

CARACTERÍSTICAS DE LA COMUNIDAD FITOPLANCTÓNICA FRENTE A HUACHO EN LA PRIMAVERA 2018

CHARACTERISTICS OF THE PHYTOPLANKTON COMMUNITY OFF HUACHO IN SPRING 2018

Sonia Sánchez¹Augusto Franco¹

RESUMEN

SÁNCHEZ, S. y FRANCO, A. (2023). *Características de la comunidad fitoplanctónica frente a Huacho en la primavera 2018*. *Inf Inst Mar Perú*, 50(2), 221-231.- Durante la primavera del 2018, los volúmenes de plancton fluctuaron entre 0,302 y 1,358 mL.m⁻³, con promedio de 0,665 mL.m⁻³ y temperaturas superficiales del mar (TSM) entre 16,7 y 19,5 °C. El fitoplancton fue dominante en 32 % de las estaciones, identificándose 95 taxa de las cuales 50 fueron diatomeas (53 %), 40 dinoflagelados (42 %), 2 fitoflagelados N.D. (2 %), 2 silicoflagelados (2 %) y 1 cocolitofórido (1 %). Cuantitativamente, el fitoplancton alcanzó valor promedio de 509 cel.10³.L⁻¹, con un núcleo importante frente a Végueta (14 cel.10⁵.L⁻¹). Las diatomeas fueron el grupo dominante destacando *Coscinodiscus centralis*, *C. perforatus*, *Actinocyclus* sp., y entre los dinoflagelados destacaron especies cosmopolitas y responsables de Floraciones Algales Nocivas (FAN) o “mareas rojas” como *Tripos furca*, *T. fusus* y *T. muelleri* (antes identificado como *Ceratium tripos*). *Protoperidinium obtusum*, indicador de aguas costeras frías, estuvo presente en gran parte del área estudiada (41 %) en concentraciones muy bajas, asociado a especies de ambientes oceánicos, denotando la mezcla de ambas masas de agua.

PALABRAS CLAVE: fitoplancton, volúmenes de plancton, primavera 2018, Huacho

ABSTRACT

SÁNCHEZ, S., and FRANCO, A. (2023). *Characteristics of the phytoplankton community off Huacho in spring 2018*. *Inf Inst Mar Perú*, 50(2), 221-231.- During the spring of 2018, plankton volumes varied from 0.302 to 1.358 mL.m⁻³, with an average of 0.665 mL.m⁻³. Concurrently, sea surface temperatures (SST) ranged between 16.7 and 19.5 °C. At 32 % of the stations, phytoplankton emerged as the dominant group, comprising a total of 95 identified taxa. Among these, 50 were diatoms (53 %), 40 were dinoflagellates (42 %), 2 were phytoflagellates N.D. (2 %), 2 were silicoflagellates (2 %), and 1 was a coccolithophore (1 %). In terms of quantity, the phytoplankton reached an average value of 509 cells.10³.L⁻¹, with a significant core off Végueta (14 cells.10⁵.L⁻¹). Diatoms were the dominant group, with notable species such as *Coscinodiscus centralis*, *C. perforatus*, *Actinocyclus* sp., while among the dinoflagellates, cosmopolitan species responsible for Harmful Algal Blooms (HABs) or “red tides” stood out, such as *Tripos furca*, *T. fusus*, and *T. muelleri* (previously identified as *Ceratium tripos*). *Protoperidinium obtusum* an indicator of cold coastal waters, was present in a large part of the study area (41 %) in very low concentrations, associated with oceanic species, indicating the mixing of both water masses.

KEYWORDS: phytoplankton, plankton volumes, spring 2018, Huacho

1. INTRODUCCIÓN

Esta evaluación de línea de base (LB) en el área piloto de Huacho, una de las principales ciudades del norte de Lima, fue elaborada en el marco del proyecto: “Adaptación a los Impactos del Cambio Climático en el Ecosistema Marino Costero del Perú y sus Pesquerías”, Componente 2: “Desarrollo de un sistema de vigilancia y predicción ambiental moderno y eficiente en los ecosistemas marino costeros a escala regional y local que apoya la gestión de la pesca adaptativa bajo los principios del Enfoque ecosistémico de la pesca - EEP”, Actividad 2.1.2: “Establecimiento de

programas de vigilancia del ambiente marino en sitios piloto en coordinación con los actores locales”.

En este contexto, en noviembre 2018 (primavera), frente a Huacho entre 11 y 11°24'S en superficie y a 10 m de profundidad, se evaluó la comunidad fitoplanctónica, para dar a conocer las características de la estructura comunitaria (abundancia, composición y distribución), riqueza de especies, diversidad, análisis comunitario, volúmenes de plancton (mL.m⁻³), análisis cuantitativo del fitoplancton (N^ocel.L⁻¹), así como indicadores biológicos de masas de agua.

¹ IMARPE, DGIOCC, ssanchez@imarpe.gob.pe

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En 5 transectas perpendiculares a la costa, comprendidos entre los grados 11°00' y 11°24'S (Fig. 1) se obtuvo 34 muestras, de las cuales 17 fueron recolectadas con red estándar de fitoplancton de 75 µm, efectuando arrastres superficiales de 5 minutos a 3 nudos de velocidad, y 17 fueron muestras de agua recolectadas con botella Niskin en frascos de color ámbar de 80 mL de capacidad a 10 m de profundidad. En ambos casos las muestras fueron fijadas con formalina neutralizada al 2 %. En el laboratorio, de las muestras de red, se obtuvieron los volúmenes de plancton mediante el método de centrifugación a 2400 RPM durante 5 minutos. Para obtener los volúmenes de plancton se empleó la siguiente ecuación:

$$V = V_c / K$$

Donde:

V = Volumen de plancton

V_c = Volumen de plancton centrifugado (mL)

K = 6,6762 m³ (constante que indica el agua filtrada por la red)

Los resultados son expresados en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada (mL/m³). Las muestras de red fueron analizadas semicuantitativamente, considerando la proporción de los principales grupos o especies de fitoplancton, otorgándoles las siguientes categorías: AUSENTE (0), PRESENTE (1), ESCASO (2), ABUNDANTE (3) y MUY ABUNDANTE (4).

Las muestras de agua de mar (10 m de profundidad), se analizaron cuantitativamente mediante la metodología UTERMÖHL (1958). Los resultados son expresados en N^o cel.10³.L⁻¹.

Se calculó el índice de diversidad de SHANNON (1948), cuyos resultados fueron expresados en bits.cel⁻¹

$$H' = -\sum[(ni/N)*\text{Log}_2(ni/N)]$$

Donde:

H' = Índice de diversidad

ni = Número total de organismos en la muestra

N = Número de especies en la muestra

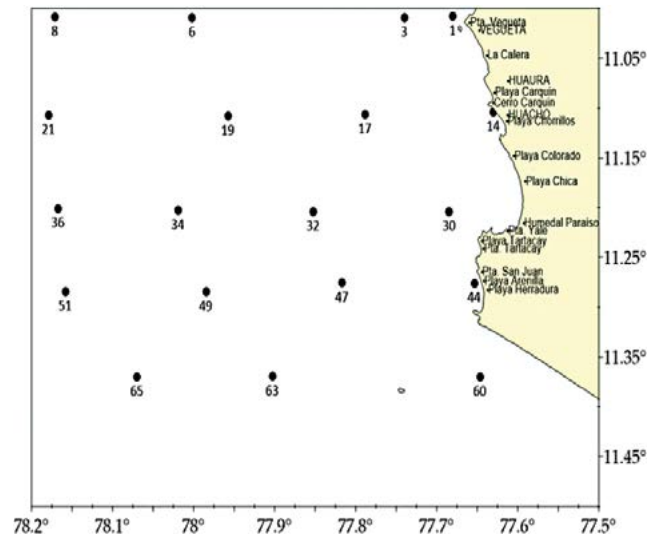


Figura 1.- Carta de posiciones, frente a Huacho, noviembre 2018

Así mismo se efectuó el análisis de riqueza de especies:

$$d = (S-1)/\text{Log}(N)$$

Donde:

d = Riqueza especiológica

S = Número total de especies

N = Número total de individuos

Para el análisis de similaridad entre estaciones se utilizó el Índice Bray-Curtis y la clasificación jerárquica (Clúster) se mostró con un dendrograma. Se consideraron todas las especies con frecuencia mayor al 10 % transformando previamente los valores de abundancia fitoplanctónica al Log (x+1) para una aproximación a la normalidad (IBAÑEZ & SEGUÍN, 1972), además se calculó el índice de diversidad (H') y riqueza de especies (d), utilizando el programa PRIMER 6. Las cartas de posiciones, distribución de los volúmenes de plancton y abundancia cuantitativa del fitoplancton, fueron elaboradas utilizando el programa SURFER versión 11.

Para la determinación taxonómica de los diferentes organismos se utilizaron características morfológicas de las especies, las cuales fueron comparadas con las descripciones detalladas en la bibliografía especializada de BALECH (1988), CUPP (1943), HASLE & SYVERSTEN (1997), SCHILLER (1937), STEIDINGER & TANGEN (1996) y SOURNIA (1967).

Tabla 1.- Análisis semicuantitativo de fitoplancton superficial. Prospección Huacho, noviembre 2018

ESTACIÓN	1	3	6	8	14	17	19	21	30	32	34	36	44	47	49	51	60	63	65	
TSM (°C)	16.8	17.9	17.5	19.0	16.7			18.7	###	17.7	###	19.4	17.2	18.1	18.9	19.0	19.5	18.3		
Vol. de Plancton (mL.m ⁻³)	0.483	0.86	1	1.36	0.81	0.38	0.7	0.4	0.5	0.35	0.5	0.4	0.8	0.8	1	0.8	0.8	0.36	0.3	
DIATOMEAS																				
<i>Actinocyclus</i> sp.	0	1	0	0	2	1	0	0	4	2	0	0	0	2	0	0	0	0	2	
<i>Actinocyclus senarius</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	
<i>Amphiprora</i> sp.	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
<i>Amphora</i> sp.	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	
<i>Chaetoceros debilis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	
<i>Chaetoceros didymus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
<i>Coscinodiscus centralis</i>	3	4	1	0	3	3	2	0	3	2	0	0	0	2	1	0	4	1	1	
<i>Coscinodiscus granii</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	2	2	1	0	4	2	3	0	3	2	2	1	0	1	2	1	4	1	2	
<i>Coscinodiscus wailesii</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cylindroteca closterium</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Detonula pumila</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
<i>Ditylum brightwellii</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	
<i>Eucampia zodiaca</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Grammatophora marina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Gyrosigma</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
<i>Leptocylindrus danicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	
<i>Licmophora abbreviata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Lithodesmium undulatum</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	
<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
<i>Odontella aurita</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Planktoniella sol</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	
<i>Pennatae</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pleurosigma</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
Grupo <i>Pseudo-Nitzschia seriata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
Grupo <i>P. delicatissima</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Rhizosolenia chunii</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Rhizosolenia robusta</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	
<i>Thalassiosira angulata</i>	2	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
DINOFLAGELADOS																				
<i>Ceratium tripos</i>	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Dinophysis acuminata</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
<i>Dinophysis caudata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Heterocapsa</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Oxyphisis oxytoxoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	
<i>Prorocentrum triestinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	
<i>Protoperidinium crassipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Protoperidinium depressum</i>	3	0	1	1	2	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	
<i>Protoperidinium excentricum</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	
<i>Protoperidinium grande</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Protoperidinium longispinum</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	
<i>Protoperidinium mendiolae</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	
<i>Protoperidinium minutum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Protoperidinium oblongum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Protoperidinium obtusum</i> (ACF)	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	
<i>Protoperidinium peruvianum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pyrocystis elegans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Tripos azoricus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Tripos buceros</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
<i>Tripos dens</i>	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
<i>Tripos furca</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	
<i>Tripos fusus var. fusus</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SILICOFLAGELADOS																				
<i>Dictyocha fibula</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	
<i>Octactis octonaria</i>	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	

LEYENDA

- Ausente :0
- Presente :1
- Escaso :2
- Abundante :3
- Muy abundante :4
- Agua Costera Frías: ACF

3. RESULTADOS

Distribución de los volúmenes de plancton (mL.m⁻³)

Los volúmenes de plancton fluctuaron entre 0,3 (Est. 65) y 1,36 mL.m⁻³ (Est. 8), promedio de 0,665 mL.m⁻³, con valores asociados a temperaturas superficiales del mar (TSM) entre 16,7 y 19,5 °C.

El foco de mayor abundancia se registró en la Est. 8, ubicada frente a Végueta, aproximadamente por fuera de las 10 mn de la costa. El fitoplancton predominó en 32 % de las estaciones analizadas y el zooplancton en el 68 % (Tabla 1, Fig. 2).

Análisis semicuantitativo del fitoplancton en superficie

Se determinaron 62 taxa, de las cuales 34 fueron diatomeas (55 %), 26 dinoflagelados (42 %), 2 silicoflagelados (3 %) (Tabla 1). La composición espeziológica (Tabla 1) estuvo principalmente determinada por diatomeas de fase intermedia sobresaliendo *Coscinodiscus centralis*, *C. perforatus*, *Actinocyclus* sp. en gran parte del área, por frecuencia y abundancia relativa entre ABUNDANTE – MUY ABUNDANTE. Sobresalieron por frecuencia PRESENTE *Thalassionema nitzschioides*, *Th. angulata*, y la pennata *Amphora* sp.

Entre los dinoflagelados destacaron especies cosmopolitas como *Triplos buceros*, *T. furca*, con abundancia relativa de PRESENTE y *Protoperidinium depressum* con una abundancia relativa de ABUNDANTE.

Análisis cuantitativo del fitoplancton a 10 m (N° cel 10³.L⁻¹)

Se identificaron 95 taxa, de las cuales 50 fueron diatomeas (53 %), 40 dinoflagelados (42 %), 2 fitoflagelados N. D. (2 %), 2 silicoflagelados (2 %) y 1 cocolitofórido (1 %) (Fig. 3). El grupo de las diatomeas, tanto a nivel de número de especies como concentración celular (cel.10³.L⁻¹) fueron dominantes, mientras que, los dinoflagelados, segundo grupo dominante en número de especies, no alcanzó concentraciones repre-

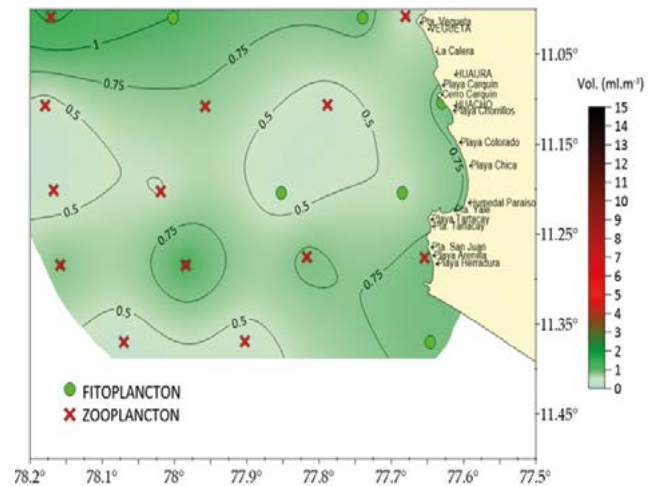


Figura 2.- Distribución de volúmenes de plancton (mL.m⁻³), frente a Huacho, noviembre 2018

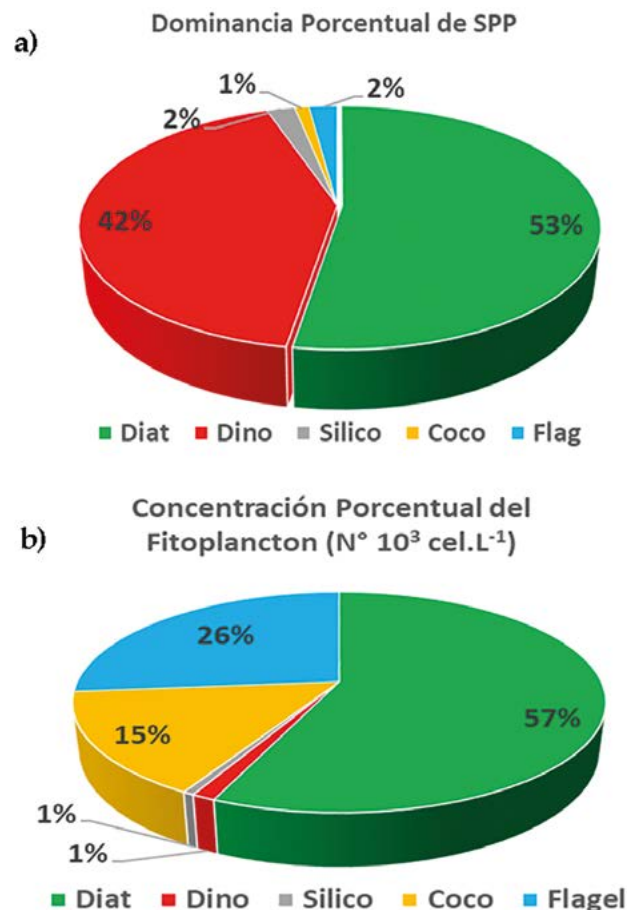


Figura 3.- Composición porcentual de fitoplancton a 10 m de profundidad, frente a Huacho, 1811, (a) dominancia de especies y (b) concentración

sentativas, igual comportamiento lo tuvieron los cocolitofóridos y flagelados ND (Tabla 2, Fig. 3a, b).

Tabla 2.- Análisis cuantitativo de fitoplancton (cel.L-1) a 10 m. Prospección Huacho 1811 (Noviembre 2018) (Continúa)

ESTACIÓN	1	3	6	8	14	17	19	21	30	36	44	47	49	51	60	63	65
PROFUNDIDAD	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
TEMPERATURA °C (10 m)	16.8	17.9	17.5	19	16.7			18.7	17.4	19.4	17.2	18.1	18.9	19	19.5	18.3	
Vol. Plankton (ml/m ³)																	
TOTAL FITOPLANCTON (cel.10 ³ .L ⁻¹)	208.61	1412	977.84	449.12	158.92	858	565	370.8	322.96	513.12	168.44	583.16	576.04	340.56	454.32	136.32	560.52
DIATOMEAS																	
<i>Actinocyclus octonarius</i>	80	0	0	0	240	0	0	0	1760	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Actinocyclus</i> sp.	80	40	40	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	120	0
<i>Actinoptychus senarius</i>	0	0	160	0	400	440	80	0	1120	0	320	40	40	0	680	40	80
<i>Actinoptychus splendens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0
<i>Amphiprora</i> sp.	400	2840	3280	400	3480	1840	1080	0	2840	520	320	0	1480	1720	960	760	600
<i>Amphora</i> sp.	31200	10560	321000	261000	6400	132000	160000	6960	112000	89520	5440	359000	39840	92720	228000	22440	73520
Centrales	400	0	80	0	160	0	0	0	120	40	80	0	0	0	240	0	0
<i>Cerataulina pelagica</i>	0	0	0	0	160	160	0	0	840	280	0	0	0	0	0	0	440
<i>Chaetoceros danicus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros debilis</i>	2840	960	2000	0	960	2440	4080	0	3520	560	7840	2200	8120	0	8080	8960	12800
<i>Chaetoceros didymus</i>	0	0	2640	0	0	1200	2160	0	1840	600	1160	480	840	160	2160	1600	0
<i>Chaetoceros lauderi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros lorenzianus</i>	0	0	320	0	0	0	0	0	160	0	600	0	0	0	480	320	0
<i>Chaetoceros</i> sp.	0	0	480	0	0	960	240	0	0	960	1200	2800	3920	0	400	440	4120
<i>Coscinodiscus gigas</i>	0	80	360	0	120	280	0	0	0	120	0	160	0	400	40	40	0
<i>Coscinodiscus perforatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	80	160	0
<i>Coscinodiscus radiatus</i>	40	40	0	80	120	160	80	120	40	40	40	40	200	0	160	240	40
<i>Coscinodiscus</i> sp.	0	0	40	0	0	0	280	80	40	0	0	40	120	120	0	0	80
<i>Cylindrotheca closterium</i>	51600	1184000	402000	3840	6640	486000	1080	160	12560	4480	9840	10960	19920	480	14240	31520	8800
<i>Cyclotella</i> sp.	280	520	400	40	0	160	400	0	1400	120	80	80	160	760	520	520	0
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	120	400	5360	520	320	1480	4160	2960	3240	160	480	2160	2480	320	0	920	520
<i>Ditylum brightwellii</i>	0	0	80	0	0	80	0	0	0	0	0	80	240	40	0	40	80
<i>Entomoneis alata</i>	0	0	80	0	0	0	40	240	320	280	40	120	920	120	200	480	680
<i>Fragilariopsis doliolus</i>	0	0	0	0	0	0	400	0	0	0	480	0	320	200	0	0	0
Grupo <i>Pseudonitzschia delicatissima</i>	320	80	4400	1400	80	1280	280	1480	400	3760	600	1280	280	1040	400	360	800
Grupo <i>Pseudonitzschia seriata</i>	0	320	520	0	0	0	0	0	0	0	0	0	640	0	0	280	0
<i>Guinardia delicatula</i>	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haslea</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	120	0	0	0
<i>Leptocylindrus danicus</i>	0	0	4880	1000	160	840	12080	4320	1320	93200	1640	1960	15600	40	0	11360	99360
<i>Leptocylindrus mediterraneus</i>	0	840	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptocylindrus minimus</i>	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Licmophora abbreviata</i>	0	0	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Licmophora flabellata</i>	0	0	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0
<i>Lithodesmium undulatum</i>	0	0	120	0	0	0	0	0	0	160	320	0	0	0	0	0	160
<i>Navicula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	120	0	200	80
<i>Nitzschia</i> sp.	0	0	0	640	40	0	0	0	0	200	280	40	0	80	0	40	40
<i>Odontella aurita</i>	14	0	0	0	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0
<i>Planktoniella sol</i>	0	0	40	40	0	40	0	0	0	0	0	40	40	40	40	0	40
<i>Pleurosigma</i> sp.	400	120	80	0	1200	40	0	0	1120	80	80	0	0	0	360	80	0
<i>Rhizosolenia chunii</i>	120	0	80	0	0	160	0	480	80	40	80	80	120	0	0	200	0
<i>Roperia tessellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	200	0
<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	160	0	0	0	0
<i>Thalassionema nitzschoides</i>	3320	10240	18160	1400	2440	9040	13200	2440	10320	1640	6280	9760	4560	5120	8320	17600	10400
<i>Thalassiosira angulata</i>	5480	840	640	0	1040	1760	0	0	160	0	0	200	0	0	360	720	0
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>	10560	10800	9040	0	2240	12800	0	0	6240	0	2440	800	0	680	5840	10480	0
<i>Thalassiosira mendiolana</i>	3800	4320	1520	0	360	1080	80	0	1200	0	0	0	0	0	3000	360	360
<i>Thalassiosira rotula</i>	0	0	0	0	0	0	1360	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira subtilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thalassiosira</i> sp.	120	720	880	0	80	280	160	160	480	160	400	200	400	160	720	520	640
<i>Trachyneis</i> sp.	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0
TOTAL DE DIATOMEAS	111174	1227720	779040	270400	26840	654520	201320	19520	163800	196800	40600	392360	100760	104040	275760	111040	213680

El fitoplancton total fluctuó entre 136 y 1412 cel.10³.L⁻¹, con promedio de 509 cel.10³.L⁻¹. Se observó un foco de abundancia celular en la zona costera frente a Végueta (est. 3) con 1412 cel.10³. L⁻¹, destacando la especie ticoplanctóni-

ca *Amphora* sp. (10,56 cel.10³.L⁻¹), *T. nitzschoides* (10,24 cel.10³.L⁻¹), *T. anguste-lineata* (10,8 cel.10³.L⁻¹), el cocolitofórido *Emiliania huxleyi* (9 cel.10³.L⁻¹) (132 cel.10³.L⁻¹) y fitoflagelados N.D. (172 cel.10³.L⁻¹) (Fig. 4).

Tabla 2 (Continuación).- Análisis cuantitativo de fitoplancton (cel.L⁻¹) a 10 m. Prospección Huacho 1811 (noviembre 2018)

ESTACIÓN	1	3	6	8	14	17	19	21	30	36	44	47	49	51	60	63	65
TEMPERATURA °C (10 m)	16.8	17.9	17.5	19	16.7			18.7	17.4	19.4	17.2	18.1	18.9	19	19.5	18.3	
DINOFLAGELADOS																	
<i>Archaeperidinium minutum</i>	0	200	400	120	22080	1920	80	0	0	120	120	120	120	0	2000	120	440
<i>Dinophysis acuminata</i>	40	40	120	0	40	0	360	0	120	0	120	40	40	0	440	80	0
<i>Dinophysis infundibulum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0
<i>Diplopelta asymmetrica</i>	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	120	0	0	0	0
<i>Diplopetopsis minor</i>	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	200	0	40	0	0	0	0
<i>Diplopsalis</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	0	40	120	0	0	0	200
<i>Gonyaulax polygramma</i>	0	0	80	0	0	0	560	0	280	0	2480	1120	600	0	0	0	1040
<i>Gonyaulax spinifera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	200	0	0	0	0	0	0
<i>Gonyaulax</i> sp.	0	0	40	0	0	120	0	0	400	0	440	0	0	0	0	0	0
<i>Gymnodiniales</i>	0	0	80	80	320	0	240	280	1280	120	200	40	240	360	280	40	0
<i>Gyrodinium</i> sp.	360	160	120	120	40	240	80	0	600	0	320	40	120	0	360	80	0
<i>Heterocapsa</i> sp.	120	0	0	0	0	0	80	0	320	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oxyphysis oxytoxoides</i>	0	0	0	0	0	40	40	0	120	40	120	40	80	0	0	0	200
<i>Oxytoxum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0	0	0
<i>Podolampas palmipes</i>	0	40	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	80	200	0
<i>Polykrikos</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	40	0	0	0	0	0	0
<i>Phalacroma rotundatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0
<i>Prorocentrum triestinum</i>	0	0	0	40	0	0	40	40	80	2680	40	0	160	40	0	0	240
<i>Prorocentrum minimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0
<i>Protoperidinium cf. cassum</i>	0	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0	0	0	40	0	40
<i>Protoperidinium claudicans</i>	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium conicum</i>	0	0	0	0	360	80	0	0	600	0	80	0	0	0	80	0	80
<i>Protoperidinium crassipes</i>	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Protoperidinium depressum</i>	80	40	0	0	0	40	0	0	0	40	40	0	0	0	0	0	80
<i>Protoperidinium excentricum</i>	40	160	80	0	0	680	360	40	480	0	680	640	440	0	200	80	160
<i>Protoperidinium cf. latissimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0
<i>Protoperidinium leonis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	40	0	0	0	40	0	0
<i>Protoperidinium longispinum</i>	440	0	200	40	80	240	320	80	240	280	2840	160	80	80	160	120	80
<i>Protoperidinium mendiolae</i>	200	440	280	80	200	160	400	0	640	0	1160	720	480	0	240	200	0
<i>Protoperidinium obtusum</i>	0	0	0	0	40	0	40	0	40	0	80	40	40	0	0	0	40
<i>Protoperidinium pellucidum</i>	400	200	1120	80	0	7440	880	400	320	80	3320	320	1160	280	120	320	2320
<i>Protoperidinium pentagonum</i>	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	40	0	0	0	0	40	0
<i>Protoperidinium</i> sp.	80	0	0	0	160	240	0	0	80	0	280	40	0	0	80	0	40
<i>Protoperidinium thulesense</i>	0	0	0	0	40	0	0	0	320	0	0	0	0	0	480	0	0
<i>Pyrophacus horologium</i>	0	0	0	0	0	40	80	0	0	0	80	0	120	0	40	0	80
<i>Tripos balechi</i>	0	0	0	40	0	0	120	0	0	0	0	0	40	0	0	40	0
<i>Tripos buceros</i>	560	0	200	0	40	0	80	0	120	80	40	40	0	0	80	0	0
<i>Tripos fusus</i>	0	40	40	40	0	0	40	0	120	0	40	0	0	0	0	40	40
<i>Tripos furca</i>	1280	560	1880	160	1680	1160	920	0	1840	0	3080	200	680	40	360	600	160
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	0	0	0	0	0	280	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE DINOFLAGELADOS	3640	1880	4640	800	25120	12760	4840	920	8360	3840	16120	3640	4760	800	5200	1960	5240
SILICOFLAGELADOS																	
<i>Dictyocha fibula</i>	0	120	1440	560	640	440	1560	360	1680	3440	1960	760	1080	2280	920	2120	2360
<i>Octactis octonaria</i>	800	1280	2680	360	2320	280	280	0	4120	1040	3760	1400	1440	280	2440	5120	1240
TOTAL DE SILICOFLAGELADOS	800	1400	4120	920	2960	720	1840	360	5800	4480	5720	2160	2520	2560	3360	7240	3600
COCOLITOFÓRIDOS																	
<i>Emiliania huxleyi</i>	26000	9000	70000	25000	30000	74000	141000	141000	41000	148000	20000	58000	272000	36000	66000	6440	160000
TOTAL DE COCOLITOFÓRIDOS	26000	9000	70000	25000	30000	74000	141000	141000	41000	148000	20000	58000	272000	36000	66000	6440	160000
FITOFLAGELADOS																	
<i>Eutreptiella</i> sp.	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0
Fitoflagelados (N.D.)	67000	172000	120000	152000	74000	116000	216000	209000	104000	160000	86000	127000	196000	197000	104000	9640	178000
TOTAL DE FITOFLAGELADOS	67000	172000	120040	152000	74000	116000	216000	209000	104000	160000	86000	127000	196000	197160	104000	9640	178000

En general, dentro del microfitoplancton (Fig. 5a) predominaron las diatomeas, sobresaliendo en abundancia *Amphora* sp. (39 %) y *Cylindrotheca closterium* (45 %), le siguieron con baja abundancia *Leptocylindrus danicus* (4,9 %), *Thalassionema nitzschioides* (2,6%), *Thalassiosira anguste-lineata* (1,4 %) y *Chaetoceros debilis* (1,3 %) así como diatomeas

potencialmente tóxicas de los grupos *Pseudo-nitzschia seriata* y *Pseudo-nitzschia delicatissima*. En cuanto a las especies de afloramiento del género *Chaetoceros*, éstas fueron poco abundantes. También fueron registradas especies oceánicas como *Planktoniella sol*, *Thalassionema frauenfeldii*, el dinoflagelado *Protoperidinium crassipes*. Los

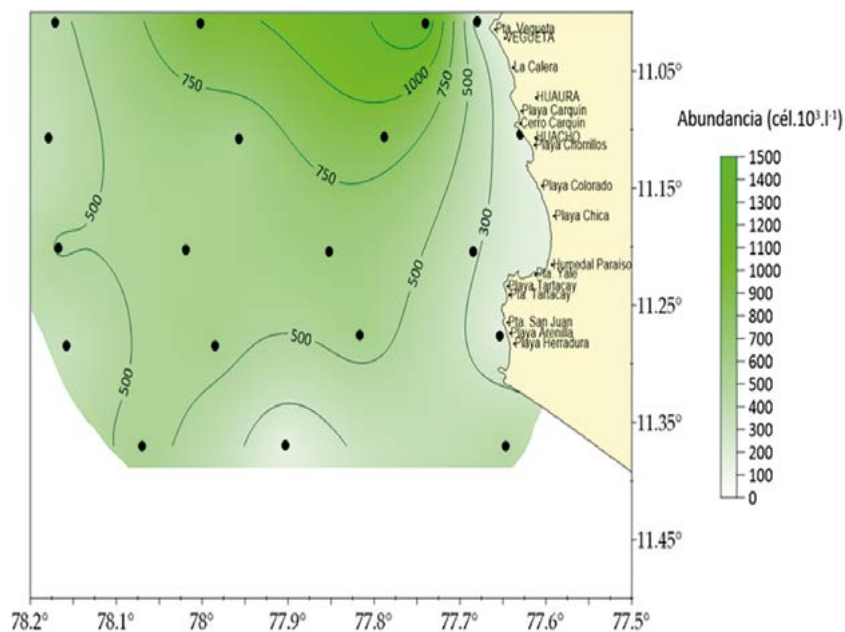


Figura 4.- Abundancia total de fitoplancton (cel.10³.L⁻¹), frente a Huacho, noviembre 2018

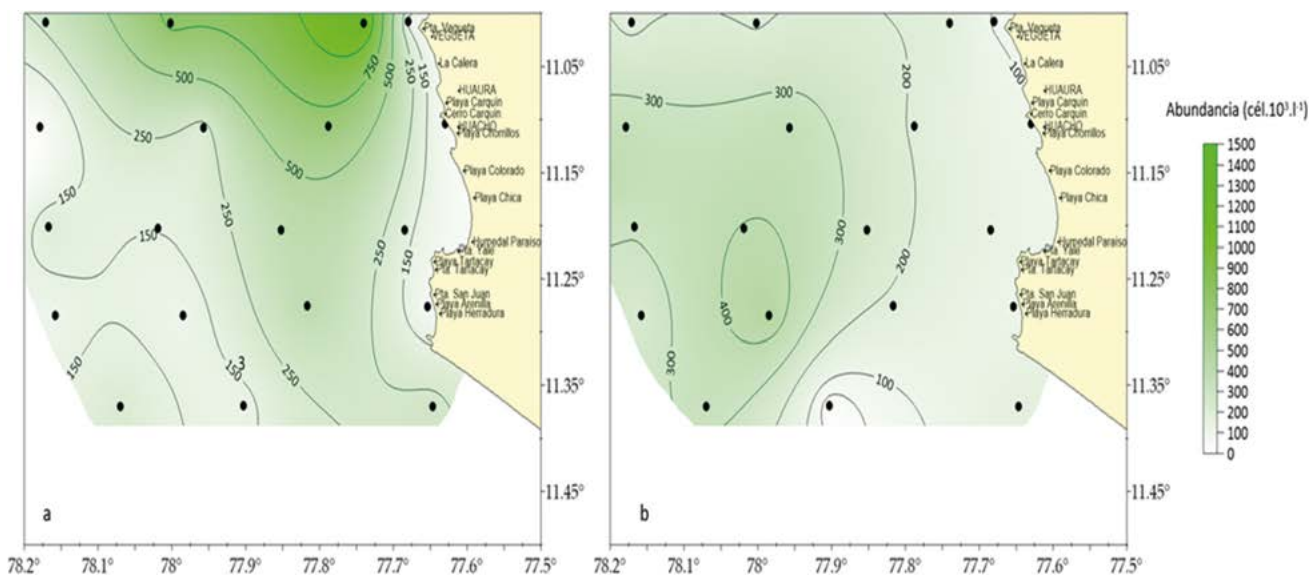


Figura 5.- Abundancia de: (a) Microfitoplancton y (b) Nanofitoplancton (cel.10³.L⁻¹), frente a Huacho, noviembre 2018

dinoflagelados fueron frecuentes en especial especies cosmopolitas y formadoras de FAN o “mareas rojas” del género *Tripes* (= *Ceratium*) sp: *Tripes balechi*, *T buceros*, *T. furca*, *T. fusus* y *T. muelleri* (antes *C. tripes*). Finalmente se determinaron especies potencialmente tóxicas en bajas abundancias como *Dinophysis acuminata*, *Gonyaulax polygramma*, *G. spinifera*.

El nanofitoplancton (Fig. 5b) estuvo representado por fitoflagelados (N.D.) y el cocolitofórido

Emiliania huxleyi, cuyas abundancias promedio fueron de 134,6 y 77,9 cel.10³.L⁻¹, respectivamente, observándose un foco de abundancia en las estación 19 y 21 con 216 y 209 cel.10³.L⁻¹ de los fitoflagelados N.D., *E. huxleyi* registró 141 cel.10³.L⁻¹ en ambas estaciones, ubicadas frente a Playa Chorrillos, además se observaron dos focos secundarios en las estaciones 51 y 49 donde los fitoflagelados (N.D) presentaron abundancias de 197 y 196 cel.10³.L⁻¹ y *E. huxleyi* 36 y 272 cel.10³.L⁻¹, respectivamente.

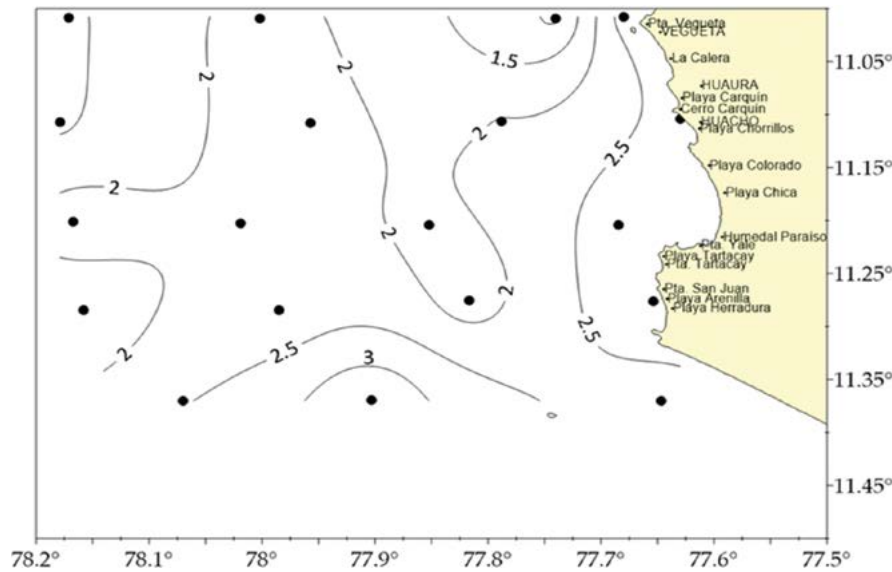


Figura 6.- Isolíneas de Diversidad Shannon (bits.cel⁻¹) de Fitoplancton Total (cel. 103.L⁻¹) a 10 m, frente a Huacho, noviembre 2018

Diversidad de Shannon (H') y Análisis Comunitario

La diversidad de Shannon (H') a 10 m de profundidad presentó el valor máximo de 3,53 bits.cel⁻¹ (Est. 63) y mínimo de 0,90 bits.cel⁻¹ (Est. 3) (Fig. 6), el promedio para el área de muestreo fue de 2,19 bits.cel⁻¹ (Tabla 3). La riqueza especiológica (d) en promedio fue de 3,09 observándose el mínimo de 1,72 en la Est. 21 ubicada al extremo del perfil Huacho, el máximo de 4,65 en la Est. 44 ubicada entre playa Arenilla y playa Herradura.

El análisis de Similaridad de Bray Curtis al 64 %, dividió el área de muestreo en tres grupos los que presentan similar composición especiológica, destacando por sus altas abundancias de fitoflagelados (N.D.), *Emiliania huxleyi*, *Amphora* sp. y *Cylindrotheca closterium*.

El grupo 1, conformado por la mayoría de las estaciones (6, 17, 19, 30, 36, 44, 47, 49, 60, 63 y 65) (Fig. 7), se caracterizó por presentar la mayor riqueza de especiológica (entre 3,01 y 4,65 bits.cel⁻¹) y abundancias moderadas de las especies *Chaetoceros debilis*, *Ch didymus* *Ch. curvisetus*, *Thalassionema nitschioides* y *Thalassiosira angustilineata*, Además *Pseudo-nitzschia* sp. (Grupo *Pseudo-nitzschia delicatissima*) estuvo presente en todas las estaciones en bajas densidades. Respecto a los dinoflagelados presentaron bajas abundancias, destacando con mayor frecuencia *Dinophysis acuminata*, *Protoperidinium mendiolae*, *P. obtusum*, *P. pellucidum* y *Tripos furca*.

Tabla 3.- Índices de diversidad fitoplancton de la prospección Huacho 1811 (noviembre 2018)A

Estación	S	N	d	J'	H'(Log2)
1	34	208,61	2,69	0,54	2,74
3	32	1412	2,19	0,18	0,90
6	49	977,84	3,48	0,39	2,21
8	26	449,12	1,92	0,3	1,43
14	39	158,92	3,17	0,49	2,61
17	43	858	3,07	0,37	2,03
19	44	565	3,25	0,39	2,14
21	23	370,8	1,72	0,31	1,39
30	56	322,96	4,34	0,48	2,78
36	35	513,12	2,59	0,45	2,28
44	57	168,44	4,65	0,51	2,98
47	41	583,16	3,01	0,32	1,73
49	50	576,04	3,69	0,37	2,08
51	29	340,56	2,2	0,34	1,65
60	47	454,32	3,53	0,4	2,22
63	47	136,32	3,89	0,64	3,53
65	42	560,52	3,1	0,46	2,47
PROM	41	509,16	3,09	0,41	2,19

d = Riqueza especiológica, S = Número total de especies, N = Número total de individuos, H' (Log2) = Índice de diversidad de Shannon

El grupo 2 estuvo conformado por las estaciones 1, 3 y 14, ubicadas al norte entre La Calera y playa Végueta (Fig. 7a, b), se caracterizó por presentar riqueza especiológica intermedia (entre 2,19 y 3,17 bits.cel⁻¹) e índices de diversidad entre 0,9 y 2,74 bits.cel⁻¹, compartiendo las especies que destacan en el grupo Grupo 1, además de *Actinocyclus octonarius*, *Actinocyclus* sp., *Actinoptychus senarius*.

El Grupo 3, conformado por las estaciones 8, 21 y 51, ubicadas mar adentro cuya riqueza espeziológica fue baja, entre 23 y 29 especies, el índice de diversidad varió entre 1,43 y 1,65 bits. cel^{-1} . Destacando las especies *Pseudonitzschia* del grupo *delicattissima*, *C. closterium* y *Amphora* sp., entre otras.

Indicadores de masas de agua

El indicador de aguas costeras frías *Protoperidinium obtusum* estuvo presente en 41 % de las estaciones, en concentraciones muy bajas, asociadas a especies de ambientes oceánicos, denotando la mezcla de ambas masas de agua (Fig. 8).

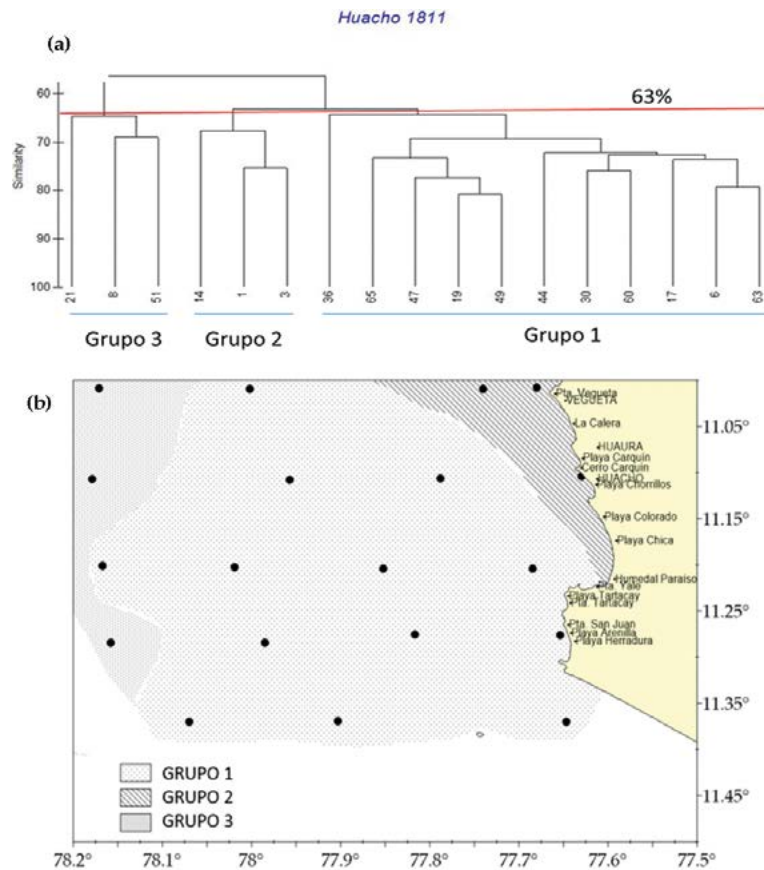


Figura 7.- Dendrograma de Similaridad Bray-Curtis (a) y Representación espacial de la Similaridad (b), frente a Huacho, noviembre 2018

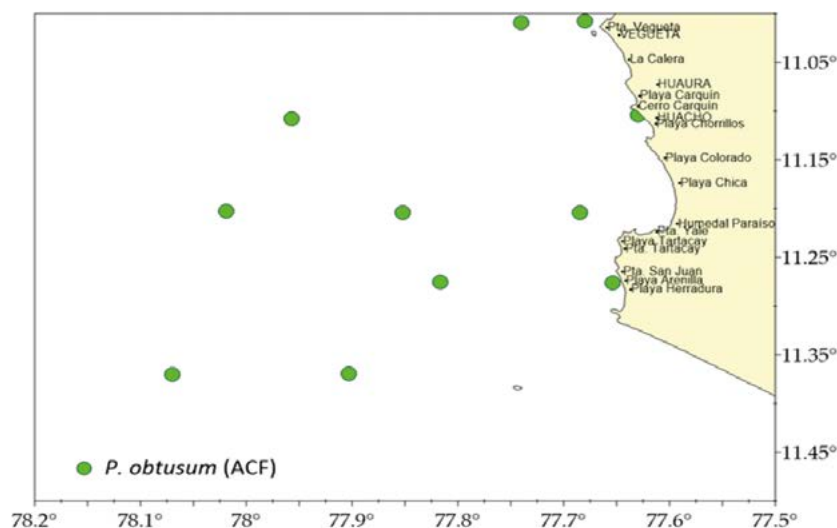


Figura 8.- Indicadores de masas de agua, frente a Huacho, noviembre 2018

4. DISCUSIÓN

El ecosistema costero es el ambiente donde vive gran diversidad de organismos que interactúan entre sí, con alto grado de endemismo y baja diversidad de especies de ambientes costeros en contraste con los ambientes oceánicos (SÁNCHEZ, 2000), un ejemplo es Huacho, zona que se caracteriza por la intensa pesquería artesanal, que incluye invertebrados comerciales. Los volúmenes de plancton registrados durante la primavera 2018, alcanzaron valor medio de $0,665 \text{ mL.m}^{-3}$ y TSM entre $16,7$ y $19,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$, valores relativamente más bajos a los registrados para las primaveras del 2014; 2015; 2017 (Fig. 9), cuando se obtuvieron valores medios de $9,0$; $8,2$ y $6,9 \text{ mL.m}^{-3}$, respectivamente, asociados a TSM entre $14,1$ y $15,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Romero y Sánchez², 2014; Romero y Sánchez³, 2015; Jacobo y Sánchez⁴, 2018).

Sánchez⁵ et al. (2014) registraron $1,45 \text{ mL.m}^{-3}$ como valor medio, relativamente alto de plancton para la bahía de Miraflores/Callao en la primavera 2013. Esta disminución en los volúmenes de plancton, estaría asociado a condiciones ambientales poco favorables para la comunidad; en la presente evaluación, la presencia de especies de ambientes oceánicos como los cocolitofóridos, reforzarían lo antes mencionado.

El Índice de diversidad de Shannon según MARGALEF (1968), indica que los valores menores a $2,5 \text{ bits.cel}^{-1}$ corresponden a poblaciones en activo crecimiento; así mismo, es conocido que los índices de diversidad son más bajos en primavera, cuando se inicia el florecimiento de las diatomeas y más altos en otoño, indicando que se trata de una fase más avanzada de la población (OCHOA y GÓMEZ, 1981). El índice de diversidad para la primavera 2018 alcanzó 72% de valores $<2,5 \text{ bits.cel}^{-1}$, cuando se esperaría una comunidad en activo crecimiento, sin embargo, las especies

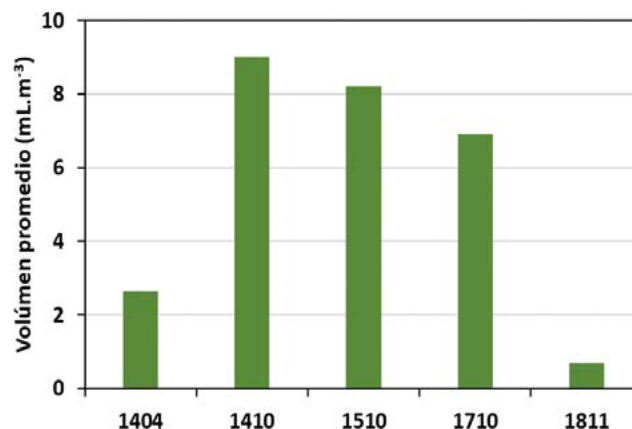


Figura 9.- Distribución anual de volúmenes promedio de plancton (mL.m^{-3}), frente a Huacho

predominantes son especies ticoplanctónicas y algunas pennatas como *Amphora* sp., *Cylindrotheca closterium*, las cuales junto con *Pseudo-nitzschia* spp. (Grupos *Pseudo-nitzschia delicatissima* y *Pseudo-nitzschia seriata*) son diatomeas de bajo requerimientos energéticos (DELGADO y SÁNCHEZ, 2015). Asimismo, se encontró presencia de cocolitofóridos (*E. huxleyi*) de ambientes oceánicos y del grupo de dinoflagelados típicos de fases intermedias de la sucesión fitoplanctónica (final de la Fase II) (VALENCIA-VILA, 2013; MCRGALEF, 1963; SMAYDA, 1980). Las especies de alta tasa de reproducción típicas del afloramiento, se encuentran en concentraciones muy bajas, lo que indicaría que el bloom de primavera aún no se había presentado.

5. CONCLUSIONES

El volumen de plancton en promedio fue de $0,665 \text{ mL.m}^{-3}$, con valor máximo de $1,36 \text{ mL.m}^{-3}$ en la estación más alejada de la costa frente a Végueta, con valores asociados a temperaturas superficiales del mar (TSM) entre $16,7$ y $19,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

El fitoplancton estuvo conformado por el predominio de especies ticoplanctónicas (*Amphora* sp.) y pennatas como *Cylindrotheca closterium*, en

2 Romero, L. y S. Sánchez. 2014. Características de la comunidad fitoplanctónica en la prospección del "Estudio Bio-Oceanográfico en Huacho 1404" (04 al 10 de abril 2014). Informe Interno del LFPP AFIOB.

3 Romero, L. y S. Sánchez. 2015. Características de la comunidad fitoplanctónica en la prospección del "Estudio bio-oceanográfico en Huacho 1410" (09 al 15 de octubre del 2014). Informe interno LFPP- IMARPE.

4 Jacobo N., S. Sánchez. 2018. Características del fitoplancton en superficie en línea base frente a Huacho (octubre 2017). Informe interno LFPP-IMARPE.

5 Sánchez, S., N. Jacobo, G. Flores, J. Quispe, J. Solís, F. Velazco, K. Arones. 2014. Informe Anual 2013. Proyecto del Estudio Integrado de los procesos Físicos, Químicos y Biológicos en los Ecosistemas de Borde Costero con la Caracterización de los procesos físicos, biogeoquímicos y geológicos en bahía Miraflores y las Floraciones Algaes Nocivas (FAN). Informe Interno LFPP- IMARPE.

menor proporción se presentaron especies como *Chaetoceros debilis*, *Leptocylindrus danicus*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira anguste-lineata*, así como algunas especies oceánicas de cocolitofóridos.

El área de mayor abundancia de fitoplancton estuvo localizada frente a Huacho dentro de las 10 mn (Est. 3) con un foco de abundancia de $1.412 \text{ cel.}10^3 \cdot \text{L}^{-1}$.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Fondo de Adaptación a través del Proyecto "Adaptación a los impactos del cambio climático en el ecosistema marino costero del Perú y sus pesquerías" vía el Fondo de Promoción de las Áreas Naturales Protegidas del Perú (PROFONAMPE), ejecutado por el Ministerio de la Producción en colaboración con el Instituto del Mar del Perú (IMARPE).

6. REFERENCIAS

- BALECH, E. (1988). Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Public. Espec. Inst. Español de Oceanog. España, 310 pp.
- CUPP, E. (1943). Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps Inst. Oceanogr., 5, 1-237.
- DELGADO, E. y SÁNCHEZ, S. (2015). Fitoplancton frente a la costa peruana en la primavera 2003. Inf Inst Mar Perú, 42(2), 150 – 157.
- HASLE, G. & SYVERTSEN, E. (1997). Marine Diatoms. In: Tomas C. (ed.) Identifying Marine Phytoplankton: Chapter 2. Academic Press, Inc. San Diego, 385 pp.
- IBAÑEZ, F. & SEGUIN, F. (1972). Etude du cycle annuel du zooplankton d'Abidjan. Comparaison de plusieurs methods d'analyses multivariable: composantes principals. Inv. Pesq. 36, 81-108.
- MARGALEF R. (1968). Perspectives in Ecological theory. The University of Chicago Press. Chicago, 111 pp.
- MARGALEF, R. (1963). Succession in marine populations. Advancing Frontiers of Plant Sciences, 2, 137-188.
- OCHOA, N. y GÓMEZ, O. (1981). Variaciones del fitoplancton en el área de Chimbote durante 1977. En Landa (ed). Bol. Ext. Investigación Cooperativa de la anchoveta y su Ecosistema- ICANE-entre Perú y Canadá, 119-129 pp.
- SÁNCHEZ, S. (2000). Variación estacional de la biomasa fitoplanctónica y concentraciones de clorofila a, frente a la costa peruana durante 1976-2000. Bol Inst Mar Perú, 19, (1-2), 29-43.
- SCHILLER, J. (1937). Dinoflagellatae (Peridinidae) in Monographischer Behandlung. Rabenhorst, Kryptogamen-Flora, 10(3) parte 2, 589.
- SHANNON, C. (1948). A mathematical theory of communication. The Bell System Technical Journal, 27, 379-423.
- SMAYDA, T. J. (1980). Phytoplankton species succession. In Morris, I. (Ed.) The physiological ecology of phytoplankton. Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 493-570.
- SOURNIA, A. (1967). Le genre *Ceratium* (Peridinien Planktonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une révision mondiale. Vie et Milieu, 18 (2a-A), 375-580.
- STEIDINGER, K. & TANGEN, K. (1997). Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed.), Identifying Marine Phytoplankton: Chapter 3. Academic Press Inc. San Diego, 5-385 pp.
- UTERMÖHL, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt Int Ver Theor Angew Limnol, 9, 1-38.
- VALENCIA-VILA J. (2013). Variación estacional del fitoplancton en una estación nerítica del Canal de Mallorca (Mediterráneo Occidental): 2000-2001. Universidade da Coruña Departamento de Biología Celular e Molecular. Tese Doutoramento. pp. 10-11.