



ISSN 0378 - 7702

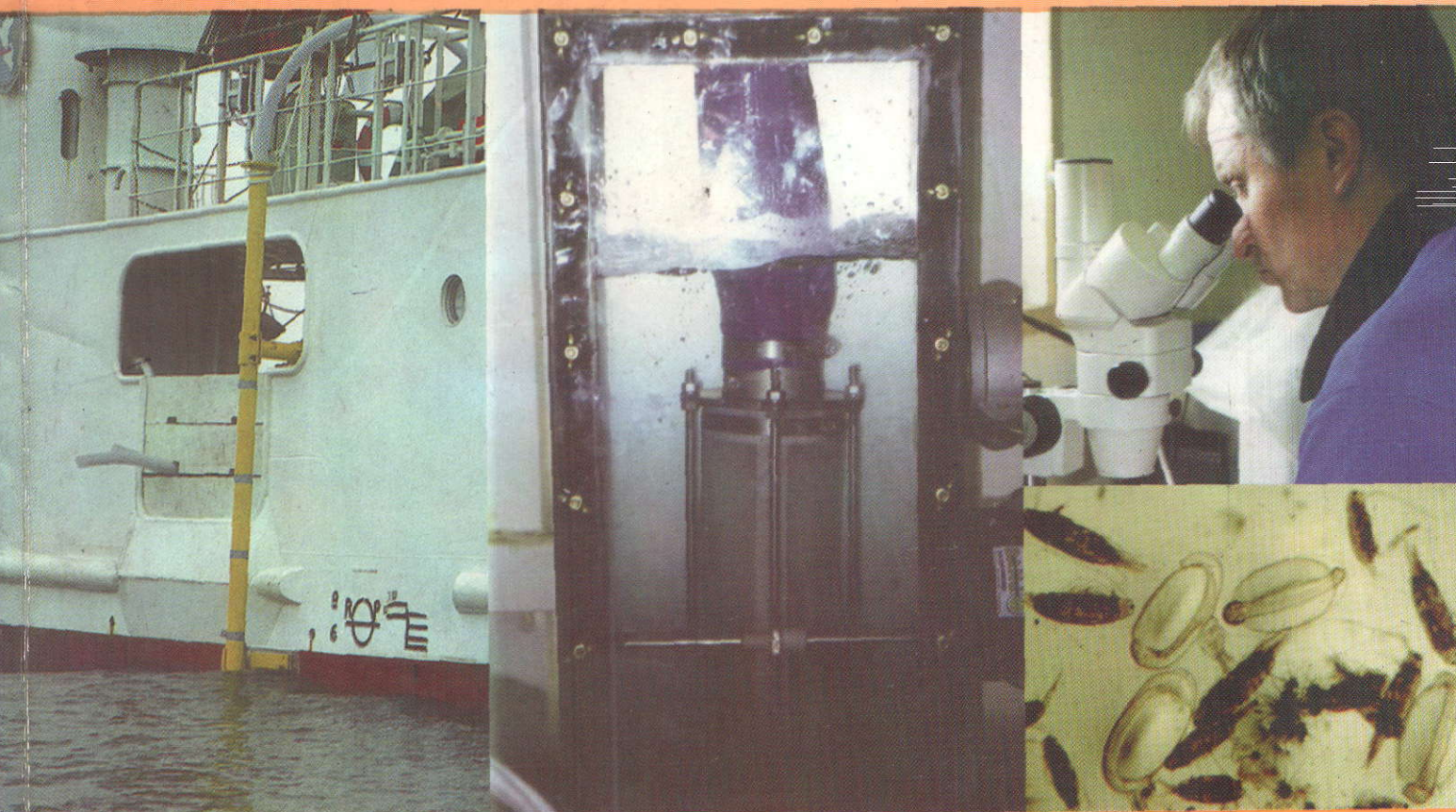
INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

INFORME

Nº 154

Junio, 2000

Prospección para la evaluación de los huevos de anchoveta en un área seleccionada (7°-9°S). Crucero BIC José Olaya Balandra 9908-09 de Pimentel a Chimbote.



Callao, Perú

FITOPLANCTON EN EL INVIERNO 1999 EN UN AREA SELECCIONADA (7°-9° S). CRUCERO BIC JOSE OLAYA BALANDRA 9908-09

Elcira Delgado¹ Flor Chang¹ Patricia Villanueva¹ César Fernández¹

RESUMEN

DELGADO, E., F. CHANG, P. VILLANUEVA y C. FERNÁNDEZ. 2000. Fitoplancton en el invierno 1999 en un área seleccionada (7°-9° S). Crucero José Olaya Balandra 9908-09. Inf. Inst. Mar Perú 154: 23-41.

Se realiza una caracterización cualitativa y cuantitativa del fitoplancton en el área comprendida entre Pimentel y Chimbote (7°-9°S) del 30 de agosto al 12 setiembre 1999, durante el crucero para la evaluación de la abundancia de huevos de anchoveta, en base a muestras de agua y de red. En el análisis de los datos se utilizaron los índices de diversidad de Shannon y Weaver y similaridad de Bray-Curtis. Los volúmenes de plancton fluctuaron entre 0,11 y 7,92 mL/m³; el máximo volumen promedio (6,05 mL/m³) se registró dentro de las 30 mn. La comunidad de fitoplancton se encontró en la etapa inicial de la sucesión, con índices de diversidad menores de 1,1 bits/cel. Se determinaron tres grupos fitoplanctónicos definidos por su composición específica. Se identificaron 107 especies de diatomeas, 56 dinoflagelados, 8 coccolitofóridos, 4 fitoflagelados y 2 silicoflagelados. Las diatomeas céntricas de los géneros *Coscinodiscus* y *Chaetoceros* fueron las más frecuentes y abundantes. Los grupos dominantes en todas las profundidades fueron las diatomeas y el nanoplancton, las mayores concentraciones celulares de estos grupos se situaron sobre los 25 m. Las diatomeas se distribuyeron ampliamente con núcleos mayores de 500x10³ cel/L hasta las 100 mn. El nanoplancton presentó núcleos máximos de 1.000x10³ cel/L en Pimentel. Mientras que en Chicama y Chimbote se presentaron las más altas concentraciones (5.000x10³ cel/L). *Protoperidinium obtusum*, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF) se registró desde Pimentel hasta Chimbote en la franja costera y amplió su distribución en Chimbote hasta las 76 mn y *Ceratium praelongum*, indicador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) se registró frente a Pimentel y sur de Eten por fuera de las 85 mn.

PALABRAS CLAVE: fitoplancton, composición, distribución, indicadores biológicos, invierno 1999, mar peruano.

ABSTRACT

DELGADO, E., F. CHANG, P. VILLANUEVA and C. FERNÁNDEZ. 2000. Phytoplankton community during Winter 1999 into a selected area (7° - 9°S). RV José Olaya Balandra 9908-09 cruise. Inf. Inst. Mar Perú 154: 23-41.

A qualitative and quantitative characterization of phytoplankton along the area between Pimentel and Chimbote (7°-9° S), from 30 August to 12 September 1999, using water and net samples was carried out during the cruise to evaluate anchovy's eggs abundance. The data were analysed using Shannon - Weaver Diversity Index and Bray-Curtis Similarity Index. Results show that plankton volumes fluctuated between 0,11 and 7,92 mL/m³ and the maximum average volume (6,05 mL/m³) was recorded inside 30 mn. Phytoplankton community was in the early stage of succession, showing diversity index lower than 1,1 bits/cel.

Three phytoplanktonic groups were defined taking account of their specific composition. A total of 107 diatoms, 56 dinoflagellates, 8 coccolithophorids, 4 phytoflagellates and 2 silicoflagellates species were identified. The diatom genera *Coscinodiscus* and *Chaetoceros* were the most frequent and abundant. Meanwhile, the dominant fraction along vertical distribution was composed by diatoms and nanoplankton. However, the highest concentrations of these groups were recorded above 25 m. Diatoms were widely distributed up to 100 mn, with nuclei higher than 500 x10³ cel/L. Nanoplankton showed maximum nuclei of 1000x10³ cel/L in Pimentel. The highest concentrations occurred in Chicama and Chimbote (5000x10³cel/L). *Protoperidinium obtusum* a Cold Coastal waters indicator (CCW) was registered on the coastal band in Chimbote until 76 mn; *Ceratium praelongum*, Surface Subtropical Waters indicator (SSW) was recorded 85 mn off Pimentel and southern Eten.

KEY WORDS: phytoplankton, composition, distribution, biological indicators, Winter 1999, Peruvian sea.

INTRODUCCION

Determinar la disponibilidad del fitoplancton, tiene fundamental importancia durante el desarrollo de la anchoveta para conocer las posibilidades de sobrevivencia y, por tanto, del éxito en el reclutamiento.

El siguiente estudio da a conocer la caracterización de la comunidad de fitoplancton del área Pimentel a Chimbote con información en lo referente a la biomasa (mL/m³) del plancton en superficie, composición, abundancia y distribución del fitoplancton y de organismos indicadores de masas de agua.

El objetivo de este trabajo es estimar las concentraciones del fitoplancton como alimento accesible

¹ Área de Fitoplancton y Producción Primaria. DOB. DGIO. IMARPE.

(adecuado en cantidad y calidad) durante el cruce para la evaluación de la abundancia de huevos de anchoveta en un área seleccionada (7° a 9° S) ejecutado entre el 30 de agosto y 12 de setiembre de 1999.

MATERIAL Y METODOS

Entre el 30 de agosto y 12 setiembre de 1999 se realizó la prospección para la evaluación de la abundancia de huevos en un área seleccionada (7° a 9° S), a bordo del BIC José Olaya Balandra, hasta una distancia máxima de 100 mn de la costa.

Se obtuvieron 39 muestras (Fig. 1) colectadas con red estándar de fitoplancton, de 75 micras de abertura de malla, en arrastres superficiales durante 5 minutos y a 3 nudos de velocidad. Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada hasta una concentración final de 2 % (STEEDMAN 1981).

Los volúmenes de plancton (V) se obtuvieron por centrifugación a 2400 rpm durante 5 minutos.

V = vol. centrifugado/K

Donde:

K = volumen de agua filtrada por la red (6,6273 m³)

Los resultados se expresan en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada (mL/m³).

Para el análisis cuantitativo se colectaron 58 muestras de agua con botellas Niskin en los perfiles hidrográficos de Pimentel (Ests. 2, 5, 9, 14 y 20), Chicama (Ests. 123, 126, 130, 135 y 141) y Chimbote (Ests. 251, 254, 259, 264 y 269), a profundidades de 0, 10, 25 y 50 metros.

Las muestras fueron fijadas con formalina neutralizada con bicarbonato de sodio al 0,4 % (THRÖNDSSEN 1978) y sedimentadas en cámaras de recuento de 50 mL de capacidad. Los recuentos de los organismos se hicieron en un microscopio invertido, siguiendo la metodología de UTERMÖHL (1958) y las recomendaciones de UNESCO (1978). Los recuentos celulares se expresan en N°cel x 10²/L.

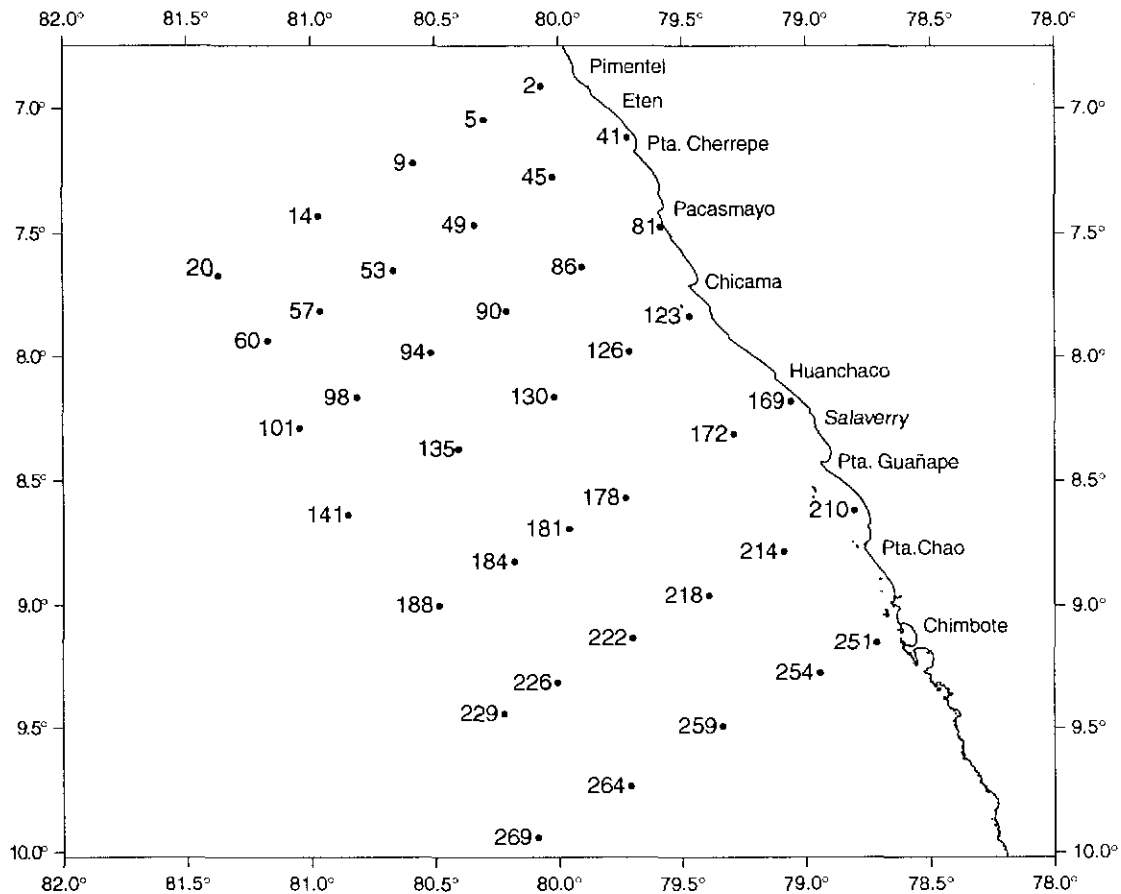


FIGURA 1. Carta de posiciones del muestreo del fitoplancton durante la prospección para la evaluación de la abundancia de huevos de anchoveta en área seleccionada (7°-9° S). Cruce BIC José Olaya Balandra 9908-09 (30 agosto-12 setiembre 1999).

Para el análisis de comunidades se realizó la clasificación numérica entre estaciones (modo Q), utilizando el índice de diversidad e índice similaridad de BRAY CURTIS, aplicando en ambos casos el programa Primer V. 4.

Para la determinación taxonómica de los organismos del fitoplancton se consultaron los trabajos de HUSTED (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), SOURNIA (1967), SCHILLER (1971 a y b), SUNDSTRÖM (1986), BALECH (1988) y CARMELO (1996).

RESULTADOS

Distribución superficial de los volúmenes de plancton y composición de la comunidad de fitoplancton

La temperatura superficial del mar (TSM) fluctuó entre 15,3 °C a 18,9 °C y la salinidad estuvo en el rango de 34,98 a 35,33 ups a 10 mn entre Punta Guañape - Chimbote y fuera de las 80 mn entre Eten-Chicama, respectivamente (MORÓN *et al.* 2000).

El máximo valor de los volúmenes de plancton (7,92 mL/m³) se localizó a 45 mn de Pimentel y el mínimo (0,11

mL/m³) a 21 mn de Punta Chérrepe, obteniéndose como promedio un valor de 1,80 mL/m³. Así mismo se observó que el 50% de los valores encontrados fueron mayores de 1,0 mL/m³ (Fig. 2).

En términos porcentuales de predominancia el zooplancton alcanzó el máximo porcentaje, 51%, el fitoplancton aportó el 36% y compartieron codominancia fitoplancton-zooplancton en 13%.

La comunidad zooplanctónica estuvo constituida por copépodos, nauplios, apendicularias, huevos de anchoveta, sifonóforos, briozoarios, eufáusidos, entre otros. Mientras que la comunidad de fitoplancton presentó características de una flora conformada por abundancia de diatomeas neríticas y de afloramiento destacando especies de los géneros *Coscinodiscus* (*C. wailesii*, *C. perforatus* y *Coscinodiscus* sp.) y *Chaetoceros* (*Ch. debilis*, *Ch. lorenzianus*, *Ch. didymus*, *Ch. affinis* y *Ch. lauderi*). Así mismo se presentaron en forma frecuente *Thalassiosira rotula*, *Lithodesmium undulatum*, *Stephanopyxis turris*, *Fragilariopsis doliolus* y *Cerataulina pelagica*. También se apreciaron diatomeas de ambiente oceánico como *Planktoniella sol*, *Chaetoceros pseudocurvisetus*, *Rhizosolenia styliformis*,

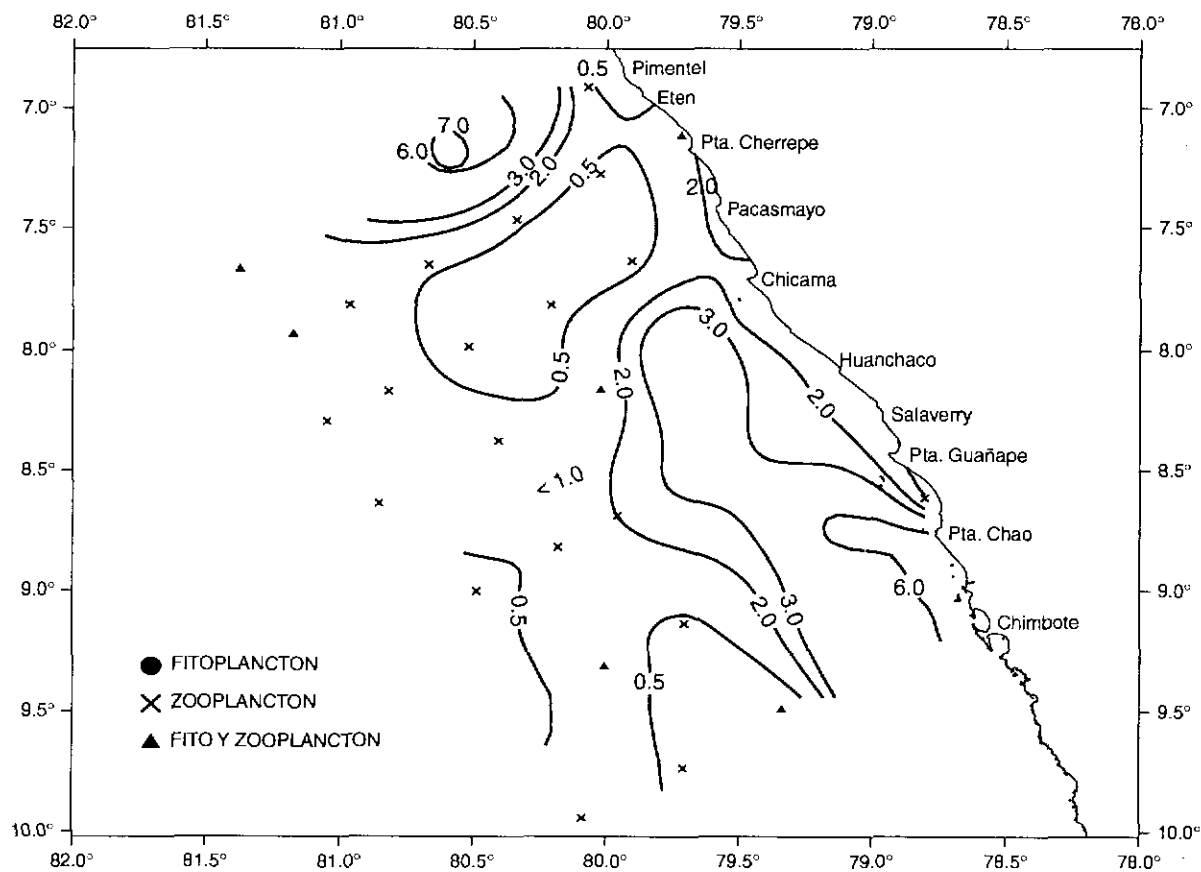


FIGURA 2. Distribución en superficie de los volúmenes de plancton (mL/m³). Prospección para la evaluación de la abundancia de huevos de anchoveta en un área seleccionada (7°-9° S). Crucero BIC José Olaya Balandra 9908-09 (30 agosto - 12 setiembre 1999).

Proboscia alata f. gracillima, *Chaetoceros radicans* y *Lioloma delicatulum*. Entre los dinoflagelados se presentaron especies de distribución cosmopolita como *Ceratium fusus v. fusus*, *C. furca*, *Dinophysis caudata*, *Protoperidinium depressum* y *P. conicum*, y dinoflagelados oceánicos de los cuales se determinaron a *Podolampas bipes*, *Ceratocorys armata*, *Amphisolenia bidentata*, *Ceratium lunula*, *Goniodoma polyedricum* y *Ceratium massiliense*, entre otros.

En el área estudiada se observaron dos núcleos con altos volúmenes de plancton, el primero se ubicó a 70 mn del perfil Pimentel ($7,0 \text{ mL/m}^3$) en donde la abundancia estuvo dada por la especie *Coscinodiscus wailesii* y en menor abundancia por *Chaetoceros lorenzianus*, *Ch. lauderi* y *Ch. didymus*. Además se presentaron diatomeas oceánicas como: *A. glacialis*, *R. styliformis* y *P. alata f. gracillima*. El segundo núcleo que alcanzó valores mayores de $6,0 \text{ mL/m}^3$ se encontró entre Punta Chicama y Chimbote con una cobertura de 50 mn caracterizado por la abundancia de *Chaetoceros didymus*, *Ch. curvisetus*, *Ch. debilis* y *Ch. lorenzianus*; y en menor abundancia se presentaron *Chaetoceros constrictus* y la diatomea oceánica *Chaetoceros pseudocurvisetus*. También se pudo apreciar dentro de las 10 mn un pequeño núcleo de $2,0 \text{ mL/m}^3$ entre Punta Chérrepe y sur de Pacasmayo en donde abundó *C. wailesii* y *L. undulatum*.

Distribución latitudinal de volúmenes promedio de plancton

En la distribución latitudinal de los volúmenes promedio de plancton a nivel superficial (Fig. 3) se determinó que el máximo promedio ($6,05 \text{ mL/m}^3$) se presentó entre 0-30 mn y el mínimo ($0,09 \text{ mL/m}^3$) se ubicó por fuera de las 60 mn, ambos valores se localizaron entre los 9° a 10°S . Con excepción del área de 6° a 7°S los promedios superaron a $1,5 \text{ mL/m}^3$ llegando entre las 30 y 60 mn a un máximo de $2,90 \text{ mL/m}^3$ entre los 7° - 8°S .

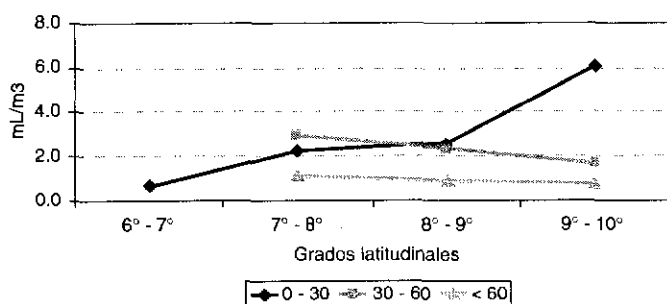


FIGURA 3. Distribución latitudinal de los volúmenes promedio de plancton (mL/m^3). Prospección para la evaluación de la abundancia de huevos de anchoveta en un área seleccionada (7° - 9°S). Crucero BIC José Olaya Balandra 9908-09 (30 agosto - 12 setiembre 1999).

Distribución superficial de la comunidad de fitoplancton

Según la distribución superficial de los componentes del fitoplancton, se observó que el total de fitoplancton (Fig. 4a) presentó un gran núcleo con la mayor concentración ($5.000 \times 10^2 \text{ cel/L}$) en un área comprendida entre Pimentel y Chicama después de las 30 mn de la costa y dos núcleos pequeños frente a Chimbote con las mismas densidades halladas a 25 y 110 mn, respectivamente. En general, de Pimentel a Chimbote hasta las 70 mn, se encuentran altas concentraciones de fitoplancton ($500 \times 10^2 \text{ cel/L}$). Esta abundancia estuvo representada por *Chaetoceros compressus*, *Ch. lauderi*, *Guinardia delicatula*, *Asterionellopsis glacialis*, *Leptocylindrus danicus*, *Pseudonitzschia delicatissima*, *Entomoneis alata f. alata* y *Amphora sp.*

Las diatomeas (Fig. 4b) presentaron una distribución amplia y la más alta concentración se halló en Pimentel ($5.000 \times 10^2 \text{ cel/L}$) a 50 mn de la costa, sustentada por las especies *Detonula pumila*, *Skeletonema costatum*, *Ch. affinis*, *Ch. socialis*, *Ch. lauderi*, *Ch. didymus* y *Ch. constrictus*.

Las densidades máximas de nanoplancton ($> 5.000 \times 10^2 \text{ cel/L}$) se encontraron en la zona costera de Chimbote a 42 mn, afuera de Pimentel con predominancia de *Emiliania huxleyi* y del grupo Monadas (Fig. 4c).

Distribución de la comunidad de fitoplancton a 10 metros

A 10 metros, el total de fitoplancton (Fig. 5a) muestra las mayores concentraciones en las áreas costeras hasta más de las 60 mn. Es notable que el principal grupo fue el nanoplancton representando el 80% de la población con abundancias máximas de $5.000 \times 10^2 \text{ cel/L}$ (Fig. 5c). El segundo grupo fue el de las diatomeas (Fig. 5b) cuya mayor distribución se presentó en Chimbote con concentraciones mayores de $10.000 \times 10^2 \text{ cel/L}$, una composición similar a la de superficie.

Distribución vertical de las concentraciones de fitoplancton

En las muestras de agua recolectadas a diferentes profundidades se determinó un total de 174 especies: 104 diatomeas, 56 dinoflagelados; 8 coccolitofóridos; 4 fitoflagelados y 2 silicoflagelados (Tabla 1).

Los valores de abundancia total del fitoplancton frente a Pimentel fluctuaron entre 117.320 y 850.980 cel/L encontrados en la estación 9 a profundidad de 50 m y superficie, respectivamente (Fig. 6a). Así mismo, para el perfil Chicama, el rango de valores de abundancia total de fitoplancton fue de 4.500 a 1.076.520 cel/L , registrados a

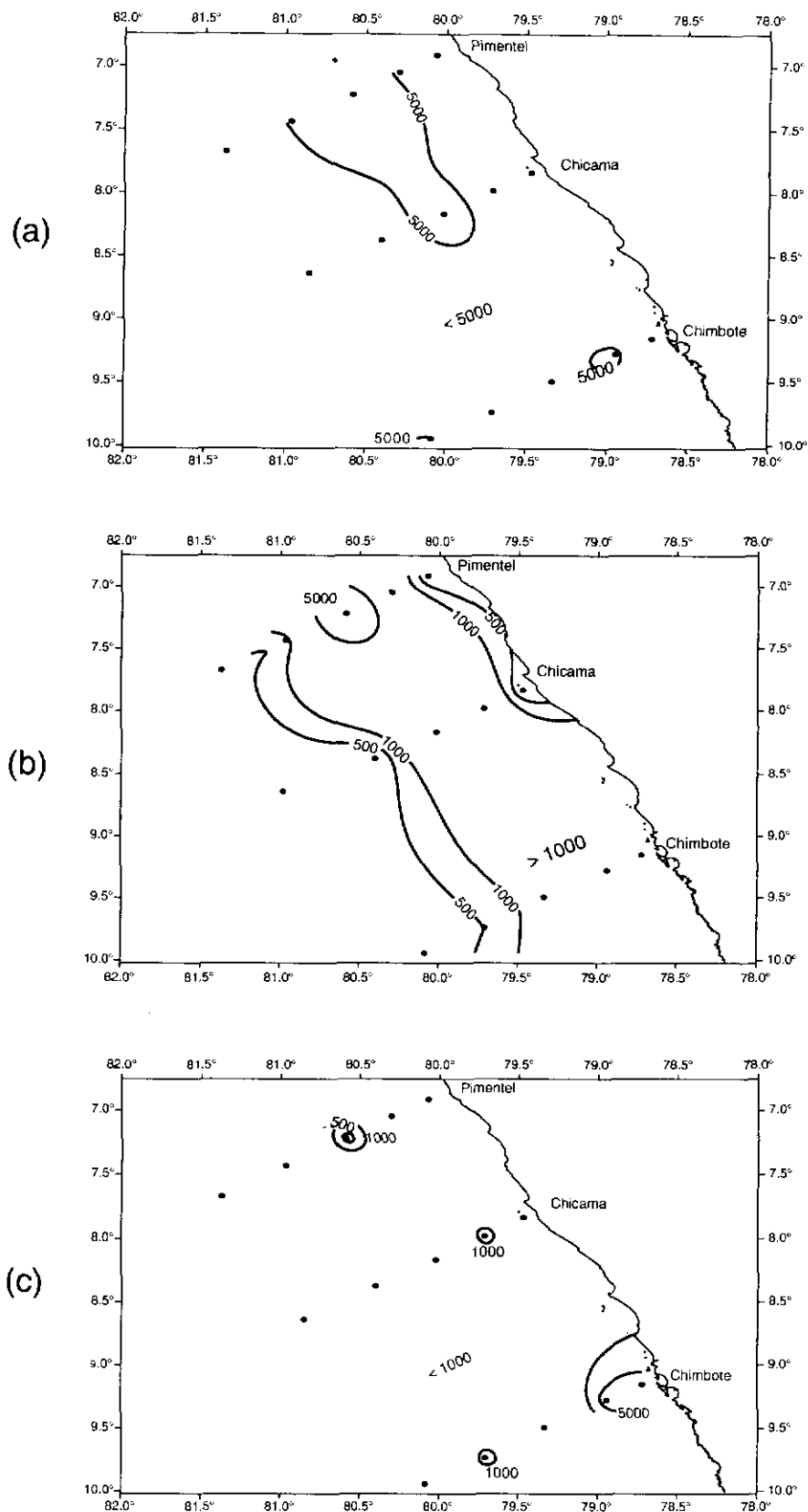


FIGURA 4. Distribución horizontal de fitoplancton (a), diatomeas (b) y nanoplancton (c) en superficie (N° cel $\times 10^3/L$). Prospección para la evaluación de la abundancia de huevos de anchoveta en un área seleccionada (7°-9° S). Crucero BIC José Olaya Balandra 9908-09 (30 agosto-12 setiembre 1999).

ESTACION	2			5			9			14			20			123			126			130								
LATITUD (S)	06°54'70"			07°02'73"			07°13'13"			07°25'90"			07°40'22"			07°40'22"			07°58'45"			08°09'52"								
LONGITUD (W)	80°04'26"			80°18'10"			80°35'32"			80°58'20"			81°22'32"			79°28'11"			79°42'51,20"			80°01'12"								
PROFUNDIDAD (m)	0	10	25	0	10	25	50	0	10	25	50	0	10	25	50	0	10	25	50	0	10	25	0	10	25	50	0	10	25	50
SILICOFAGELADOS																														
<i>Dityocha fibula</i>	0	40	80	160	260	10140	0	20	160	40	0	400	40	0	0	20	20	120	20	0	0	40	40	360	20	40	160	240	120	280
<i>Dityocha octonaria</i>	160	80	60	560	560	0	0	100	1240	600	40	480	200	120	0	0	0	120	0	0	0	0	60	640	80	60	160	680	260	320
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COCOLITOFORIDOS																														
<i>Calciosolenia murrayi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calciosolenia sinuosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Emiliania huxleyi</i>	2500	4000	1500	85000	87500	20500	0	14500	4500	23000	3000	6500	39500	7500	4000	2E+05	97500	12000	0	6000	1000	1500	40000	5000	39500	15000	17000	2E+05	7E+05	18000
<i>Gephyrocapsa oceanica</i>	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	1000	0	0	0	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Helicosphaera carteri</i>	1000	3000	0	0	0	0	0	1000	0	0	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ophiaster hydrorideus</i>	0	4000	500	2500	9000	3500	1000	6500	3500	2500	1000	3500	13000	500	0	6500	5500	5000	3000	1000	0	0	0	0	0	1000	0	2500	0	
<i>Siracosphaera pulchra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cocólito (NI)	0	13000	0	0	0	0	1000	0	0	0	2000	1000	0	0	4000	0	0	20000	0	22000	0	0	1500	12500	0	0	23000	0	0	21000
FITOFAGELADOS																														
Monadas	3E+05	1E+05	2E+05	1E+05	2E+05	2000	4E+05	80	3E+05	2E+05	1E+05	5E+05	24000	7500	1E+05	0	0	4E+05	2E+05	3E+05	500	25000	0	3E+05	0	99500	4E+05	6E+05	11000	5E+05
<i>Eutreptiella gymnastica</i>	0	0	0	0	40	0	160	100	1000	0	0	440	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	80	160	0	40	160	80	40
<i>Leucocryptos marina</i>	80	1280	400	4500	320	560	1280	80	80	320	480	320	0	0	320	0	160	1120	480	0	320	0	0	160	400	240	6000	6000	240	
Fitoflagelados (NI)	0	160	80	0	0	80	0	0	0	0	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	4500	0	8000	0	0	0	25000	80
DETRITUS	3	2	0	3	1	0	0	3	2	1	2	3	1	1	0	2	0	2	0	3	0	3	2	0	2	1	2	1	2	0

ACF: Aguas Costeras Frías

ESTACION	135					141					251					254					259					264					269				
LATITUD (S)	08°22'26,10"					08°38'09,20"					09°09'10,90"					09°16'47"					09°09'56"					09°44'16,60"					09°56'49"				
LONGITUD (W)	80°24'13,7"					80°51,08'70"					78°43'08,20"					78°56'52"					79°20'20"					79°42'71,40"					80°05'17"				
PROFUNDIDAD (m)	0	10	25	50	0	10	25	50	0	10	25	50	0	10	25	50	0	10	25	50	0	10	25	50	0	10	25	50	0	10	25	50			
SILICOFAGELADOS																																			
<i>Dictyocha fibula</i>	0	280	280	40	80	120	140	120	60	500	400	0	160	820	60	0	0	1760	160	480	120	880	660	0	480	600	320	580	0	0	0				
<i>Dictyocha speculum</i>	0	120	80	0	60	120	80	20	80	380	280	0	20	100	780	0	0	920	40	200	80	640	240	100	40	280	80	40	0	0	0				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
COCOLITOFORIDOS																																			
<i>Calciosolenia murrayi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500	0	1500	0	0	0	1000	20000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Calciosolenia sinuosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Emiliania huxleyi</i>	0	4500	38000	4000	28000	1500	23000	1000	10000	4500	2500	13500	4000	7500	0	2000	40000	10000	60000	12000	14500	5000	75000	0	54000	97000	20000	0	0	0	0				
<i>Gephyrocapsa oceanica</i>	1000	0	1000	0	1500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8000	5500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Helicosphaera carteri</i>	0	10000	0	0	0	2500	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	14000	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Ophiaster hydroideus</i>	6000	19000	25000	3000	0	1500	500	1000	0	0	0	16000	27000	0	0	0	0	28000	71000	23000	22000	31000	25500	0	37000	30000	38000	0	0	0	0				
<i>Siracosphaera pulchra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Cocolito (NI)	5000	3500	0	6000	0	1000	0	3000	0	8000	0	0	0	0	0	0	0	22000	0	30000	3000	11500	0	1000	0	0	0	0	0	0	0				
FITOFAGELADOS																																			
Monadas	224000	340000	173000	107000	1E+05	3E+05	81500	3E+05	1000	6E+05	1E+05	43000	2000	0	1500	41000	8E+05	3E+05	1500	2E+05	0	3E+05	4E+05	67000	4E+05	6E+05	500	93500	0	0	0				
<i>Eutreptiella gymnastica</i>	20	0	0	0	0	0	0	0	160	720	0	240	60	0	0	0	20	0	0	80	40	0	160	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Leucocryptos marina</i>	240	560	13000	320	10000	240	4500	0	0	80	0	480	400	80	160	3200	80	240	640	320	80	0	160	5000	8000	240	0	0	0	0	0				
Fitoflagelados (NI)	80	0	0	0	0	80	0	0	27000	11000	0	400	160	80	0	0	4500	400	320	13000	0	0	0	0	0	240	240	0	0	0	0				
DETRITUS	2	2	1	0	1	2	1	0	2	2	0	1	3	0	0	1	0	0	2	2	3	3	1	0	2	1	0	2	1	0	2				

ACF: Aguas Costeras Frías

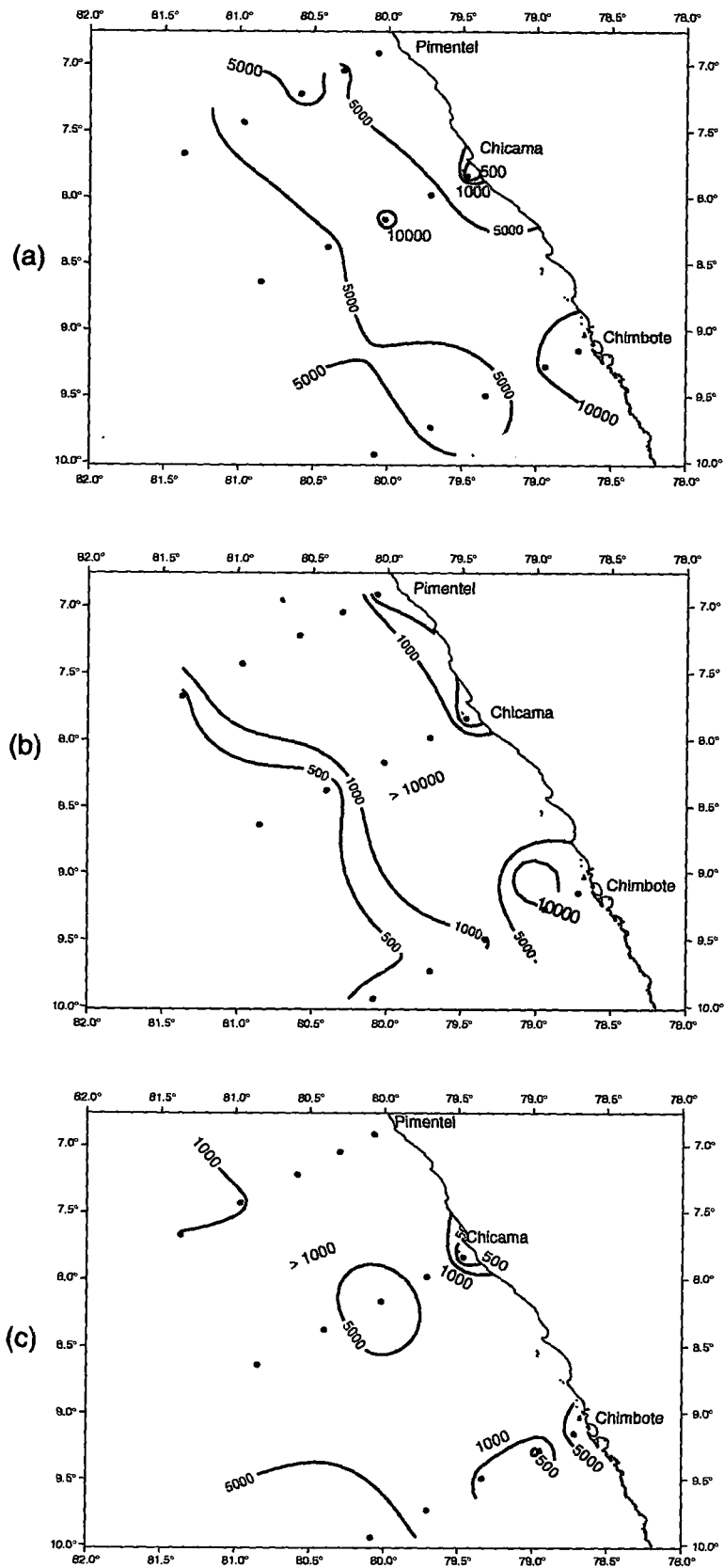


FIGURA 5. Distribución horizontal de fitoplancton (a), diatomeas (b) y nanoplancton (c) a 10 m de profundidad (N° cel $\times 10^3/L$). Prospección para la evaluación de la abundancia de huevos de anchoveta en un área seleccionada (7° - 9° S). Crucero BIC José Olaya Balandra 9908-09 (30 agosto-12 setiembre 1999).

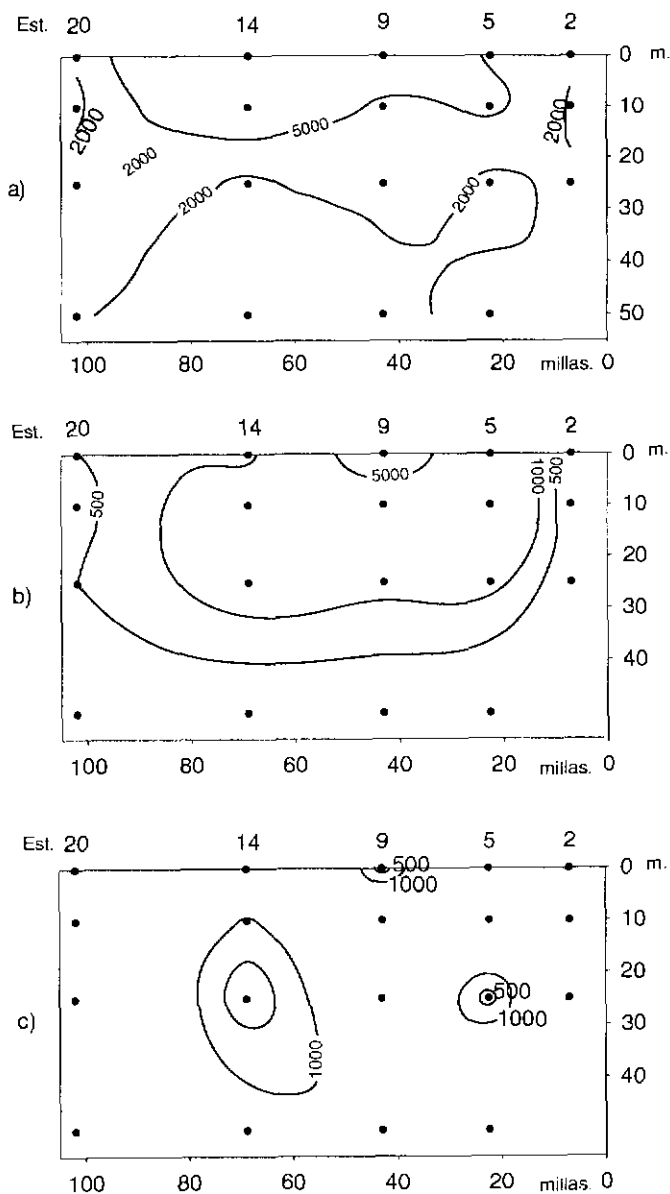


FIGURA 6. Distribución vertical de a) fitoplancton total, b) diatomeas y c) nanoplancton en Pimentel (N° cel $\times 10^3/L$). Prospección para la evaluación de la abundancia de huevos en un área seleccionada (7°-9° S). Crucero BIC José Olaya Balandra 9908-09 (30 agosto-12 setiembre 1999).

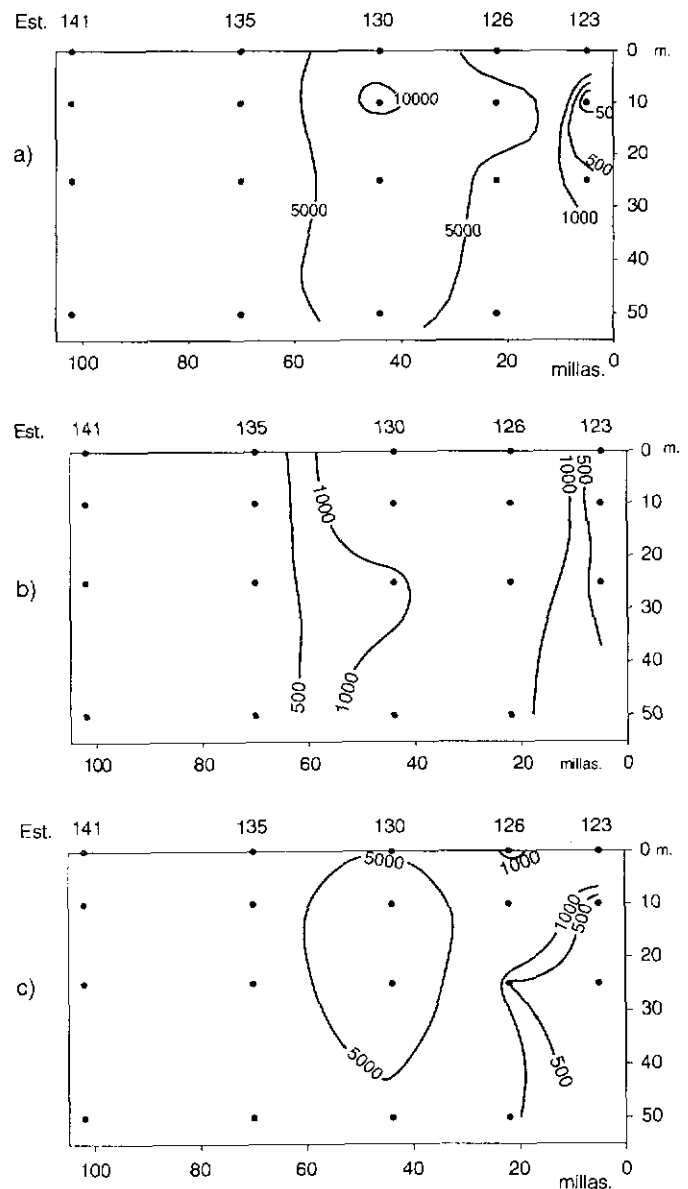


FIGURA 7. Distribución vertical de a) fitoplancton total, b) diatomeas y c) nanoplancton en Chicama (N° cel $\times 10^3/L$). Prospección para la evaluación de la abundancia de huevos en un área seleccionada (7°-9° S). Crucero BIC José Olaya Balandra 9908-09 (30 agosto-12 setiembre 1999).

la profundidad de 10 m en las estaciones 123 y 130 respectivamente (Fig. 7a). Los valores de abundancia total de fitoplancton frente a Chimbote variaron entre 4.420 a 1.204.340 cel/L en las estaciones 254 y 251 a profundidades de 25 y 10 m, respectivamente (Tabla 1, Fig. 8a).

En general el grupo que alcanzó las máximas densidades fueron constituyentes del nanoplancton (cocolitofóridos y fitoflagelados), seguido de las diatomeas y finalmente los dinoflagelados que presentaron concentraciones menores.

En Pimentel, Chicama y Chimbote se observó que las fracciones dominantes en todas las profundidades

fueron las de nanoplancton (Figs. 6c, 7c y 8c) y diatomeas (Figs. 6b, 7b, y 8b) y las mayores abundancias de estos grupos se situaron entre la superficie y los 25 m. Así las diatomeas en Pimentel y Chimbote se distribuyeron ampliamente con densidades mayores de 500×10^3 cel/L, hasta las 100 mn aproximadamente y en Chicama sólo hasta las 62 mn con igual concentración. En tanto que el nanoplancton en Pimentel se distribuyó en núcleos ($> 1.000 \times 10^2$ cel/L) entre las 20 y 70 mn. Mientras que en Chicama su distribución fue desde la zona costera hasta las 45 mn con las máximas concentraciones (5.000×10^2 cel/L) y en Chimbote la cobertura fue más amplia desde la

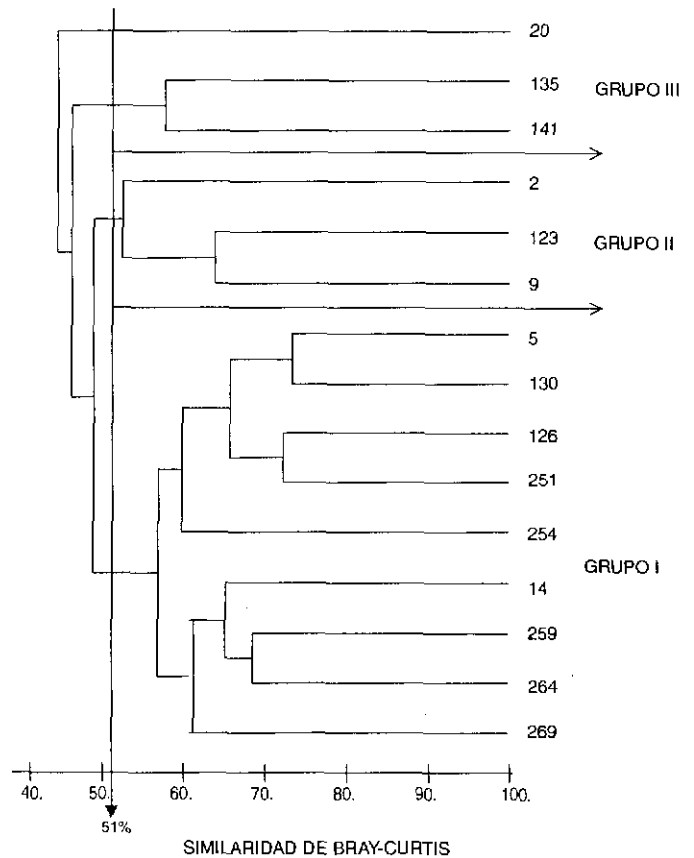
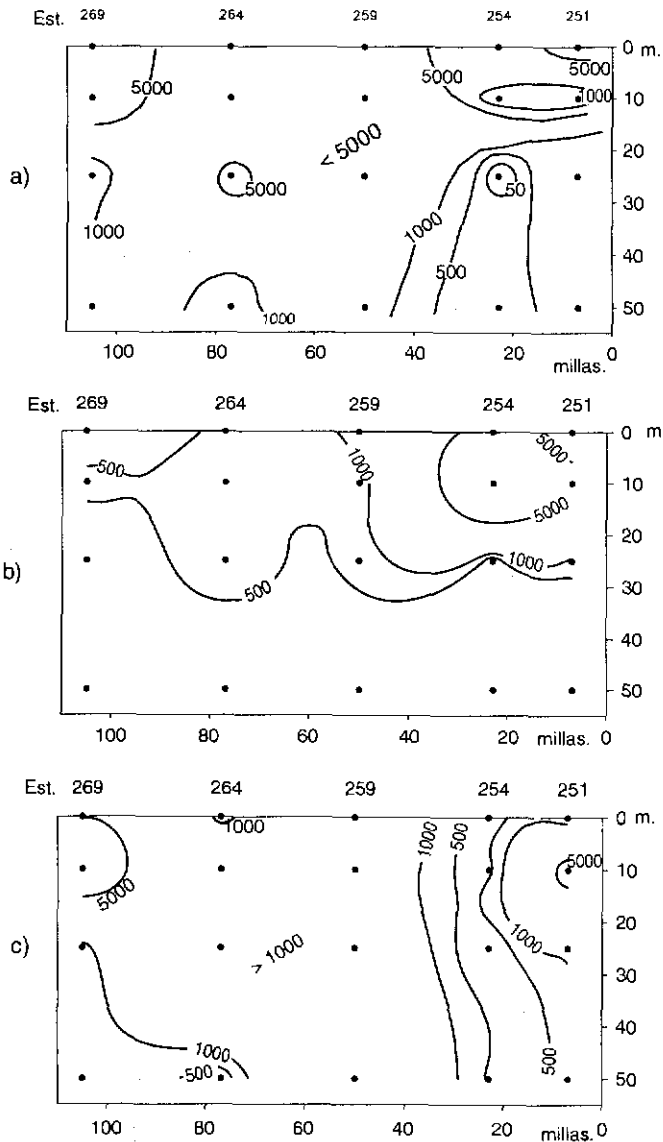


FIGURA 9. Dendrograma de similitudes entre las estaciones de Pimentel, Chicama y Chimbote. Prospección para la evaluación de la abundancia de huevos de anchoveta en un área seleccionada (7° - 9° S). Crucero BIC José Olaya Balandra 9908-09 (30 agosto - 12 setiembre 1999).

similitud tres agrupamientos (Fig. 9). El primero conformado por las estaciones, 5, 14, 126, 130, 251, 254, 259, 264, y 269; el segundo agrupamiento definido por las estaciones 2, 9 y 123 y el tercer grupo representado por las estaciones 20, 135 y 141. El primer grupo estuvo constituido por aquellas estaciones que presentaron mayor frecuencia de diatomeas de afloramiento (*Chaetoceros* spp., *Detonula pumila* y *Guinardia delicatula*) neríticas (*L. danicus* y *Coscinodiscus* spp.) y ticoplanctónicas (*Entomoneis alata* f. *alata* y *Amphiprora* sp.). Entre tanto en el segundo grupo se pudo observar a estaciones costeras las que se ubicaron dentro de las 45 mn y cuya composición estuvo dominada por diatomeas de afloramiento y finalmente el tercer grupo lo conformaron aquellas estaciones oceánicas, ubicadas por fuera de las 60 mn, cuya flora se caracterizó por la predominancia de diatomeas oceánicas (*Bacteriastrum elongatum*, *Planktoniella sol.*, *Chaetoceros radicans*, *Ch. dictaeta* y *Rhizosolenia bergonii*) y algunas diatomeas neríticas (*Thalassionema nitzschioides*, *Leptocylindrus danicus* y *Cylindroteca closterium*, entre otros).

zona costera hasta la oceánica con similar concentración que en Chicama.

Diversidad y similitud

La diversidad frente a Pimentel varió entre estaciones de 0,23 a 0,94 bits/cel y la equidad observada fue de 0,13 a 0,514. En tanto que la diversidad frente a Chicama fluctuó entre 0,35 a 1,01 bits/cel y la equidad entre 0,21 a 0,53. Así pues frente a Chimbote la diversidad fue de 0,50 a 0,96 bits/cel y la equidad entre 0,27 y 0,54.

La clasificación numérica en base del índice de Bray-Curtis entre estaciones (modo Q) muestra a 51% de

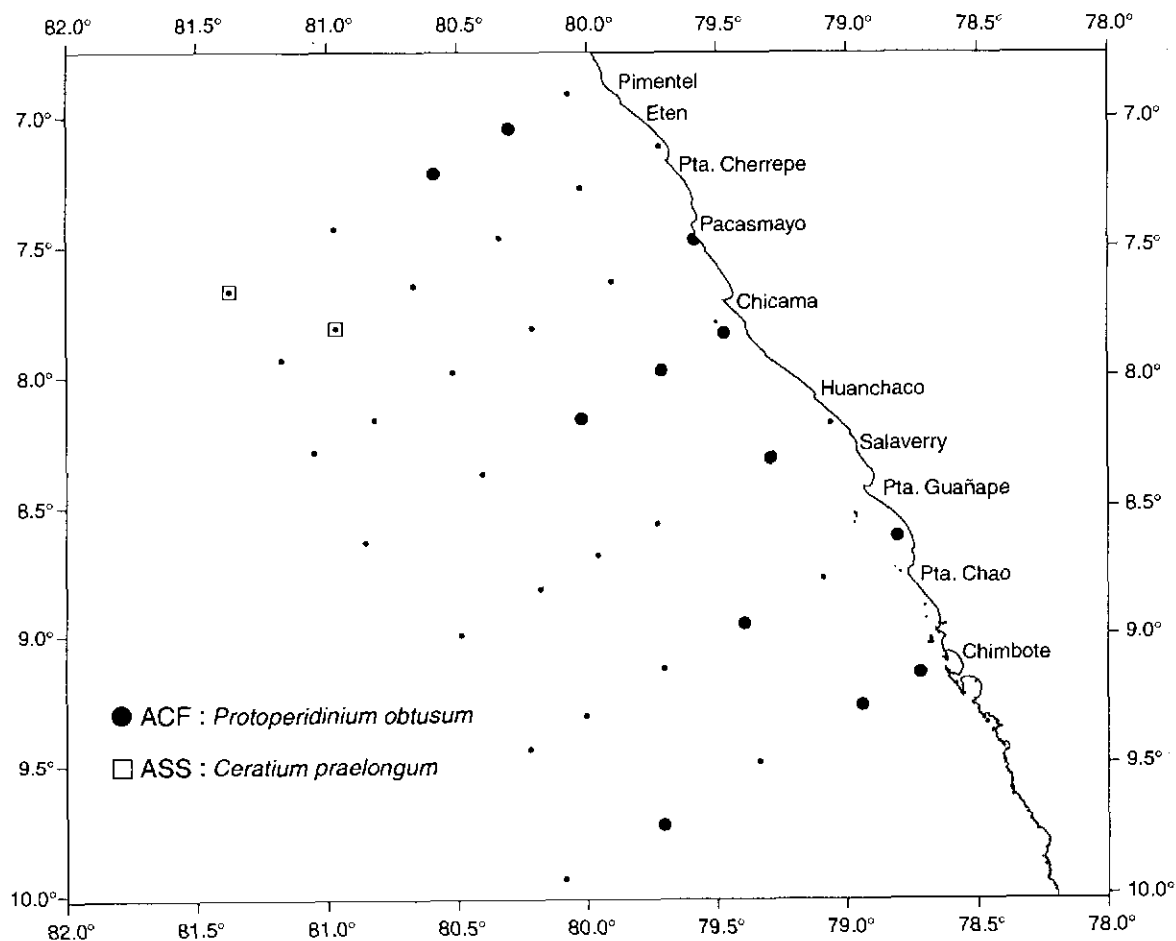


FIGURA 10. Distribución de organismos indicadores de masas de agua. Prospección para la evaluación de la abundancia de huevos de anchoveta en un área seleccionada (7°-9° S). Crucero BIC José Olaya Balandra 9908-09 (30 agosto - 12 setiembre 1999).

Distribución de organismos indicadores de masas de agua

Los dinoflagelados indicadores de masas de agua (Fig. 10) se distribuyeron de la siguiente manera: *Protoperidinium obtusum*, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), se distribuyó en toda la franja costera de Pimentel hasta Chimbote, ampliando su distribución frente a Chimbote hasta las 76 mn de la costa. *Ceratum praelongum*, indicador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) se registró frente a Pimentel y sur de Eten por fuera de las 85 mn.

DISCUSION

Los volúmenes promedio de plancton observados para los inviernos 1996 (GIRÓN *et al.* 1997) y 1998 (VILLANUEVA *et al.* 1998) y otoño 1999 (DELGADO y FERNÁNDEZ 1999), resultan ser muy semejantes (<2,0 mL/m³) al obtenido para el presente estudio. Estos valores no estuvieron dentro del rango para la costa peruana, en donde la biomasa

planctónica es normalmente alta, presentando volúmenes promedio mayores de 3,0 mL/m³ dentro de las 60 mn y de 5,0 mL/m³ dentro de las 30 mn (ROJAS DE MENDIOLA *et al.* 1985).

También el porcentaje de predominio de la flora planctónica no tuvo un incremento durante los inviernos de 1996 a 1999 (35%), lo que significaría una disponibilidad restringida de alimento para el recurso anchoveta.

Usualmente en la distribución isoparalitoral el mayor volumen promedio se localiza entre 0-30 mn, lo cual se ajusta al valor obtenido en la presente prospección, lo que también coincide con lo encontrado para el invierno 1996 por GIRÓN *et al.* (1996) y para el otoño 1999 por DELGADO y FERNÁNDEZ (1999) y diferente para el invierno 1998 en donde el máximo se presentó entre 30-60 mn posiblemente debido a que aún persistían condiciones anómalas de El Niño 1997-98 (VILLANUEVA *et al.* 1998).

En relación a las características del fitoplancton de superficie se apreció que los principales componentes fueron las diatomeas del género *Chaetoceros* y

Coscinodiscus; estas últimas aptas para la alimentación de larvas, lo que aseguraría una buena calidad de alimento. Similares resultados fueron hallados por SÁNCHEZ (1995). Mientras que a nivel de 10 metros la concentración promedio de fitoplancton alcanzó un valor superior (480.000 cel/L) a lo reportado por ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1985) quienes estimaron que la densidad promedio en número de células en las regiones costeras (dentro de las 60 mn) alcanzan los 334.000 cel/L. Los grupos taxonómicos más importantes fueron las diatomeas y el nanoplancton; igual composición fue determinada durante el invierno 1995 (SÁNCHEZ 1995).

Con respecto a la diversidad, MARGALEF (1968) señaló que valores menores a 2,5 bits/cel. corresponden a poblaciones en activo crecimiento, lo que coincide con lo encontrado para esta prospección debido a la proliferación de diatomeas pequeñas (*Chaetoceros* spp.) e indicarían la etapa inicial de la sucesión fitoplanctónica. Difiere con lo encontrado para el invierno 1995 (SÁNCHEZ 1995) en donde la diversidad presentó valores relativamente altos (>3,3 bits/cel.); en consecuencia correspondería a una comunidad en fases avanzadas o comunidad madura conformada por diatomeas grandes y algunos dinoflagelados.

En los perfiles de estudio la equidad fue <0,53, lo cual refleja una alta dominancia de concentraciones celulares del grupo del nanoplancton, acompañada además de una heterogeneidad de especies.

Uno de los resultados más notables para esta época del año (invierno) son las altas concentraciones celulares del nanoplancton y diatomeas a nivel de 10 m, lo cual es coincidente con lo reportado por SÁNCHEZ (1995), y que podría ser interpretado como el comienzo temprano de la proliferación primaveral.

El análisis de agrupamiento permitió diferenciar tres grupos, los que se caracterizaron por presentar una composición determinada; el primer grupo con dominancias de nanoplancton y diatomeas, mientras que el segundo y tercer grupos exclusivamente con diatomeas de afloramiento y oceánicas, respectivamente.

Del monitoreo de los indicadores biológicos se observó que, como consecuencia de las condiciones cálidas de El Niño 1997-1998, *P. obtusum* no fue registrado durante el invierno 1998 (VILLANUEVA *et al.* 1998), reapareciendo para el otoño de 1999 cerca de la línea costera de Chicama y Punta Chao (DELGADO y FERNÁNDEZ 1999); y para esta prospección se distribuyó ampliamente en toda el área en estudio con las máximas coberturas de 76 mn frente a Chimbote, lo que indicaría presencia de Aguas Costeras Frías. Durante 1998 el acercamiento de ASS hacia el litoral ha ido incrementándose con una incursión más fuerte para el invierno (VILLANUEVA *et al.* 1998), situación que no se presentó para el otoño de 1999 (DELGADO y FERNÁNDEZ 1999) y ahora en el invierno de 1999 las ASS estuvieron

por fuera de las 85 mn, según lo indicado por la distribución de *C. praelongum*, indicador de estas masas de agua.

CONCLUSIONES

1. Para el invierno de 1999 los volúmenes de plancton presentaron rangos entre 0,11 y 7,92 mL/m³ y el máximo volumen promedio (6,05 mL/m³) se registró dentro de las 30 mn.

2. La comunidad de fitoplancton durante agosto-setiembre 1999 se encontró en la etapa inicial de la sucesión, con índices de diversidad menores de 1,1 bits/cel.

3. El fitoplancton en superficie predominó en el 36% de las estaciones muestreadas, el zooplancton en el 51% y el 13% compartieron codominancias el fitoplancton y zooplancton. Las diatomeas céntricas de los géneros *Coscinodiscus* (dieta de peces fitoplanctófagos) y *Chaetoceros* fueron las más frecuentes y abundantes.

4. En la distribución espacial las fracciones dominantes en todas las profundidades fueron las diatomeas y nanoplancton (cocolitofóridos y fitoflagelados) y las mayores concentraciones celulares de estos grupos se situaron entre la superficie y los 25 m. Las diatomeas se distribuyeron ampliamente con núcleos mayores de 500 x 10² cel/L hasta las 100 mn aproximadamente. El nanoplancton presentó núcleos máximos de 1 000 x 10² cel/L en Pimentel. Mientras que en Chicama y Chimbote se presentaron las más altas concentraciones (5.000 x 10² cel/L).

5. *Protoperidinium obtusum*, indicador de Aguas Costeras Frías (ACF) amplió su distribución en Chimbote hasta las 76 mn, encontrándose restringido a la franja costera desde Pimentel hasta Chimbote y por fuera de las 85 mn frente a Pimentel y sur de Eten se registró a *Ceratium praelongum*, indicador de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS).

Agradecimientos

Los autores agradecen al Técnico MIGUEL SARMIENTO por la colaboración en la elaboración de los gráficos verticales.

Referencias

- BALECH, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico sudoccidental. Pub. Esp. Inst. Esp. Oceanog. N° 1:310 pp.
- CARMELO, R. 1996. *Identifying marine diatoms and dinoflagellates*. Academic Press, Inc. New York. 598 pp.
- CUPP, E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 5:1-237.
- DELGADO, E. y C. FERNÁNDEZ. Composición y distribución de la flora planctónica durante el otoño 1999. Informe interno del Área de Fitoplancton y Producción Primaria.
- HENDEY, I. 1964. An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part. V. Bacillariophyceae (Diatoms). Her Majesty's Stationery Office, London: 317 pp.

- HUSTED, F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. En: L. RABENHORST (ed.). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. 1 Teil. Akad. Verlag. Leipzig. Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971 1971: 920 pp.
- GIRÓN, M., F. CHANG, P. AYÓN Y E. DELGADO. 1997. Larvas de anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) y su relación con el fitoplancton como alimento disponible. Crucero 9608-09 entre Paita y Tambo de Mora. Inf. Inst. Mar Perú 123: 20-27.
- MARGALEF, R. 1968. Perspectives in ecological theory. Univ. Of Chicago. Press, Chicago Series in Biology, 111 pp.
- ROJAS DE MENDIOLA, B., O. GÓMEZ Y N. OCHOA. 1985. Efectos del Fenómeno El Niño sobre el fitoplancton. En: ARNTZ, LANDA Y TARAZONA (eds). El Niño. Su impacto en la fauna marina. Inf. Inst. Mar Perú Vol. Extraord.: 33-40.
- SÁNCHEZ, S. 1996. Fitoplancton en el área Tambo de Mora a Paita, agosto-setiembre 1995. Inf. Inst. Mar Perú 119: 55-69.
- SCHILLER, J. 1971a. Dinoflagellate (Peridinae) in monographischer Behandlung. 2 Teil. En: L. RABENHORST (ed.). Kryptogamen Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, Vol. 10 Section 3, Part 2: 589 pp.
- SCHILLER, J. 1971b. Dinoflagellate (Peridinae) in monographischer Behandlung. 2 Teil. En: L. RABENHORST (ed.). Kryptogamen Flora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, Vol 10 Section 3, Part 1: 617 pp.
- SOURNIA, A. 1967. Le genre *Ceratium* (Peridinien Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une revision mondiale. Vie et Milieu. 18(2A-A):375-580.
- SUNDSTRÖM, H. 1986. The Marine diatom genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Lund, Sweden: 196 pp.
- STEEMANN NIILSEN, E. 1934. Untersuchungen über die Verbreitung, Biologie und Variation der Ceratien im südlichen Stillen Ozean. DANA_Report N° 4, 1-68.
- THRÖNSEN, J. 1978. Preservation and storage. En: A. Sournia (ed.) Phytoplankton manual. UNESCO, Paris: 69-74.
- UNESCO. 1981. Programa de Plancton el Pacífico Oriental. Informes de la UNESCO sobre Ciencias del Mar. Inst. Mar Perú (11):25.
- UTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommnung der Quantitativen Phytoplankton Methodik Mitt. Intern. Ver. Limnol. 9: 1-38.
- VILLANUEVA, P., E. DELGADO Y C. FERNÁNDEZ. 1998. El fitoplancton superficial durante el crucero de evaluación hidroacústica de recursos pelágicos en el invierno 1998. Inf. Inst. Mar Perú 141: 43-48.