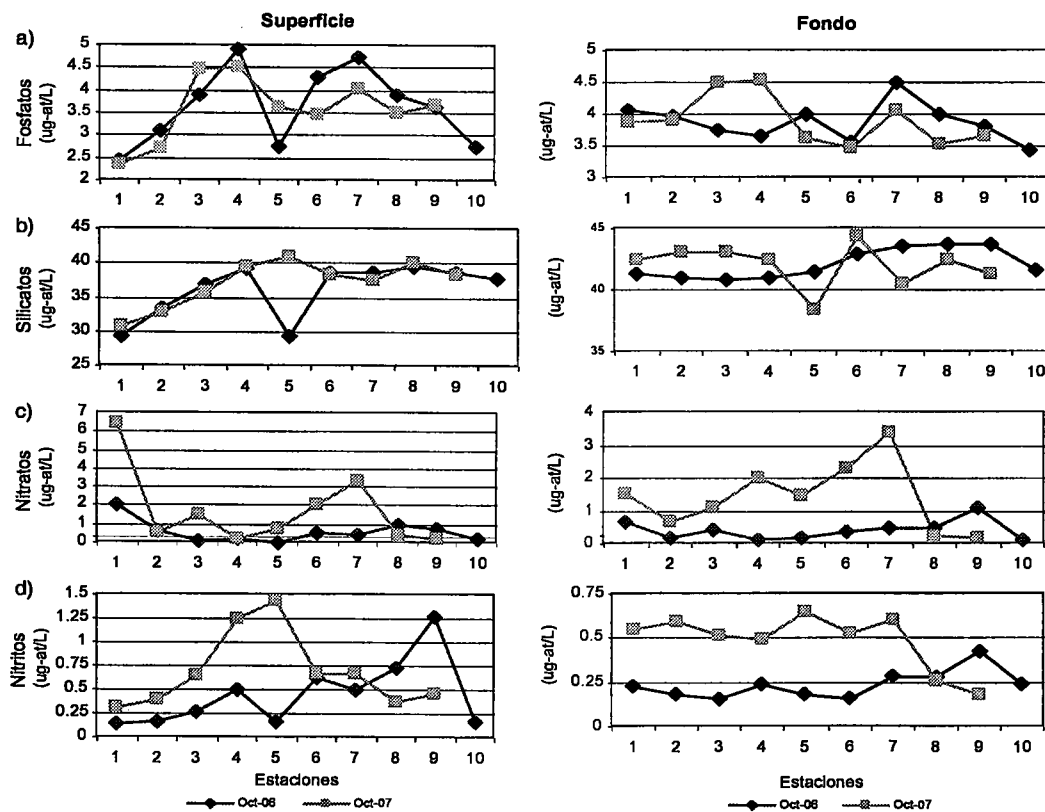


FIGURA 11. Distribución de nutrientes a nivel de superficie y fondo en la bahía de Chancay-9910 a) Fosfatos, b) Silicatos, c) Nitratos y d) Nitritos (ug-at/L) - (06 y 07 de octubre de 1999)

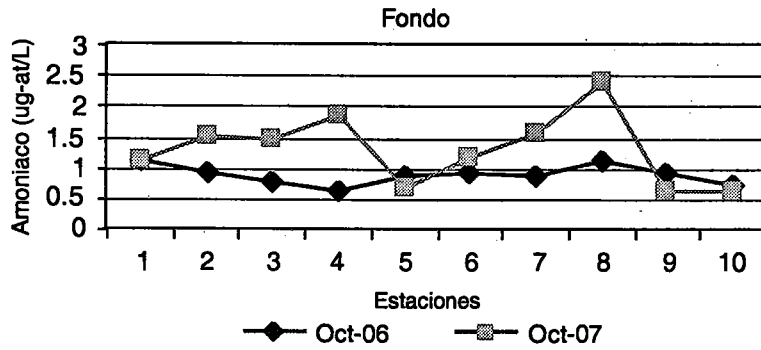


FIGURA 12. Distribución de amoniaco a nivel de fondo en la bahía de Chancay. Días 6 y 7 octubre.

3.2 Características de los nutrientes en playas

Los resultados de las características hidroquímicas en las playas se observan en las tablas 3, 4 y 5, y en la Fig. 13 se observa la distribución de nutrientes.

Tabla 3. Promedios de nutrientes y amoniaco en agua de mar
10 estaciones. Bahía de Chancay
6 y 7 de Octubre de 1999

Promedio	Prof	Temp. (°C)	Fosfatos ug-at/L	Silicatos ug-at/L	Nitratos ug-at/L	Nitritos ug-at/L	Amoniaco ug-at N/L
Superficie		15,0	3,63	36,61	1,17	0,57	
Fondo		14,0	3,78	41,99	0,92	0,37	1,85

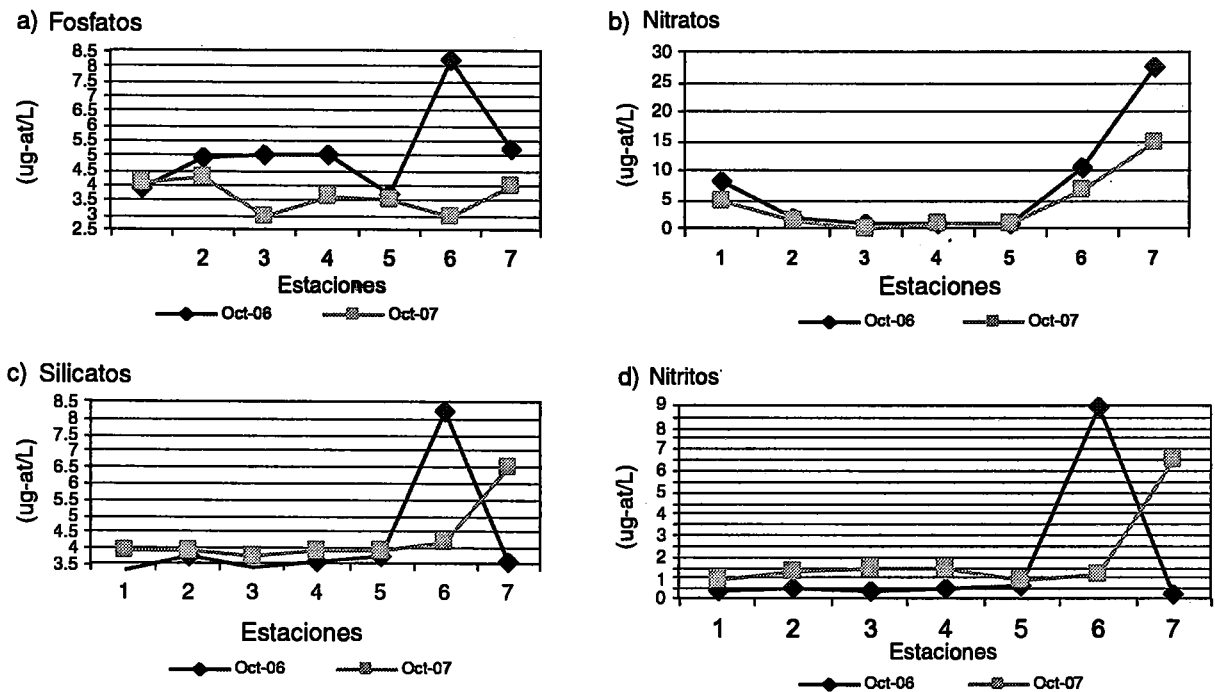


FIGURA 13. Distribución de nutrientes en las playas de la bahía de Chancay
a) Fosfatos, b) Nitratos, c) Silicatos y d) Nitritos (ug-at/L) - (06 y 07 de Octubre de 1999)

Tabla 4. Resultados de Nutrientes en Playas. Bahía de Chancay
6 de octubre 1999

Estaciones	Posiciones		Prof (m)	Temp (°C)	Fosfatos (ug-at/L)	Silicatos (ug-at/L)	Nitratos (ug-at/L)	Nitritos (ug-at/L)
	Latitud S	Longitud W						
A	11°34'53,0"	77°16'42,6"	0,0	16,0	3,91	33,04	8,82	0,34
B	11°34'51,6"	77°16'21,0"	0,0	15,7	4,97	37,26	1,74	0,53
C	11°34'46,6"	77°16'08,0"	0,0	15,8	5,07	34,36	1,15	0,43
D	11°34'36,8"	77°16'06,2"	0,0	15,4	5,02	35,59	1,01	0,47
E	11°34'26,4"	77°16'07,0"	0,0	15,4	8,25	82,08	10,36	8,98
F	11°34'02,6"	77°16'10,6"	0,0	15,5	3,71	37,17	0,87	0,61
G	11°33'38,5"	77°16'22,1"	0,0	17,0	5,21	35,59	27,47	0,32

Tabla 5. Resultados de Nutrientes en Playas. Bahía de Chancay
7 de octubre 1999

Estaciones	Posiciones		Prof (m)	Temp (°C)	Fosfatos (ug-at/L)	Silicatos (ug-at/L)	Nitratos (ug-at/L)	Nitritos (ug-at/L)
	Latitud S	Longitud W						
A	11°34'53,0"	77°16'42,6"	0,0	15,9	4,05	39,46	4,98	0,87
B	11°34'51,6"	77°16'21,0"	0,0	15,7	4,25	39,28	1,53	1,32
C	11°34'46,6"	77°16'08,0"	0,0	15,4	2,94	37,7	0,19	1,42
D	11°34'36,8"	77°16'06,2"	0,0	15,1	3,62	39,19	0,74	1,44
E	11°34'26,4"	77°16'07,0"	0,0	15,0	3,52	39,19	0,89	0,89
F	11°34'02,6"	77°16'10,6"	0,0	15,0	2,94	42,09	6,68	1,22
G	11°33'38,5"	77°16'22,1"	0,0	16,1	4,00	65,03	14,76	6,55

LEYENDA:

A Punta Chancay	E Castillo
B Puerto Chancay	F Antena de Radio
C Antena	G Estadio
D Punta Cabulán	

En las playas en la bahía de Chancay es directa la contaminación de origen industrial y doméstico. Los nutrientes mostraron valores característicos de zonas afectadas por exceso de materia orgánica, proveniente de la creciente actividad industrial pesquera, así como por el aporte de sustancias de origen terrígeno, debido al desarrollo poblacional.

Las mediciones del día seis fueron: fosfatos de 3,71 a 8,25 ug-at/L; nitratos de 0,87 a 27,47 ug-at/L; silicatos de 33,04 a 82,08 ug-at/L y nitritos de 0,32 a 8,98 ug-at/L. El día siete los fosfatos variaron de 2,94 a 4,25 ug-at/L; nitratos de 0,19 a 14,76 ug-at/L; silicatos de 37,70 a 65,03 ug-at/L y nitritos de 0,87 a 6,55 ug-at/L, valores que resultaron ser característicos para la época de intensa actividad pesquera.

Los valores altos de nitritos de 8,98 y 6,55 ug-at/L correspondieron a las playas F y G, y son indicadores de que en la zona se está dando contaminación del cuerpo de agua por restos de origen fecal; los bajos valores de nitratos son indicadores de que en la zona se está dando una desnitrificación bacteriológica debido a la contaminación de origen orgánico.

4. DISCUSIÓN

Comparando los valores de nutrientes registrados en la bahía de Chancay en época de intensa actividad industrial pesquera (octubre 1999), con los hallados para la época de veda (setiembre 1999), se pudo observar que no existe una gran variación en las concentraciones de nutrientes. Esta ligera variación caracteriza a la bahía de Chancay, debido a que posee características hidrodinámicas que permiten la pronta recuperación de sus propiedades.

Estudios similares realizados anteriormente en la bahía de Chancay para periodos de intensa actividad pesquera (CÓRDOVA 1997) registraron concentraciones de fosfatos de 2,0 a 4,0 ug-at/L, que comparados con valores actuales (2,5 a 4,5 ug-at/L), resultaron ser ligeramente inferiores, y podrían ser indicadores de la capacidad de recuperación de la bahía.

Los nitratos, en época de actividad pesquera (octubre 1999) presentaron valores <5 ug-at/L, menores que los registrados en la evaluación durante el periodo de veda (setiembre 1999), lo cual estaría indicando que en zonas localizadas se estaría dando un proceso de desnitrificación de origen microbiológico.

La materia orgánica tiende a ser acumulativa en el fondo de la bahía y suspendida en la columna de agua. El resultado es que, de una u otra forma, produce la alteración de las características químicas del agua de mar.

En 1999, los silicatos en octubre, época de intensa actividad pesquera, tuvieron valores inferiores a los observados setiembre, época de veda, los que están relacionados al incremento de la materia orgánica. Las concentraciones de nitritos y amoníaco mantienen una conducta similar a la observada en ambas evaluaciones tanto para la periodo de veda como para la periodo de actividad industrial.

En playas, los nutrientes mostraron concentraciones características de zonas contaminadas por la actividad doméstica y la actividad industrial pesquera; pero si observamos detenidamente los valores obtenidos en ambos muestreos, podemos comprobar que existe una ligera disminución en la concentración de fosfatos obtenidos en la época de intensa actividad pesquera, para los dos días consecutivos de evaluación.

5. CONCLUSIONES

1. En las estaciones próximas a la línea costera se hallaron las mayores concentraciones de nutrientes.
2. Los valores de fosfatos de 2,5 a 4,0 ug-at/L y silicatos de 40 ug-at/L corresponden a valores característicos del régimen hidroquímico de la bahía.
3. Los valores de amoníaco se mantienen estables en relación a los nitritos, tanto para el periodo de actividad pesquera como en el periodo de veda.
4. Los bajos valores de nitratos menores de 5 ug-at/L son indicadores de un proceso intenso de desnitrificación.

Referencias

- ENRÍQUEZ, E., R. OROZCO, S. CASTILLO, E. FERNÁNDEZ Y O. MORÓN. 1999. Evaluación de contaminación marina en la Bahías de Paita y Talara en Setiembre de 1996. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 101. 35 pp.
- GRASSHOFF, K. 1976 *Methods of seawater analysis*, New York. 386-387.
- JACINTO, M., J. CHÁVEZ, C. MARTÍNEZ Y M. GUZMÁN. 1996. Evaluación de la calidad del medio marino en el área de Paita (setiembre 1995) *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* 39:3-12.
- JACINTO, M., M. GUZMÁN, O. MORÓN, E. DELGADO Y J. CÓRDOVA. 1997. Evaluación de la calidad del medio marino en la bahía de Ferrol, Chimbote. Octubre 1995. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú*. 49:3-30.
- OROZCO, R. 1997. Estado de la Contaminación Marina en la Bahía de Chancay entre 1995-1997. Informe interno IMARPE.
- SOLÍS, J. 2000. Características hidroquímicas en la bahía de Chancay en época de veda. Las mediciones de respuestas ecofisiológicas y toxicológicas para la determinación de los Límites Máximos Permisibles en Bahías del Perú. Informe Interno IMARPE.
- STRICKLAND, C Y T. PARSON, 1968 *Manual of the sea water analysis*. *Bul Fis. Res. Bd. Canada* N° 125. 185 pp.
- ZUTA, S. Y O. GUILLÉN. 1970. Oceanografía de las aguas costeras del Perú. *Bol. Inst. Mar Perú* 2 (5):161-323.