

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU



ISSN 0378 - 7702

INFORME

Nº 119

Agosto, 1996

Evaluación de la biomasa desovante de la anchoveta y la sardina

Crucero BIC HUMBOLDT 9508 - 09



*Con apoyo del Programa de
Cooperación Técnica para la Pesca
CEE-VECEP ALA 92/43*

Callao, Perú

LA COMUNIDAD FITOPLANCTONICA EN EL AREA DE TAMBO DE MORA A PAITA, AGOSTO-SETIEMBRE 1995

Sonia Sánchez Ramírez¹

RESUMEN

SÁNCHEZ S. 1996. Composición, distribución y organismos indicadores de la comunidad fitoplanctónica en el área Tambo de Mora a Paita, agosto y setiembre 1995. Inf. Inst. Mar Perú. 119: 55-69.

El estudio se hizo durante el Crucero de Evaluación de la Biomasa Desovante de Anchoqueta y Sardina BIC Humboldt 9508-09. Los volúmenes de plancton superficial para agosto-setiembre de 1995 fluctuaron entre 0,1 y 4,6 ml/m³. Las mayores concentraciones en biomasa, fueron localizadas dentro de las 30 mn, con un predominio del fitoplancton en el 50% de las estaciones. Las especies que tipificaron este ambiente, dentro de las 30 mn, correspondieron a diatomeas de alta tasa de reproducción que constituyen la dieta de los peces fitoplanctófagos, composición que se vio alterada por la presencia de especies oceánicas, hasta muy cerca de la costa, principalmente entre Huarmey y Pucusana. A 10 m de profundidad se identificó un total de 70 especies de fitoplancton: 47 diatomeas, 15 dinoflagelados, 3 cocolitofóridos, 3 fitoflagelados y 2 silicoflagelados. Las diatomeas y el nanoplancton fueron los grupos taxonómicos más importantes, hasta con el 90% de dominancia. Los dinoflagelados y silicoflagelados fueron poco numerosos. Las mayores concentraciones celulares promedio (20 000 cel/50 ml) se encontraron cerca a la costa, con máximos de hasta 60 000 cel/50 ml en la región norte. El dinoflagelado *Proto-peridinium obtusum* indicador de aguas costeras frías (ACF), estuvo restringido a la franja costera, ampliando su distribución hasta por fuera de las 30 mn entre Salaverry y Punta Falsa.

PALABRAS CLAVE: fitoplancton, composición, distribución, indicadores, biomasa, mar peruano.

ABSTRACT

SÁNCHEZ S. 1996. Composition, distribution and indicator organisms of phytoplanktonic community in the area Tambo de Mora to Paita, August and September 1995. Inf. Inst. Mar Perú No. 119: 55-69.

Study was made during Cruise RV Humboldt 9508-09 related to Egg Production Method to estimate the spawning stock biomass of Peruvian anchoveta and sardine. Seventy species were determined: 47 diatoms, 15 dinoflagellates, 3 coccolithophorids, 3 phytoflagellates, 2 silicoflagellates. Diatoms and nanoplankton (coccolithophorids and phytoflagellates) were the most important taxonomic groups. Biomass in surface was between 0.1 and 4.6 ml/m³, with the highest values in the inshore (30 nm). The highest phytoplankton concentration (num. cel/50 ml) was found near the coast with maximum values of 60 000 cel/50 ml, in the northern region. In the oceanic areas, densities were 5 000 cel/50 ml. The dinoflagellate *Proto-peridinium obtusum*, indicator of cold coastal water (CCW) was found along inshore, with a wide distribution through the 30 nm between Salaverry and Punta Falsa.

KEY WORDS: phytoplankton, composition, distribution, indicators, biomass, Peruvian sea.

INTRODUCCIÓN

El éxito de la sobrevivencia de los estadios larvales de peces depende en gran medida de las estrategias para la toma del alimento, así como de la cantidad y calidad del mismo. El fitoplancton, primer eslabón de la cadena trófica representaría un factor decisivo, ya que las modificaciones en sus patrones de distribución, composición y tamaño de células, repercutirían no sólo en el reclutamiento, sino también en la densidad poblacional de los principales recursos pelágicos.

El presente trabajo, da a conocer las características de las poblaciones fitoplanctónicas para invierno de 1995 (12 de agosto al 22 de setiembre), durante el Crucero de Evaluación de la Biomasa Desovante de Anchoqueta y Sardina, BIC Humboldt 9508-09, entre Tambo de Mora y Paita. Se indica la composición, abundancia (N° cel/50 ml) a 10 m de profundidad, distribución ecológica y organismos indicadores del fitoplancton, incluyéndose estimaciones de la biomasa (ml/m³) del plancton en superficie.

1. Área de Fitoplancton y Producción Primaria, Dirección de Oceanografía Biológica, Dirección General de Investigaciones Oceanográficas, IMARPE

MATERIAL Y MÉTODOS

Análisis cualitativo

Se colectó un total de 116 muestras (fig. 1), con red estándar de fitoplancton de 75 micras de abertura de malla, en arrastres horizontales superficiales durante cinco minutos a velocidad de tres nudos. Las muestras fueron etiquetadas y preservadas con formalina neutralizada al 2%.

En el laboratorio se obtuvo los volúmenes de plancton (V) por el método de centrifugación a 240 rpm durante 5 minutos.

$$V = \text{vol. centrifugado}/K$$

Para hallar la constante (K) se utiliza la siguiente fórmula:

$$K = \pi r^2 h$$

Donde:

r = radio de la boca de la red estándar

h = distancia recorrida por la red

Reemplazando, se obtiene que:

$$V = \text{vol. centrifugado}/6,6273$$

Los resultados así obtenidos, se expresan en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada (ml/m³).

Para los análisis de las muestras, se tuvo en consideración la abundancia relativa en cada una de ellas con respecto a los principales grupos del plancton: fitoplancton y zooplancton. Asimismo, se determinó la abundancia relativa de las especies presentes de acuerdo a la siguiente escala:

4 : Muy abundante

3 : Abundante

2 : Poco abundante

1 : Presente

0 : Ausente

Análisis cuantitativo

Se analizó un total de 24 muestras de agua colectadas con botellas Niskin a 10 m de profundidad en los perfiles oceanográficos de Paita, Punta Aguja, Chimbote y Callao, con una amplitud de hasta 150 mn. Las muestras fueron preservadas con formalina neutralizada al 2%.

Para el recuento de las células, se siguió la metodología de UTERMÖHL (1958), empleándose cilindros de sedimentación de 50 ml de capacidad. Las células menores de 50 µm y muy abundantes, fueron contadas en un área que representa los 2 ml de la muestra con un aumento de 500x; las células

mayores de 50 µm y las poco abundantes fueron contadas en toda el área de la cámara con un aumento de 200x.

Los organismos en la mayoría de los casos, fueron identificados hasta especie. El nanoplancton (organismos < 5 µm), algunas diatomeas centrales y otras especies de difícil identificación fueron consideradas hasta género.

Los resultados de este conteo se expresan en N° cel/50 ml.

Fue calculado el índice de diversidad de SHANNON Y WEAVER (1963), expresándose los resultados en Bits cel⁻¹. Asimismo se empleó el índice de ordenamiento cuantitativo (MORISITA modificado por HORN) para el agrupamiento de estaciones según la afinidad de especies (modo Q), con la elaboración de una matriz de similaridad florística y clasificación jerárquica acumulativa a través de un dendrograma; el método de agrupamiento es el de UPGMA (media aritmética).

Los valores en número de células por 50 ml, fueron transformados a Log (x+1) para la aproximación de su distribución a la normalidad (IBAÑEZ Y SEQUIN 1972).

Tanto para los análisis cualitativos y cuantitativos, como para la determinación de los diferentes organismos del fitoplancton se consultaron los trabajos de CUPP (1943), HENDEY (1964), HUSTED (1971) y SCHILLER (1971).

Se confeccionaron cartas de distribución superficial del volumen de plancton, variación latitudinal, concentración celular del fitoplancton y de los grupos más importantes a 10 m y una carta de distribución de las principales especies indicadoras de masas de agua.

RESULTADOS

Distribución superficial de los volúmenes de plancton

Los volúmenes de plancton en superficie, para agosto-setiembre de 1995 oscilaron entre 0,1 y 4,6 ml/m³ con un promedio de 0,8 ml/m³, distribuyéndose irregularmente a lo largo de todo el litoral. Más del 50% de las estaciones presentaron valores menores de 1 ml/m³ (fig. 2), asociados a temperaturas y salinidades mayores de 16° y 35,0‰, respectivamente.

El fitoplancton predominó en el 50% de las estaciones estudiadas; el zooplancton sólo estuvo

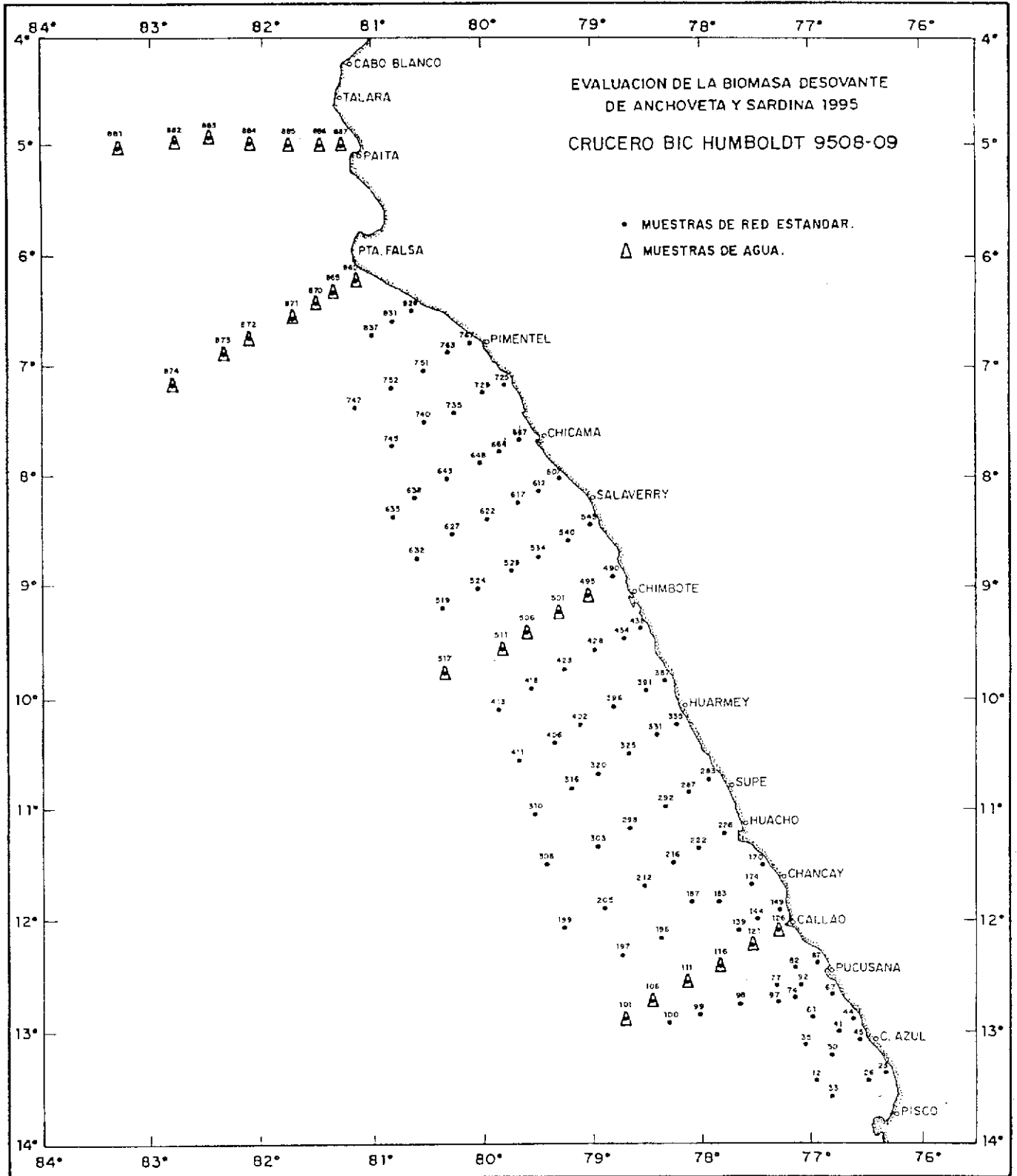


Fig. 1.-Carta de posiciones.

TABLA 1. Análisis cuantitativo del fitoplancton en el Crucero BIC Humboldt 9508-09

ESTACIONES	101	106	111	116	118	126	485	501	506	511	517	870	871	872	873	874	881	882	883	884	885	886	887
DIATOMAS																							
<i>Actinocyclus</i> sp.	4	0	1	1	0	49	0	0	0	15	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Actinophycus urbulatus</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Amphipora</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asteromphalus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	0	0	0	0	0	0	18	60	0	0	0	0	6	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacteriastrium delicatulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>	7	10	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ceratium pelagicum</i>	0	0	0	0	0	0	94	362	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros affinis</i>	12	9	25	0	0	0	0	24	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros allaniquus</i>	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros compressus</i>	0	0	0	0	0	39	1250	24	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	0	0	0	0	0	22	10250	0	12	0	0	38	0	0	0	0	0	0	460	25800	2825	0	0
<i>Chaetoceros debilis</i>	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	2125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros didymus</i>	0	0	0	0	0	0	44	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	0	7	0	0	40	1125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros peruvianus</i>	3	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros socialis</i>	0	0	0	0	0	0	3600	2225	20	0	0	725	8225	17	0	0	0	0	0	32250	10075	1100	0
<i>Chaetoceros</i> sp.	0	0	0	0	0	20	634	0	15	6	0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	0	0	0	1	0	0	4	0	6	4	0	0	0	0	4	0	1	1	0	1	0	3	2
<i>Coscinodiscus</i> sp.	0	0	3	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Centricea</i> sp.	0	2	0	0	13	0	18	0	800	0	13	52	6	0	18	22	18	29	37	0	15	0	17
<i>Dactylosolen mediterraneus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diatoma pumila</i>	0	0	5	0	0	11	24	12	29	0	0	250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	29
<i>Eucampia zooliacus</i>	0	0	0	0	0	0	796	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
<i>Guillardia delicatula</i>	0	0	9	0	0	12775	0	34	8	0	15	0	0	0	0	0	3	0	0	6	0	0	0
<i>Gyrodinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	18	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptocyclus denticus</i>	0	0	0	0	0	52	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptocyclus mediterraneus</i>	0	0	8	6	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lithodesmium urbulatum</i>	0	0	4	0	0	0	975	16	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudonitzschia closterium</i>	0	0	0	0	0	6	0	0	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i>	83	0	2	0	0	0	0	28	0	0	82	10	9	0	475	450	1025	725	300	0	825	125	2
<i>Pseudonitzschia pungens</i>	0	0	4	0	0	0	406	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	650	0	0	0
<i>Pseudonitzschia</i> sp.	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	450	0	0	3	0	0	0	0	0	0
<i>Planktonella sol</i>	3	2	4	2	16	0	0	0	0	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurosigma</i> sp.	0	0	0	0	3	8	36	0	28	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	3
<i>Proboea alata</i>	0	1	0	0	0	0	0	28	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia bergonii</i>	3	4	4	0	5	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia chunii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	1

TABLA 1. Análisis cuantitativo del fitoplancton en el Crucero BIC Humboldt 9508-09 (Continuación)

	0	0	2	0	0	19	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	6	0	0	0		
<i>Rhizosolenia stonerohii</i>	0	0	48	12	0	64	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0		
<i>Skeletonema costatum</i>	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	8	0	4	0	0	0	40	0	1060	0	0	0		
<i>Thalassionema nitrochooides</i>	0	0	0	0	0	7	2450	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3300	0	0	0		
<i>Thalassiosira angulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	750	0	0		
<i>Thalassiosira minima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	0		
<i>Thalassiosira rotula</i>	0	0	0	0	0	0	56	68	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Thalassiosira subtilis</i>	60	0	0	0	0	26	0	12	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Thalassiothrix mediterranea</i>	4	3	1	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL DIATOMEAS	179	42	141	28	57	13216	21424	2927	1095	35	282	412	736	10412	492	506	469	1093	818	750	63137	14750	1688	44		
DINOFAGELADOS																										
<i>Ceratium azoricum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	
<i>Ceratium buceros</i>	0	0	0	0	0	0	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ceratium furca</i>	0	0	0	0	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ceratium kofoidii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ceratium tripos</i>	0	0	0	0	0	8	10	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Dinophysis acuminata</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Discothium asymmetricum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0		
<i>Gymnodinium sp. (Poa)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0		
<i>Gyrodinium sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	7	0	3	3	0	0	0	0	0	0		
<i>Noctiluca miliaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Prorocentrum depressum</i>	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Prorocentrum excentricum</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Prorocentrum minutum</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Pyrosoma lunula</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Scripsiella trochoidea</i>	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL DE DINOFAGELADOS	0	1	0	0	2	18	46	4	2	5	1	4	0	0	7	0	3	5	1	0	5	0	0	0		
COCOLITOFORIDOS																										
<i>Calcosolenia sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Emiliania huxleyi</i>	525	575	325	350	0	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	725	75	100	125	0	0		
<i>Ophiaster hydroideus</i>	75	0	125	0	225	0	0	50	0	75	100	0	0	0	0	0	75	125	625	25	100	100	0	0		
TOTAL DE COCULITOFORIDOS	600	575	450	350	225	150	0	50	0	75	125	0	0	0	0	0	75	125	1350	100	200	225	0	0		
SILICOFAGELADOS																										
<i>Dietyochia filula</i>	0	1	1	0	325	5	0	48	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Dietyochia speculum</i>	5	4	12	6	350	5	0	4	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL DE SILICOFAGELADOS	5	5	13	6	675	10	0	52	4	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
FITOFAGELADOS																										
<i>Moraxa</i>	2100	775	1350	275	0	550	0	725	750	1225	2275	6550	375	1075	1825	4925	2025	2000	6875	0	625	2575	500	325		
<i>Eutreptiella gymnastrica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	0	0	0	0	0	0	0	700	0	0		
<i>Leucocystos manna</i>	175	0	125	0	0	0	0	0	16	4	16	0	0	0	12	44	28	12	32	0	0	0	0	0		
TOTAL DE FITOFAGELADOS	2275	775	1475	275	0	550	0	725	766	1229	2291	6550	375	1225	1837	4999	2053	2012	6907	0	1325	2575	500	325		
TOTAL FITOFANCIÓN	3069	1390	2079	659	959	13844	21470	3758	1867	1345	2704	6996	1111	11657	2536	5475	2800	3235	9076	850	6467	17550	2168	369		

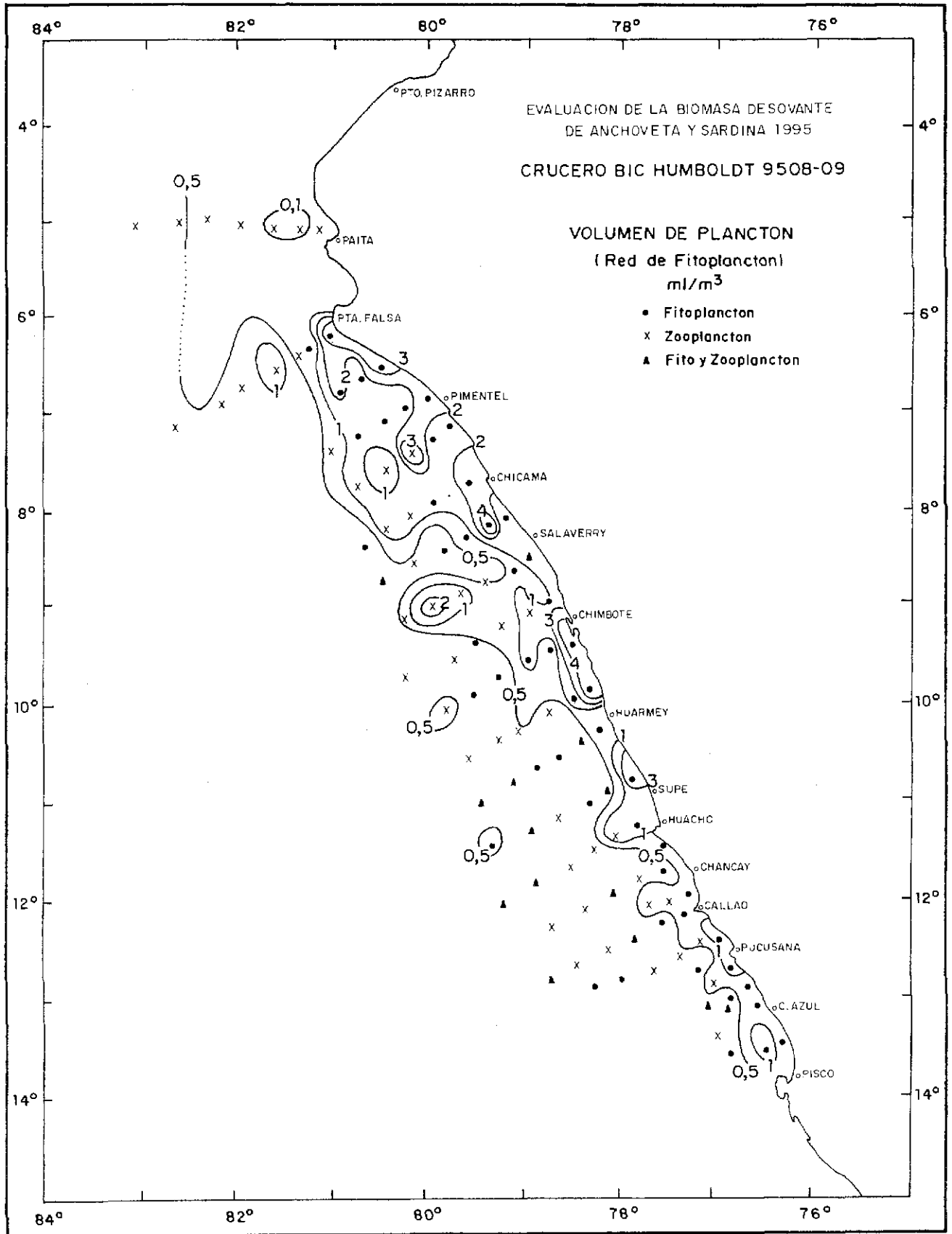


Fig. 2.- Distribución superficial de los volúmenes de plancton. Red de fitoplancton (ml/m³).

presente en el 40%, por fuera de las 30 mn. El porcentaje restante (10%), correspondió a estaciones que presentaron igual dominancia de fito y zooplancton.

Las mayores concentraciones de biomasa planctónica (3 ml/m^3), fueron dadas principalmente por el fitoplancton dentro de las 30 mn, identificándose cuatro núcleos de sur a norte: el primer núcleo localizado frente a Supe, estuvo caracterizado por la predominancia de las diatomeas céntricas principalmente *Coscinodiscus perforatus*, *C. centralis*, *Thalassiosira angulata* y *Detonula pumila*; un segundo y tercer núcleo localizados entre Huarmey, Chimbote y Chicama (con 4 ml/m^3) caracterizados por abundancia de *Chaetoceros affinis*, *C. curvisetus*, *C. debilis* y *C. compressus*, asociadas a *Eucampia zoodiacus*, *Thalassiosira subtilis*, *Lithodesmium undulatum* y *Coscinodiscus* spp., en menor abundancia; por último, un cuarto núcleo al norte, entre Pimentel y Punta Aguja con concentraciones relativamente altas (4 ml/m^3), donde predominó *Chaetoceros socialis* y las especies antes mencionadas.

Los dinoflagelados, grupo importante del fitoplancton, no fueron muy abundantes, a excepción de las estaciones localizadas frente a Tambo de Mora y al norte de Salaverry, esta última por fuera de las 30 mn, con la dominancia de *Ceratium tripos* y *Ceratium furca*, respectivamente.

Asimismo fueron reportadas dentro de las 30 mn (Callao a Huarmey) especies de aguas cálidas, mostrando una mayor riqueza e incremento de su densidad poblacional por fuera de las 60 mn, asociadas a temperaturas y salinidades mayores de 18°C y $35,2\%$, respectivamente. Entre las diatomeas destacaron *Planktoniella sol*, *Chaetoceros courretatus*, *Thalassiothrix delicatula*, *Guinardia flaccida* y *Rhizosolenia calcar-avis*; entre los dinoflagelados, *Goniodoma polyedricum*, *Ceratium ranipes*, *C. prae-longum*, *C. gravidum*, *C. trichoceros*, *C. karstenii* y *Heterodinium bluckmani*.

El dinoflagelado *Noctiluca miliaris* fue reportado por lo general en toda el área de estudio, con mayor incidencia en las áreas costeras, llegando en muchos de los casos a registrarse abundancias considerables.

Variación latitudinal de los volúmenes de plancton

Los mayores volúmenes promedio de plancton superficial ($2,5 \text{ ml/m}^3$) se localizaron dentro de las 30 mn, entre los 06° y 07° S y entre los 09° y 10° S, decreciendo gradualmente hacia el sur.

Entre las 30 y 60 millas náuticas, los volúmenes promedio más altos ($< 2 \text{ ml/m}^3$), fueron localizados entre los $08^\circ - 09^\circ$ S. Estos valores se mantuvieron constantes ($< 1 \text{ ml/m}^3$), disminuyendo ligeramente entre los 10° y 14° S. Por fuera de las 60 mn, los valores promedio de plancton fueron menores de 1 ml/m^3 , manteniéndose a lo largo de todo el litoral (fig. 3).

Distribución de la comunidad fitoplanctónica a 10 m de profundidad

El fitoplancton a 10 m de profundidad (fig. 4), muestra un patrón de distribución semejante a la distribución de las diatomeas (fig. 5), con las mayores concentraciones en las áreas costeras (30 mn), ampliando su distribución hasta más de las 60 mn en la región norte.

Se ha determinado un total de 70 especies: 47 diatomeas, 15 dinoflagelados, 3 cocolitofóridos, 3 flagelados y 2 silicoflagelados (tabla 1).

Las diatomeas y el nanoplancton (flagelados y cocolitofóridos menores de $5 \mu\text{m}$), conformaron los grupos taxonómicos más importantes, alcanzando por lo general dominancias mayores del 90%. Los dinoflagelados y silicoflagelados, a esta pro-

CRUCERO DE EVALUACION DE LA BIOMASA DESOIVANTE DE ANCHOVETA Y SARDINA. BIC. HUMBOLDT 9508 - 09

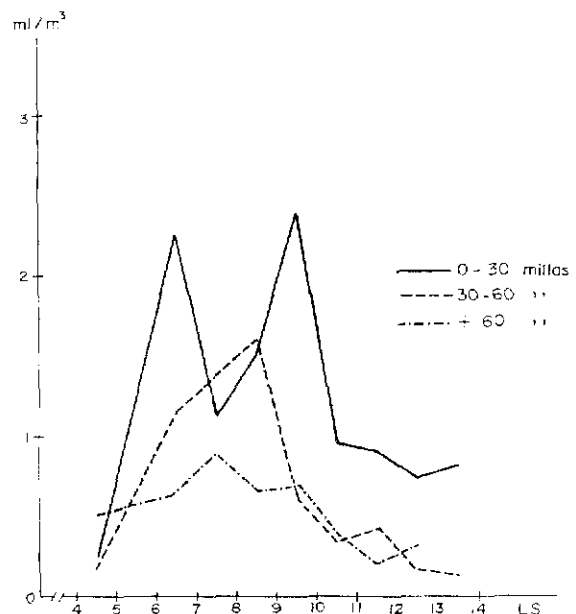


Fig. 3.- Distribución latitudinal de los volúmenes promedio de plancton (red de fitoplancton) ml/m^3 .

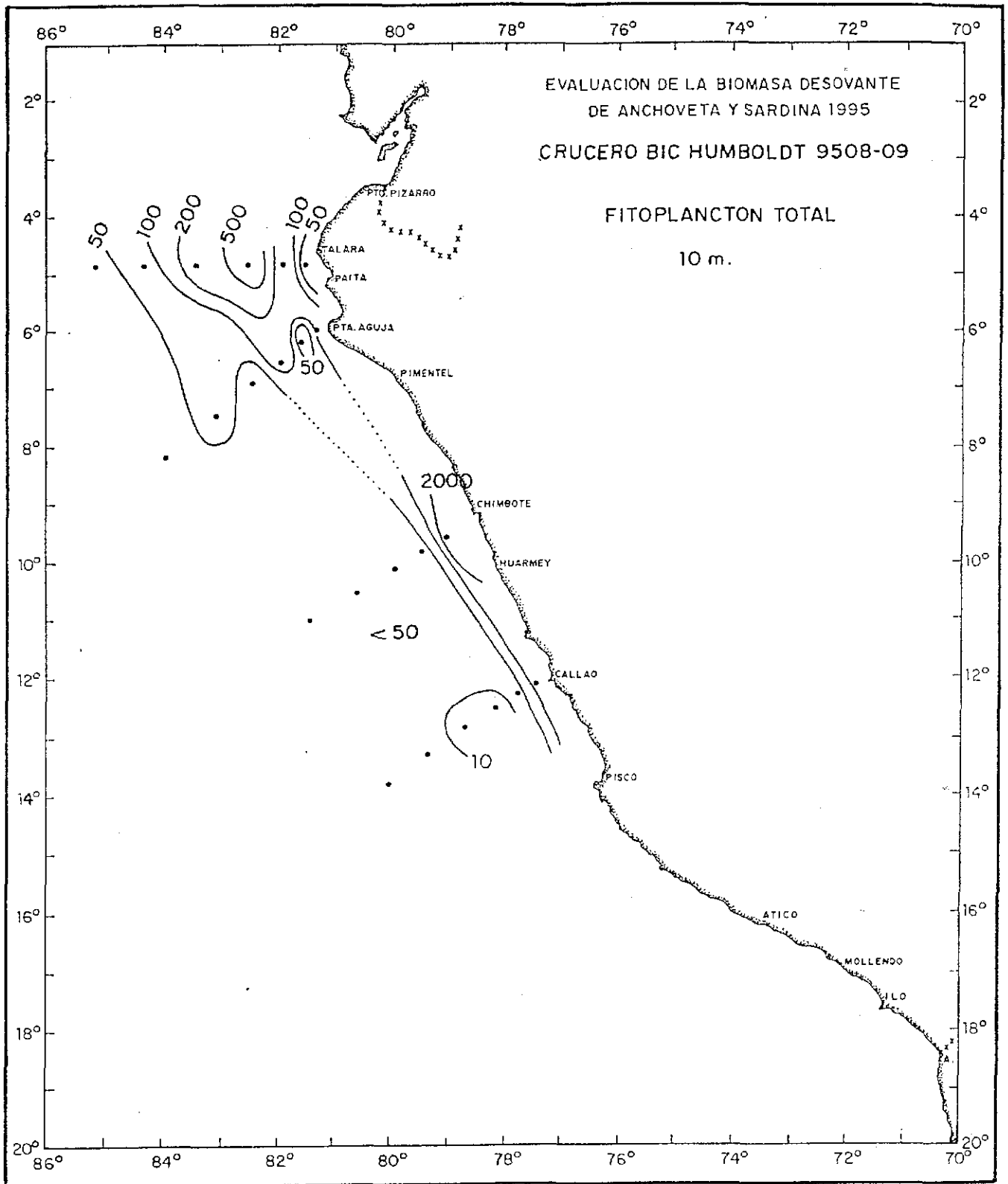


Fig. 4.- Carta de distribución del fitoplancton total a 10 m. de prof. ($N^{\circ} \text{cel} \cdot 10^2 / 50 \text{ml}$).

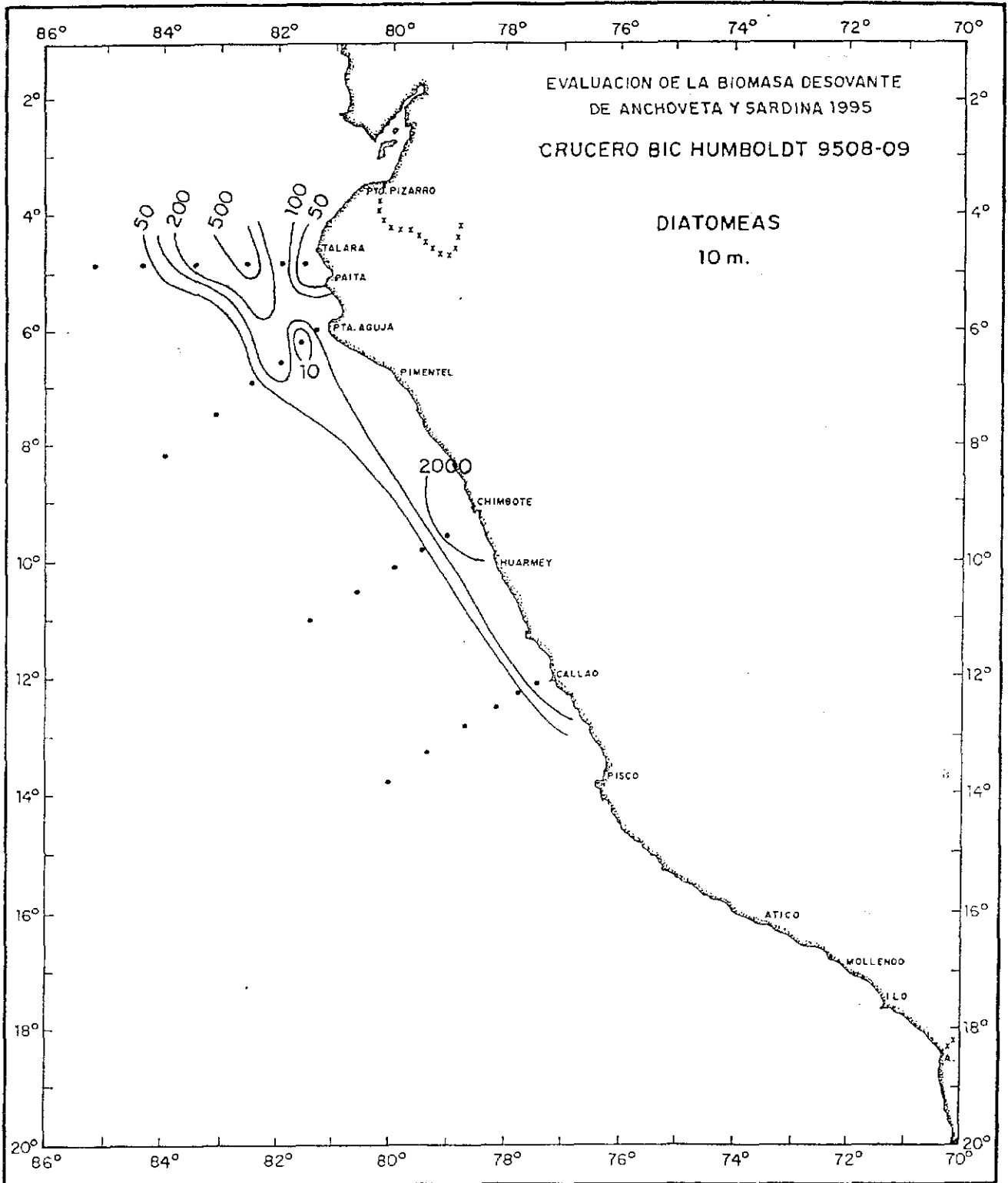


Fig. 5.- Carta de distribución de las diatomeas a 10m. de prof. ($N^{\circ} \text{cel} \cdot 10^2 / 50 \text{ ml}$).

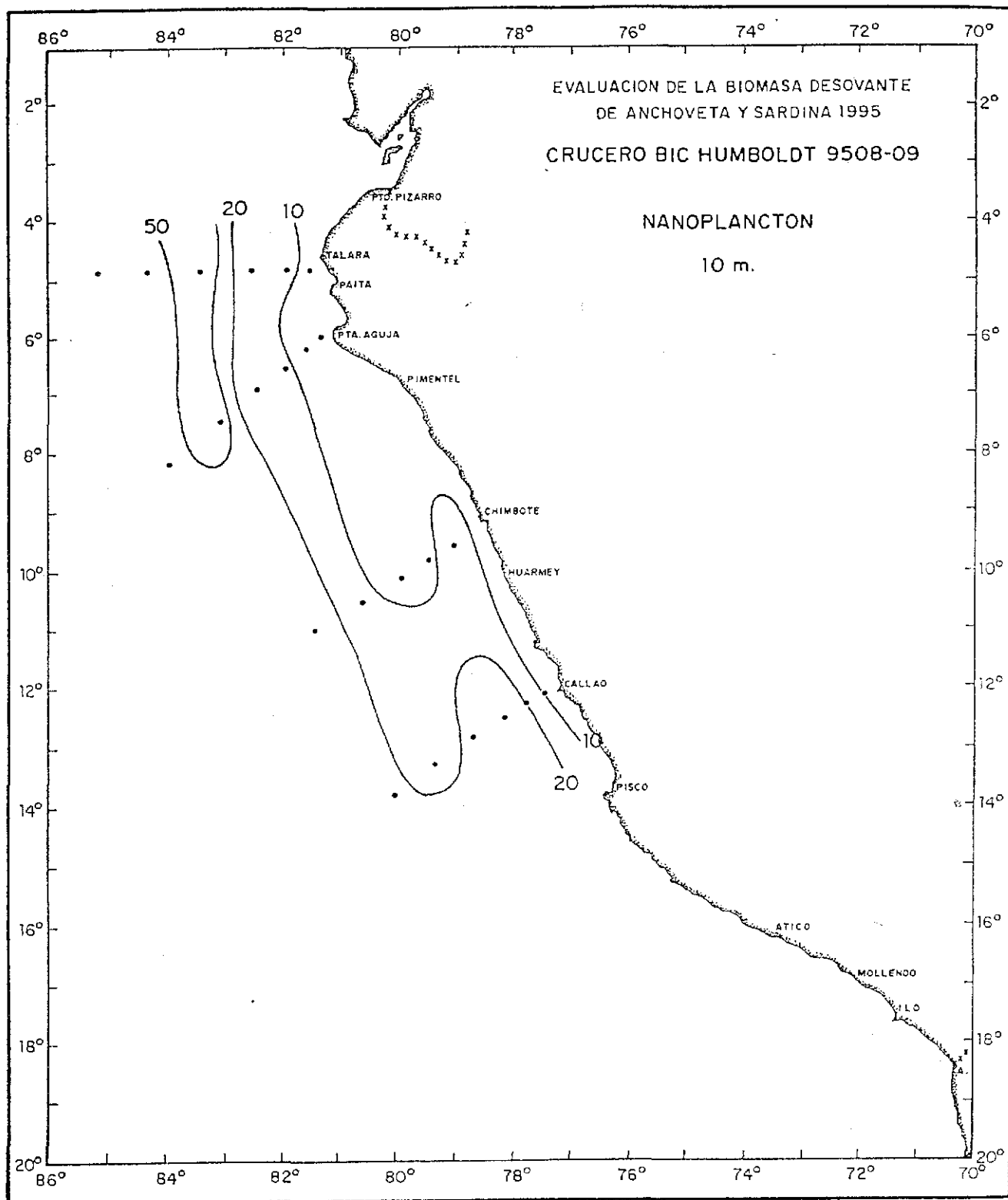


Fig. 6.- Carta de distribución del nanoplankton (<math><5\mu\text{m}</math>) a 10 m. de prof. ($\text{N}^\circ\text{cel}\cdot 10^2/50\text{ml}$).

fundidad como en superficie, fueron poco abundantes (tabla 1).

La mayor concentración celular registrada en este período ($> 60\,000$ cel/50 ml), estuvo localizada por fuera de las 60 mn en la región norte frente a Paita. Así también, se presentaron concentraciones relativamente altas, mayores de 15 000 cel/50 ml frente a Callao y Chimbote. Este último presentó concentraciones mayores de 20 000 cel/50 ml. Las especies *Chaetoceros socialis* y *Chaetoceros curvisetus* fueron las de mayor densidad celular, mientras que para el Callao la especie *Guinardia delicatula* fue la más importante.

En la región oceánica y por fuera de las 30 mn (entre Callao y Pimentel), las concentraciones celulares de fitoplancton fueron relativamente menores de 5 000 cel/50 ml. Frente a Paita, también fueron observadas densidades menores.

El nanoplancton, grupo importante del fitoplancton, estuvo distribuido según un gradiente horizontal. Las menores concentraciones (1 000 cel/50 ml) fueron localizadas cerca de la costa, incrementándose (5 000 cel/50 ml) en las regiones oceánicas (fig. 6).

El índice de diversidad, realizado para todas las estaciones expresó, por lo general, valores mayores de 3,5 Bits cel⁻¹, a excepción de algunas estaciones costeras donde los valores son menores de 2,5 Bits cel⁻¹.

Análisis comunitario

El análisis de agrupamiento realizado con las muestras a 10 m de profundidad, permite la definición de tres grupos de similaridad (fig. 7), siendo resumidas en la figura 8:

Grupo I.- Con las estaciones costeras 886, 865, 870, 871 y 887 localizadas entre Talara y Punta Aguja. Se caracterizó por la presencia de *Chaetoceros socialis* con el 60% de dominancia, seguido por los flagelados con el 29% y *Chaetoceros debilis* con 7%, entre otros. Este grupo presentó bajos índices de diversidad, menores de 2,5 Bits cel⁻¹, con temperaturas y salinidades menores de 17°C y 35,1‰, respectivamente.

Grupo II.- Con las estaciones oceánicas 874, 873, 872, 881, 517, 882, 101, 511, 116, 106 y 121, localizadas por fuera de las 60 mn. Este grupo se caracterizó por la dominancia total del nanoplancton, principalmente por los flagelados, con el 76%; *Emiliania huxleyi* con el 6%, *Ophiaster hidroideus*

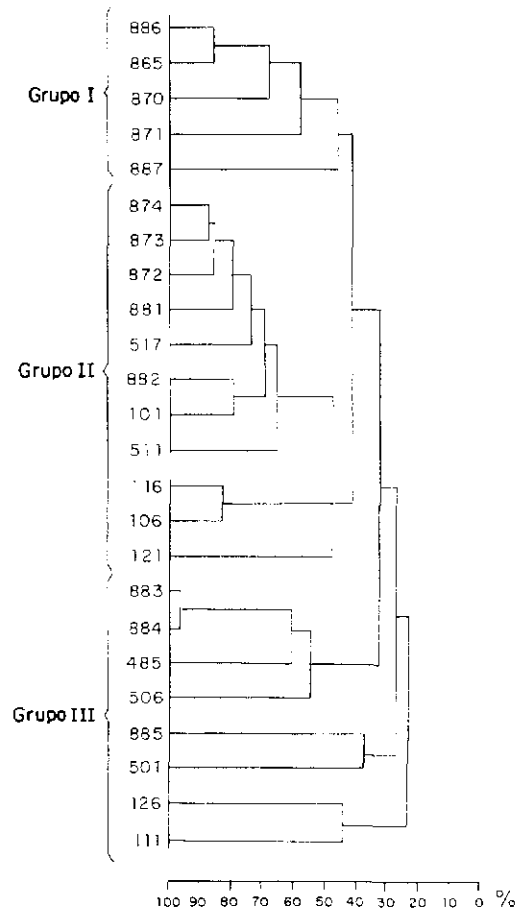


Fig. 7.- Dendrograma del análisis comunitario de Morisita (modificado por Horn). Cr. 9508.

con el 4% y *Leucocryptos marinus* con el 3%. Los índices de diversidad fueron mayores de 3,5 Bits cel⁻¹, asociados a temperaturas y salinidades mayores de 19 °C y 35,2 ‰, respectivamente.

Grupo III.- Con las estaciones 883, 884, 885, en el perfil Paita y las estaciones 485, 501, 506, 126 y 111, entre Chimbote y Callao. Este grupo, al igual que el grupo I, se caracterizó por la dominancia de diatomeas de afloramiento como *Chaetoceros socialis* con el 42%, *C. curvisetus* con el 32%, *Rhizosolenia delicatula* con el 8% y *Thalassiosira angulata* con el 4%, entre otras. Los índices de diversidad, a diferencia del grupo I, fueron mayores de 3,3 Bits cel⁻¹, con temperaturas y salinidades también menores de 17 °C y 35,1 ‰, respectivamente.

Organismos indicadores

En la fig. 9 se observa, según la simbología respectiva, que *Protoperdinium obtusum*, organismo indicador de Aguas Costeras Frías (ACF) fue

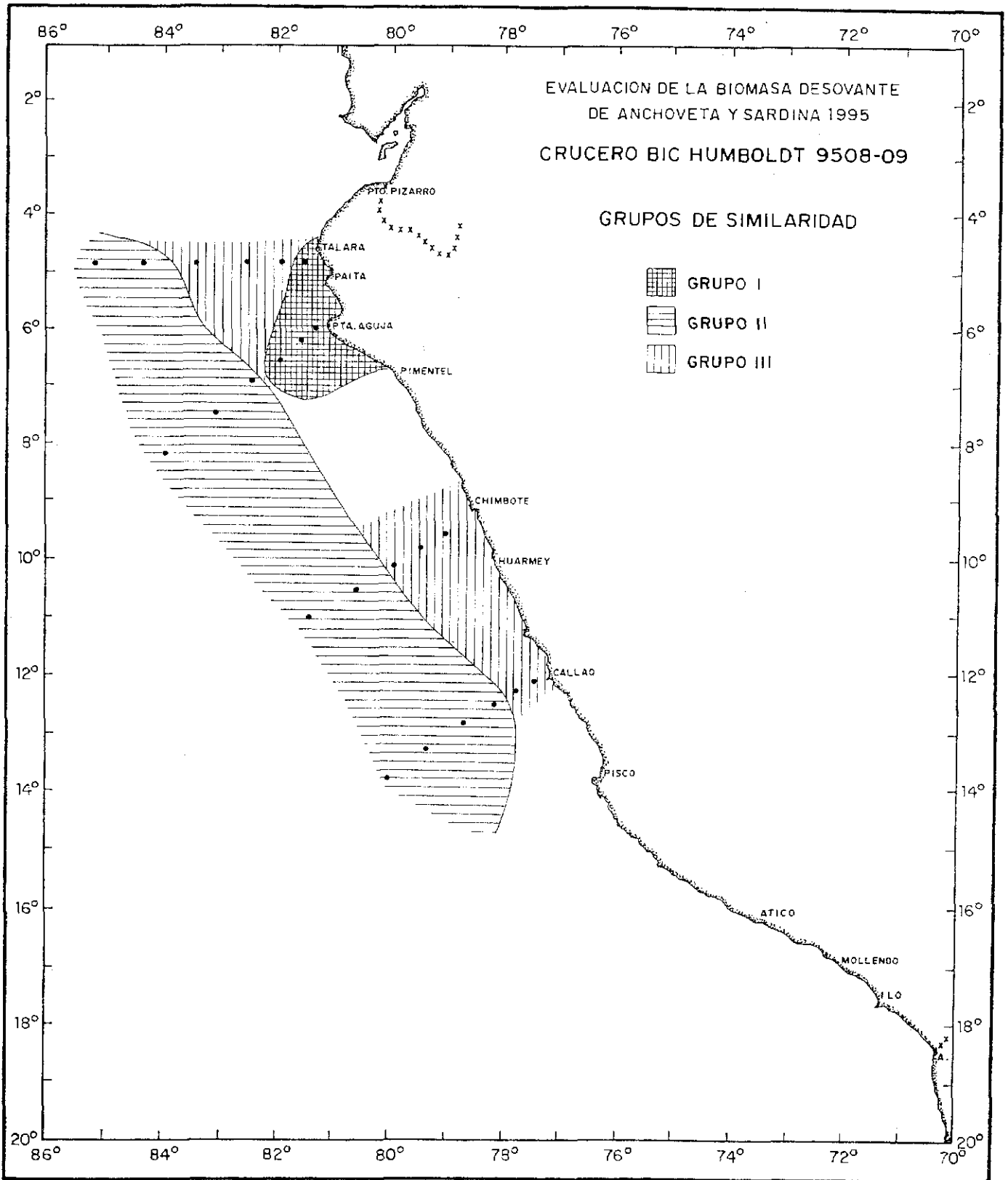


Fig. 8.- Grupos de similaridad del análisis comunitario. Cr. 9508.

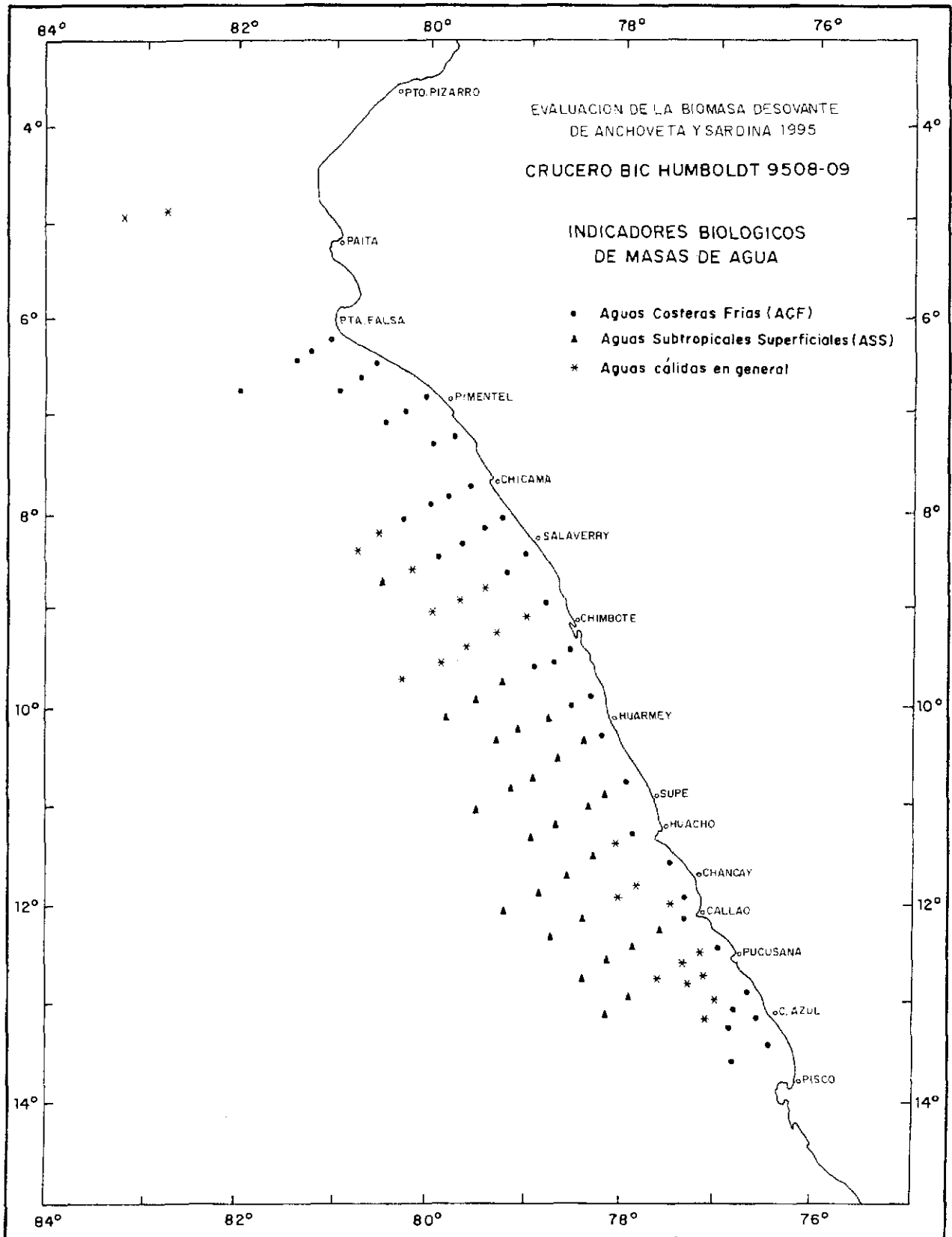


Fig. 9.- Distribución superficial de las masas de aguas, según los organismos indicadores del fitoplancton.

observado muy cerca de la costa, encontrándose además por fuera de las 30 mn al norte, entre Salaverry y Punta Falsa (08°10' a 06°00' S).

El *Ceratium praelongum*, dinoflagelado indicador de aguas subtropicales superficiales (ASS), fue localizado por fuera de las 60 mn y al norte de Salaverry, con un ligero acercamiento dentro de las 30 mn entre Huarmey y Callao (10°00' a 12°05' S). Además fueron determinados numerosos organismos indicadores de aguas cálidas en general, localizados dentro de las 30 mn principalmente entre Pucusana y Huacho.

DISCUSIÓN

La biomasa planctónica en la costa peruana es normalmente alta, presentando volúmenes promedio mayores de 3 ml/m³ dentro de las 60 mn y de 5 ml/m³ dentro de las 30 mn (ROJAS DE MENDIOLA *et al.* 1985). Los volúmenes promedio para agosto de 1995 (2,5 ml/m³), no estuvieron dentro de estos rangos, debido a que más del 50% de las estaciones presentaron valores menores de 1 ml/m³. Asimismo estos valores resultaron ser ligeramente más bajos a los reportados por DELGADO (1994), quien halló valores promedio de 4 ml/m³, indicándonos una reducción en la biomasa planctónica.

A 10 m de profundidad la concentración de fitoplancton alcanzó un valor promedio de 20 000 cel/50 ml con valores máximos superiores a los 60 000 cel/50 ml (1 200 cel/ml), presente sólo en una estación en la parte norte. ROJAS DE MENDIOLA *et al.* (1985), estimaron que la densidad promedio en número de células en las regiones costeras, alcanza los 16 700 cel/50 ml (335 cel/ml). Asimismo, los valores registrados por OCHOA Y GÓMEZ (1981, 1988) y SÁNCHEZ (1994), son muy semejantes a los encontrados en Chimbote y Callao (25 000 y 13 000 cel/50 ml, respectivamente) y que se encontrarían dentro de los rangos normales, confirmando la extraordinaria riqueza de nuestras costas. La alta concentración (60 000 cel/50 ml) poco usual para la época, se debería al crecimiento monoespecífico de la diatomea *Chaetoceros socialis* que se vió probablemente favorecida por las prevalentes condiciones ambientales.

Las diferencias en las concentraciones de las biomásas planctónicas y el número de células se debe en cierta medida al tipo de aparejo utilizado al momento del muestreo. SÁNCHEZ *et al.* (1988) al comparar estas dos metodologías (muestreo con red de fitoplancton y con botellas Niskin), encontraron

que más del 10% de los organismos, debido a su pequeño tamaño, no son retenidos por la red y que pueden ser hallados en muestras de agua.

La variación hallada en la composición especiológica a 0 y a 10 m de profundidad se debió a una mayor frecuencia y abundancia de los géneros *Coscinodiscus* (110 µm diámetro) y *Chaetoceros* en superficie, mientras que a 10 m las especies que estuvieron mejor representadas en toda el área costera con concentraciones de hasta 32 250 y 25 800 cel/50 ml fueron *Chaetoceros socialis* y *C. curvisetus*. En la región oceánica, estas concentraciones tienden a disminuir debido a un ambiente más oligotrófico, favoreciendo una mayor concentración de especies pequeñas del nanoplancton.

MARGALEF (1968), señaló que valores menores de 2,5 Bits cel⁻¹ de diversidad, corresponden a poblaciones en activo crecimiento. Asimismo BLASCO (1971), ROJAS DE MENDIOLA Y ESTRADA (1976), OCHOA Y GÓMEZ (1981), SÁNCHEZ *et al.* (1988), afirmaron que las poblaciones del mar peruano corresponden a esta fase. Los valores relativamente altos de diversidad (>3,3 Bits cel⁻¹) encontrados en el presente estudio, indicarían que la comunidad fitoplanctónica estaría en fases avanzadas de la sucesión correspondiente a una comunidad madura.

El área de distribución de los diferentes componentes del fitoplancton se modifica durante el año, dependiendo de las condiciones ambientales y de las diferentes masas de agua. La presencia de diatomeas, dinoflagelados y organismos del nanoplancton de ambientes oceánicos o tropicales (ROJAS DE MENDIOLA Y ESTRADA 1976), aunada a una disminución de las áreas de distribución de las especies de afloramiento (Huarmey a Callao), hace suponer la entrada de ASS hacia la línea costera, como así lo demuestran los organismos indicadores del fitoplancton, asociados a salinidades mayores de 35,2 ‰ (información proporcionada por la DGIO-IMARPE).

La presencia del dinoflagelado *Noctiluca miliaris* (diámetro de 1,0 mm), al igual que para años anteriores en las áreas costeras, es causante de mareas rojas y cierta bioluminiscencia en el mar. Estudios realizados por LEFEVRE Y GRALL (1970) y KIMOR (1970), lo han considerado como un importante depredador del plancton, existiendo una cierta relación de su incremento en número asociado a florecimientos fitoplanctónicos, que representan su principal ítem alimentario. Esta especie actuaría como un excelente depredador de huevos y larvas de anchoveta (LEIBY 1984, en GARATE 1991), repre-

sentando un factor importante en el control del tamaño de las poblaciones de este recurso.

CONCLUSIONES

1. Los volúmenes de plancton para agosto-septiembre de 1995 estuvieron entre 0,1 y 4,6 ml/m³. Las mayores concentraciones con volúmenes promedios de 2,5 ml/m³, estuvieron localizadas dentro de las 30 mn entre los 06° y 07° y entre los 09° y 10° S.

2. La comunidad fitoplanctónica para invierno de 1995 estuvo en etapas avanzadas de la sucesión, con índices de diversidad mayores de 3,3 Bits cel⁻¹.

3. El fitoplancton en superficie predominó en el 50% de las estaciones muestreadas, el zooplancton en el 40% y el 10% compartieron dominancias iguales de fito y zooplancton. A 10 m de profundidad las diatomeas y el nanoplancton conformaron los grupos taxonómicos más importantes, alcanzando por lo general dominancias mayores del 90%. Los dinoflagelados y silicoflagelados, fueron poco abundantes en número.

4. Las diatomeas céntricas *Coscinodiscus* spp. y *Chaetoceros* spp. fueron las más frecuentes y abundantes en superficie, mientras que a 10 m, *Chaetoceros socialis*, *C. curvisetus* y *Guinardia delicatula* destacaron por sus mayores concentraciones en las estaciones cercanas a la costa.

5. Las mayores concentraciones celulares promedio a 10 m de profundidad fueron de 20 000 cel/50 ml, con valores máximos de 60 000 cel/50 ml frente a Paita.

6. Las aguas de afloramiento estuvieron confinadas a las áreas más costeras, ampliando su distribución por fuera de las 30 mn entre Salaverry y Punta Falsa, donde se encontraron temperaturas y salinidades menores de 17 °C y 35,1 ‰, respectivamente.

Agradecimientos

Mi especial agradecimiento y reconocimiento al personal del Área de Fitoplancton y Producción Primaria, que contribuyó a la culminación del presente trabajo.

Referencias

BLASCO D. 1971. Composición y distribución del fitoplancton en la región del afloramiento de las costas peruanas. Inv. Pesq. 35(1): 61-112.
 CUPP E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr. 5: 1-237 pp.

DELGADO E. 1994. Informe del Crucero de Evaluación de Biomasa Desovante de Anchoqueta y Sardina. BIC SNP-1 9408-09. Informe interno del AFPP- IMARPE. Callao, Perú.
 GARATE J. 1991. Análisis de una marea roja causada por *Noctiluca scintillans* (Macartney) Ehr. en Bahía Concepción Baja California Sur en febrero de 1989. Rev. Inv. Cient. 2(1): 35-43.
 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. 1971. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. En: L. Rabenhorst (ed). Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Coop. New York 1971: 920 pp.
 IBÁÑEZ F, SEGUIN F. 1972. Etude du cycle annuel du zooplancton d'Abidjan. Comparaison de plusieurs méthodes d'analyses multivariées: composantes principales. Inv. Pesq. 36: 81 - 108.
 KIMOR B. 1978. Predation by *Noctiluca miliaris* survival on *Acartia tonsa* Dana eggs in the inshore waters of southern California. Limnol. Oceanogr. 24: 568-572.
 LE FEVRE J, GRALL J R. 1970. On the relationship of *Noctiluca* swarming off the west coast of Brittany with hydrological features and plankton characteristics of the environment. J. Exp. Biol. Ass. U.K. 59: 287-306.
 MARGALEF R., 1968. Perspectives in ecological theory. The University of Chicago Press, Chicago: 111 pp.
 OCHOA N, GÓMEZ O. 1981. Variaciones del fitoplancton en el área de Chimbote durante 1977. Bol. Vol. Extraordinario del IMARPE. ICANE. Callao, Perú: 119-1129.
 OCHOA N, GÓMEZ O. 1988. Variación espacio-temporal del fitoplancton frente a Callao, Perú, en 1986. En: Salzwedel H y Landa A (Eds.) Recursos y Dinámica del Ecosistema de Afloramiento Peruano. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. Extraor.: 51-57.
 ROJAS DE MENDIOLA B, ESTRADA M. 1976. El fitoplancton en el área de Pimentel. Verano de 1972. Inv. Pesq. 40(2): 463-490.
 ROJAS DE MENDIOLA B, GÓMEZ O, OCHOA N. 1985. Efectos del fenómeno el Niño sobre el fitoplancton. En: Arntz W, Landa A, Tarazona J. (Eds.) El Niño. Su impacto en la fauna marina. Bol. Inst. Mar Peru. Vol. Extraor.: 33-40.
 SHANNON C, WEAVER W. 1963. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urban: 125 pp.
 SCHILLER J. 1971. Dinoflagellate (Peridinae) in monographischer Behandlung. 2 Teil. En: L. Raben-Horst (ed). Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, 1971, Vol. 10 Section 3, Parte 2: 589
 SÁNCHEZ S, TARAZONA J, FLORES R, MALDONADO M, CARBAJAL G. 1988. Características del fitoplancton de invierno en Bahía Independencia, Perú. En: Salzwedel H y Landa A (Eds.) Recursos y Dinámica del Ecosistema de Afloramiento Peruano. Bol. Inst. Mar Perú. Vol. Extr.: 59-67.
 SÁNCHEZ S. 1994. Fitoplancton e condições oceanográficas em áreas de ressurgência do Perú. (invierno de 1987 e 1988). Teses de Mestrado, Fundacao Universidade do Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil: 107 pp.
 UTERMÖHL H. 1958. Zur Vervollkommung der Quantitativen Phytoplankton Methodik Mitt. Intern. Ver. Limnol. 9: 1 - 38.