

DISTRIBUCIÓN Y COMPOSICIÓN DEL FITOPLANCTON DEL MAR PERUANO PARA EL VERANO AUSTRAL 2022, CRUCERO DE EVALUACIÓN HIDROACÚSTICA DE ANCHOVETA Y OTROS RECURSOS PELÁGICOS 2202-04

PHYTOPLANKTON DISTRIBUTION AND COMPOSITION IN THE PERUVIAN SEA DURING THE AUSTRAL SUMMER OF 2022: HYDROACOUSTIC ASSESSMENT CRUISE TARGETING *Engraulis ringens* AND OTHER PELAGIC RESOURCES 2202-04

Augusto Franco¹ Sonia Sánchez¹

RESUMEN

FRANCO, A. & SÁNCHEZ, S. (2023). Distribución y composición del fitoplancton del mar peruano para el verano austral 2022, Crucero de Evaluación Hidroacústica de anchoveta y otros recursos pelágicos 2202-04. *Inf Inst Mar Perú*, 50(4), 466-474.- Se caracterizó la distribución y composición del fitoplancton durante el Crucero de Evaluación Hidroacústica de anchoveta y otros recursos pelágicos realizado entre febrero y abril 2022. El volumen de plancton registró un valor promedio de 0,37 mL.m⁻³, con predominancia de fitoplancton en 60% de estaciones, especialmente en la zona costera (30 mn). Asimismo, el mayor volumen promedio de plancton se localizó en 12-14°S entre 30 y 60 mn, con predominancia de fitoplancton. Cuantitativamente, el fitoplancton alcanzó en promedio concentración de 190 x 10³ cél. L⁻¹. El mayor aporte fue del microfítoplancton, destacando las diatomeas *Leptocylindrus danicus* y *Skeletonema costatum*. El índice de diversidad presentó máximo de 2,36 bits. cél⁻¹, reflejando las primeras fases de sucesión ecológica de la comunidad. *Protoperidinium obtusum*, indicador de aguas costeras frías del afloramiento (acf), estuvo presente en 64% de estaciones, predominando en la zona costera, de Paita a Ilo, hasta 30 mn, extendiéndose incluso aproximadamente 80 mn frente a Malabrigo y Chimbote.

PALABRAS CLAVE: fitoplancton, volúmenes, indicadores biológicos, diversidad

ABSTRACT

FRANCO, A. & SÁNCHEZ, S. (2023). Phytoplankton distribution and composition in the Peruvian Sea during the Austral Summer of 2022: Hydroacoustic assessment cruise targeting *Engraulis ringens* and other pelagic resources 2202-04. *Inf Inst Mar Perú*, 50(4), 466-474.- This study characterizes the distribution and composition of phytoplankton during the Hydroacoustic Assessment Cruise targeting *E. ringens* and other pelagic resources conducted between February and April 2022. The average plankton volume recorded was 0.37 mL.m⁻³, with phytoplankton predominantly observed in 60% of stations, particularly prevalent in the coastal zone (30 nm). Additionally, the highest average plankton volume was localized between 12-14°S at distances of 30 to 60 nm, showcasing a prevalence of phytoplankton. Quantitatively, phytoplankton displayed an average concentration of 190 x 10³ cells. L⁻¹. Microphytoplankton contributed significantly, especially diatoms such as *Leptocylindrus danicus* and *Skeletonema costatum*. The diversity index peaked at 2.36 bits.cél⁻¹, reflecting the early ecological succession stages within the community. *Protoperidinium obtusum*, indicative of cold coastal upwelling waters (ccw), was present in 64% of stations, predominantly in the coastal zone stretching from Paita to Ilo, up to 30 nm, and extending to approximately 80 nm off Malabrigo and Chimbote.

KEYWORDS: phytoplankton, volumes, biological indicators, diversity

1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de recursos pelágicos es una de las actividades más importantes para un manejo adecuado y sostenible de esos recursos; especialmente de la anchoveta (*Engraulis ringens* Jenyns, 1842), especie importante en la pesquería del país.

Para el verano de 2022 la Comisión Multisectorial encargada del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño, informó que la presencia del evento La Niña de magnitud débil se extendería hasta inicios del

otoño 2022; estimando que la anchoveta se mantendría en zonas cercanas a la costa y que el bonito y caballa continuarían disponibles de acuerdo a su estacionalidad, en la medida que las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) siguiesen proyectadas hacia la costa (ENFEN, 2022), considerando la preferencia de la anchoveta por las aguas costeras frías (acf).

Bajo este contexto se desarrolló el Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos correspondiente al período febrero-abril 2022, que tuvo la finalidad

¹ Instituto del Mar del Perú, Dirección General de Investigaciones en Oceanografía y Cambio Climático. AFIOB, afranco@imarpe.gob.pe

de conocer la biomasa, distribución y aspectos biológico-pesqueros de la anchoveta y otros recursos pelágicos; así como el diagnóstico actualizado de las condiciones ambientales. Para complementar la investigación, el Laboratorio de Fitoplancton y Producción Primaria (LFPP) participó en el crucero con el objetivo de evaluar la biomasa planctónica, determinar la composición y distribución de la comunidad de fitoplancton, así como la distribución de los indicadores de masas de agua para ese verano, ya que esta comunidad constituye una fuente de información como alimento disponible para los recursos pelágicos y es indicadora de cambios en las condiciones ambientales.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El crucero se realizó del 15 de febrero al 9 de abril 2022. En la operación participaron por IMARPE el BIC Luis Alberto Flores Portugal y la L/P Imarpe IV, así como 8 embarcaciones pesqueras de la Sociedad Nacional de Pesquería (SNP). El área de muestreo tuvo un recorrido de norte a sur, de Paita a Ilo, entre 5°09,3' y 18°14,3'S, desde la costa hasta 80 mn (Fig. 1a). La recolección de muestras de fitoplancton se llevó a cabo en el BIC Flores Portugal (Fig. 1b).

Análisis semicuantitativo

Se recolectaron 111 muestras con red estándar de fitoplancton de 75 µm a nivel superficial durante 5 minutos y a 3 nudos de velocidad. Las muestras fueron fijadas y preservadas con formalina neutralizada (THRÖNDSSEN, 1978).

Se obtuvieron los volúmenes de plancton mediante el método de centrifugación a 2400 RPM durante 5 minutos. Para el cálculo de los volúmenes se empleó la siguiente ecuación:

$$V = V_c / K$$

Donde:

V = Volumen de plancton

V_c = Volumen de Plancton centrifugado (mL)

K = 6,6272 m³ (constante que indica el agua filtrada por la red)

Los resultados se expresaron en mililitros de plancton por metro cúbico de agua de mar filtrada (mL.m⁻³). Las muestras fueron analizadas en el microscopio estereoscopio de manera semicuantitativa.

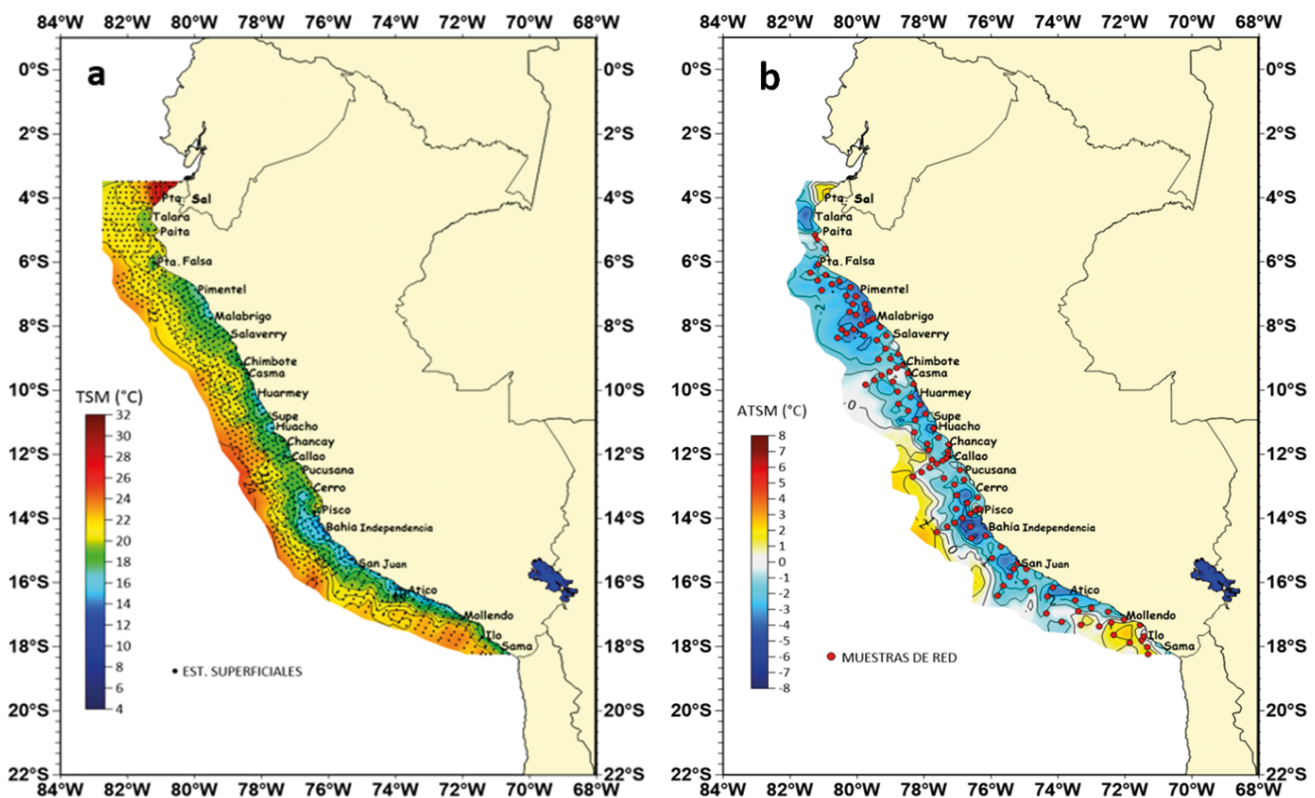


Figura 1.- (a) Distribución de las estaciones oceanográficas en superficie y TSM (°C); (b) distribución de estaciones de recolección de muestras de red y ATSM (°C). Crucero de evaluación hidroacústica de anchoveta y otros recursos pelágicos 2202-04

tativa, considerando la abundancia relativa de los principales grupos o especies de fitoplancton, categorizándolas como: ausente (0), presente (1), escaso (2), abundante (3) y muy abundante (4).

Se calculó el promedio de volúmenes de plancton por grado latitudinal, desde 5°S hasta 19°S, trabajando estos valores para la zona costera (0-30 mn), zona de transición (30-60 mn) y zona oceánica (>60 mn).

Se actualizó hasta 2022, la serie de tiempo de volúmenes promedio de plancton y predominancia (%) de fitoplancton, elaborado para el periodo de verano (DELGADO, 2018).

Análisis cuantitativo

Se recolectaron 29 muestras de agua entre 0 y 10 metros de profundidad; las muestras superficiales se recolectaron con un balde; mientras que, para 10 m de profundidad se usó la botella Niskin. Las muestras correspondieron a los perfiles hidrográficos de Malabrigo, Chimbote, Callao, Pisco y San Juan (Fig. 2), analizadas por el método de UTERMÖHL (1958). La fijación y preservación de las muestras se realizó con 2 mL de formalina neutralizada al 20%.

La microscopía invertida permitió el recuento e identificación hasta nivel de género o especie de los grupos de fitoplancton (microfitoplancton) como diatomeas, dinoflagelados, flagelados y silicoflagelados; además de algunos componentes del nanofitoplancton.

Para la determinación taxonómica se emplearon los trabajos de HUSTEDT (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), MORENO, LICEA Y SANTOYO (1966), LICEA, SOURNIA (1967), SCHILLER (1971), BALECH (1988), THRÖNSEN (1993), MORENO, SANTOYO Y FIGUEROA (1995), HASLE Y SYVERTSEN (1996), STEIDINGER Y TANGEN (1996).

3. RESULTADOS

Distribución de volúmenes de plancton (mL.m⁻³) y composición del fitoplancton en superficie

Los volúmenes de plancton registraron valores entre 0,015 y 2,324 mL.m⁻³, con mediana de 0,211 mL.m⁻³; asociados a temperaturas superficiales del mar (TSM) entre 14,9 y 23,7 °C. El 93 % de las estaciones presentaron valores menores a 1,0 mL.m⁻³.

El 60 % de las estaciones presentó dominancia de fitoplancton, mayor presencia en la zona costera y por fuera de las 60 mn en Malabrigo, Chimbote, Callao y Pisco. El zooplancton destacó en 32 % del área de muestreo, predominando desde la zona costera hasta la oceánica. La dominancia en la zona costera ocurrió frente a Paita y Punta Falsa; mientras que, en Malabrigo, Salaverry, Chimbote, San Juan, Mollendo e Ilo el zooplancton dominó desde la zona costera hasta la oceánica (80 mn). El 8 % restante, presentó codominancia entre fitoplancton y zooplancton (Fig. 3).

Se registraron dos valores máximos de volumen en dos estaciones ubicadas frente a Pucusana y entre bahía Independencia y norte de San Juan. El primer núcleo localizado entre 30 y 40 mn de la costa, con volúmenes entre 1,237 y 2,324 mL.m⁻³ y, el segundo en una estación aproximadamente a 30 mn de costa, con el mayor volumen (2,324 mL.m⁻³), en ambos núcleos se observó superioridad de fitoplancton (Fig. 3). El volumen mínimo (0,015 mL.m⁻³) se registró dentro de las 10 mn de costa frente a Chimbote, Casma y Huarney con predominancia de fitoplancton en dos de estas zonas y de zooplancton frente a Casma.

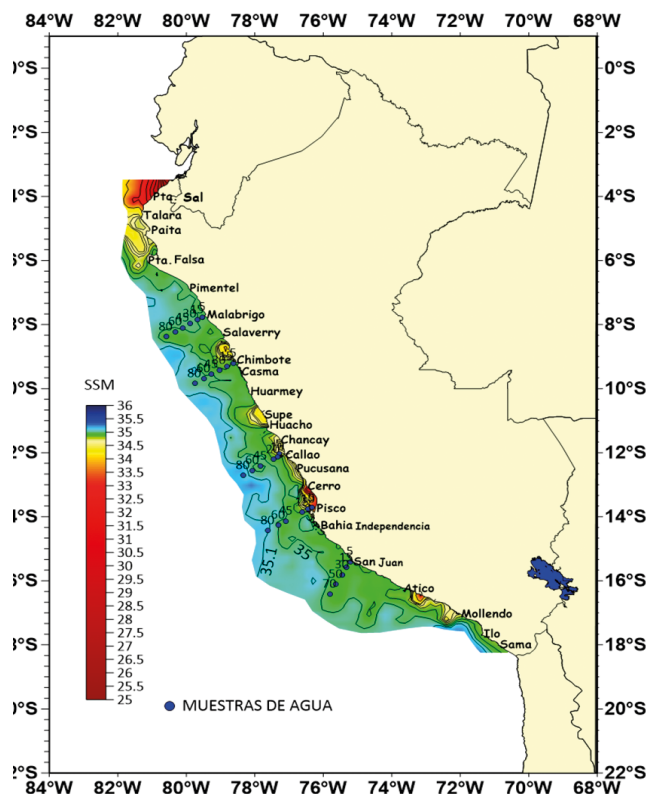


Figura 2.- Distribución de muestras de agua y SSM. Crucero de Evaluación Hidroacústica de anchoveta y otros recursos pelágicos 2202-04

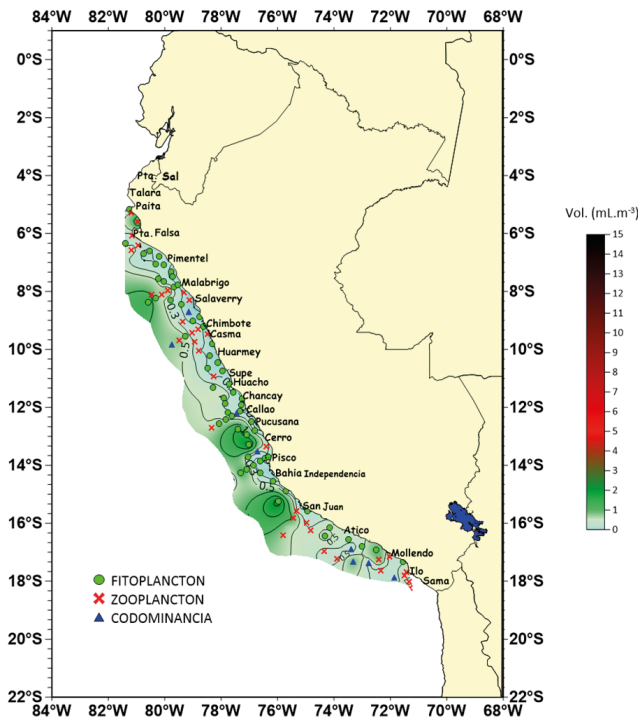


Figura 3.- Distribución de volúmenes de plancton (mL.m⁻³).
Crucero de evaluación hidroacústica de anchoveta y otros recursos pelágicos 2202-04

Distribución latitudinal de los volúmenes promedio de plancton

El biovolumen planctónico por latitud promedió 0,365 mL.m⁻³, oscilando entre 0,06 y 1,22 mL.m⁻³. El valor mínimo se observó en dos áreas; a 8-9°S en la zona cercana a costa (0 a 30 mn); y 10-11°S, entre 30 y 60 mn, respectivamente. El valor máximo se localizó entre 13 y 14°S, de 30 a 60 mn frente a la costa (Fig. 4), el que estuvo asociado a la dominancia del fitoplancton; mientras que, el valor mínimo se asoció con los organismos zooplanctónicos en la zona costera de Malabrigo y Salaverry, así como entre 30 y 60 mn frente a Casma y Huarmey.

La zona costera (0-30 mn) presentó valores menores a 0,365 mL.m⁻³ en el norte-centro, a excepción del área frente a Paita. Aproximadamente, desde 15°S hacia el sur se observó incremento de volúmenes promedio de plancton; entre Atico y Mollendo predominó el fitoplancton, frente a Ilo la predominancia fue de zooplancton.

Fuera de la costa (30-60 mn) observamos dos zonas con valores por encima al volumen promedio. El primer pico se apreció entre 7-9°S, con valores entre 0,45 y 0,49 mL.m⁻³ y el segundo, y mayor pico, entre 12-14°S (0,77-1,22 mL.m⁻³), asociados, en su mayoría, a la predominancia de fitoplancton.

Por fuera de las 60 mn y frente a 8-9°S, se registró valor promedio de plancton bastante alto (1,16 mL.m⁻³).

Distribución de organismos indicadores de masas de agua

El indicador de acf *Protoperidinium obtusum* (OCHOA & GÓMEZ, 1997) estuvo presente en 64 % de las estaciones, con distribución amplia desde la costa hasta 80 mn frente a Malabrigo y Chimbote (Fig. 5).

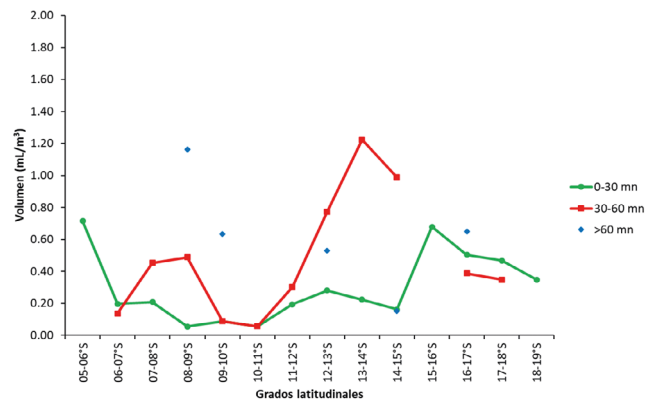


Figura 4.- Distribución latitudinal de los volúmenes promedio de plancton superficiales. Crucero de evaluación hidroacústica de anchoveta y otros recursos pelágicos 2202-04

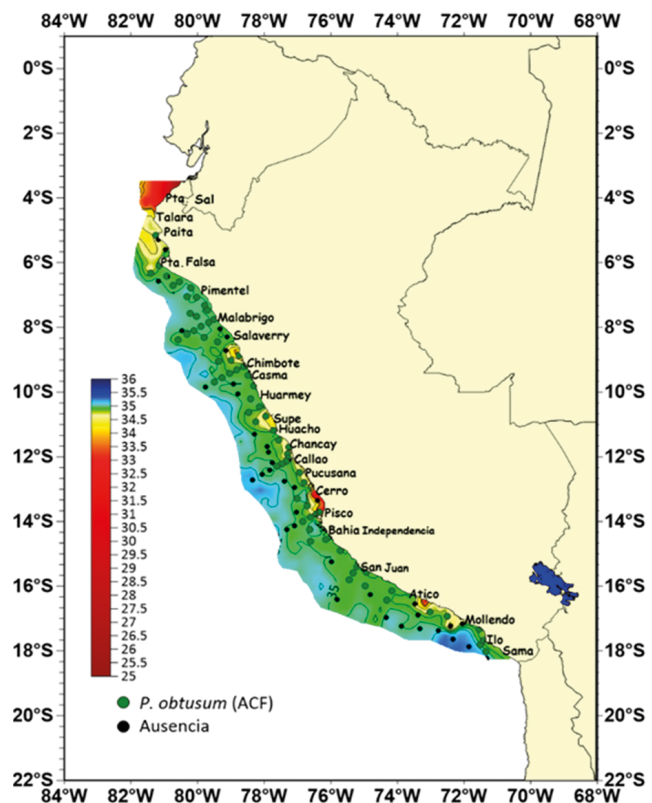


Figura 5.- Indicadores de masas de agua y salinidad superficial. Crucero de evaluación hidroacústica de anchoveta y recursos pelágicos 2202-04

Cabe resaltar que no se registró presencia de indicadores de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) ni de Aguas Subtropicales Superficiales (ASS).

Composición de fitoplancton entre 0 y 10 metros de profundidad

El fitoplancton estuvo conformado por 143 especies, distribuidas en 6 grupos: diatomeas (80), dinoflagelados (50), cocolitofóridos (3), fitoflagelados (2), silicoflagelados (2) y euglenozoos (1) (Fig. 6).

La abundancia total de fitoplancton fluctuó entre $1706 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$ en Malabrigo (60 mn) y $23 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$ frente a San Juan (5 mn) (Fig. 7), con mediana de $190 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$. El grupo predominante en Malabrigo, a 60 mn, fueron diatomeas con una concentración de $1637 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$; las que también predominaron en la estación con menor abundancia frente a San Juan (Fig. 8). Los fitoflagelados tuvieron buen aporte respecto a la abundancia celular, alcanzando el valor máximo ($310 \times 10^3 \text{ cél. L}^{-1}$) a 30 mn frente a San Juan; aunque estuvieron ausentes frente a Callao y San Juan a 60 y 5 mn, respectivamente (Fig. 8).

El perfil Malabrigo presentó mayor concentración de abundancia celular a 60 mn, con el aporte de microfitoplancton, en especial de las diatomeas *Leptocylindrus danicus* y *Skeletonema costatum* con valores de 860 y $464 \times 10^3 \text{ cél. L}^{-1}$. A 80 mn también se observó predominancia de *Leptocylindrus danicus*; además de registrarse mayor abundancia de nanofitoplancton ($260 \times 10^3 \text{ cél. L}^{-1}$). A 5 mn se identificó predominancia de microfitoplancton, siendo la diatomea *Amphiprora* sp. la de mayor abundancia ($316 \times 10^3 \text{ cél. L}^{-1}$).

Chimbote presentó mayor abundancia en la zona costera, entre 5 y 30 mn, las estaciones en esta área, mostraron predominancia de microfitoplancton. La estación más costera fue la que registró mayor abundancia celular, con el mayor aporte del dinoflagelado *Gymnodinium* sp. ($414 \times 10^3 \text{ cél. L}^{-1}$); también fue importante la diatomea *Amphiprora* sp. con abundancia de $317 \times 10^3 \text{ cél. L}^{-1}$. A 15 mn resaltó la diatomea *Cerataulina pelagica* con $443 \times 10^3 \text{ cél. L}^{-1}$; esta diatomea también destacó a 30 mn ($243 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$), además de otras como *Detonula pumila* y *Guinardia delicatula* con abundancias de 141 y $124 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$, respectivamente (Fig. 8).

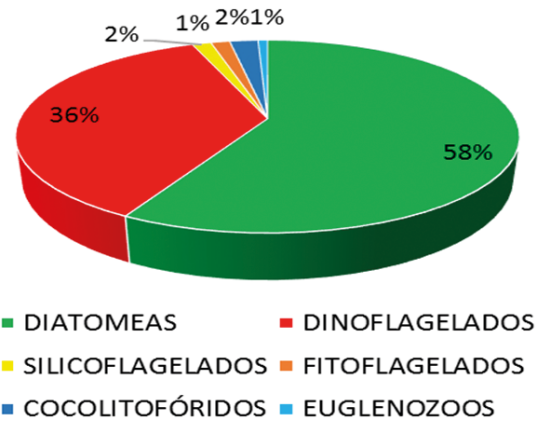


Figura 6.- Composición de especies de fitoplancton por grupos (%). Crucero de evaluación hidroacústica de anchoveta y recursos pelágicos 2202-04

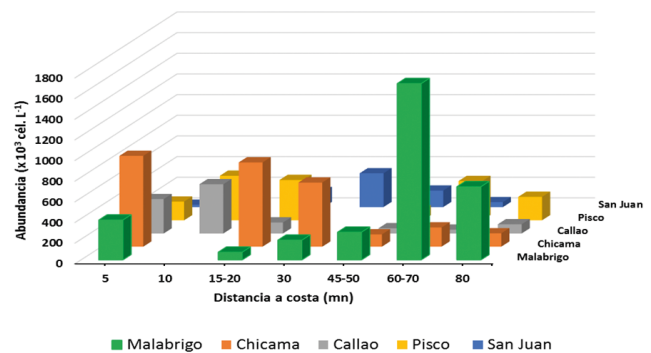


Figura 7.- Abundancia total de fitoplancton para 5 perfiles y distancias a costa. Crucero de evaluación hidroacústica de anchoveta y recursos pelágicos 2202-04

Callao registró mayor abundancia en la zona costera (5 y 10 mn) con valores de 332 y $477 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$, respectivamente (Fig. 7). La mayor contribución fue del microfitoplancton, predominando diatomeas (Fig. 8). *Eucampia zoodiacus* y *Amphiprora* sp. registraron mayor abundancia a 5 mn (135 y $119 \times 10^3 \text{ cél. L}^{-1}$). A 10 mn *Skeletonema costatum* presentó mayor abundancia ($319 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$).

Pisco presentó concentraciones entre 10 y 15 mn, con mayor aporte de microfitoplancton. Las diatomeas *Amphiprora* sp. y *L. danicus* aportaron mayor abundancia con 288 y $155 \times 10^3 \text{ cél. L}^{-1}$, respectivamente. A 60 mn se observó abundancia importante de nanofitoplancton representado por fitoflagelados ($204 \times 10^3 \text{ cél. L}^{-1}$).

El perfil de San Juan presentó menor abundancia de microfitoplancton, resaltando la estación a 15 millas ($59,8 \times 10^3 \text{ cél.L}^{-1}$). Esta zona se caracterizó por presentar la estación con mayor concentración de nanofitoplancton (30 mn) representado por fitoflagelados ($310 \times 10^3 \text{ cél. L}^{-1}$) (Fig. 8).

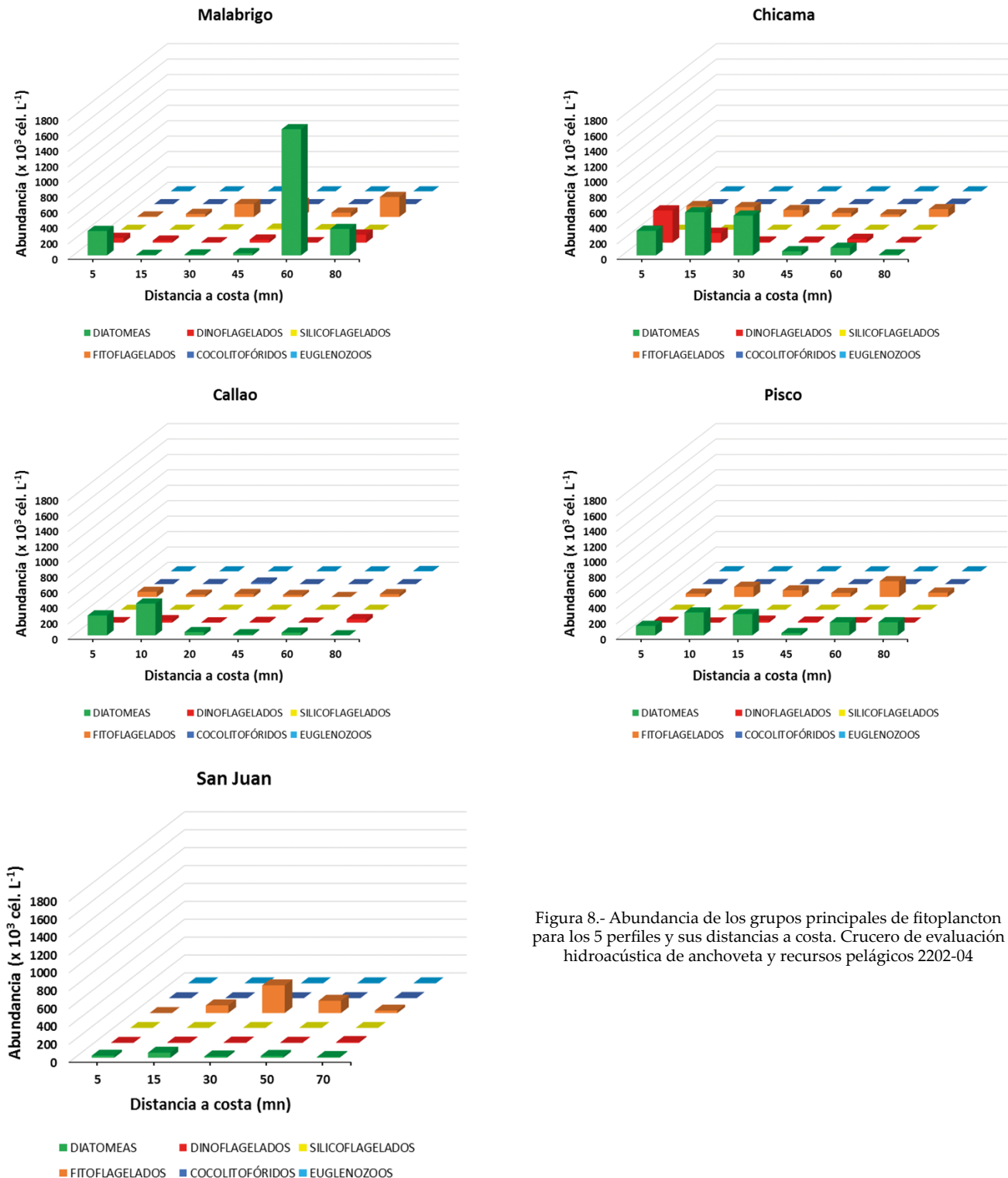


Figura 8.- Abundancia de los grupos principales de fitoplancton para los 5 perfiles y sus distancias a costa. Crucero de evaluación hidroacústica de anchoveta y recursos pelágicos 2202-04

Diversidad de la comunidad de fitoplancton

La diversidad de la comunidad (Shannon – Weaver) presentó variación entre 0,39 y 2,36 bits.cél⁻¹, que correspondieron a la estación a 5 mn de Pisco y a 30 mn de San Juan, respectivamente, con diversidad promedio de 1,41 bits.cél⁻¹ (Tabla 1).

La riqueza específica fue de 34 especies en promedio. El mayor número de especies fue de 50 y se registró en la estación a 60 mn de Malabrigo; mientras que, el menor registro se observó en la estación costera de San Juan (5 mn) con 9 especies. Los perfiles de Malabrigo, Chicama y San Juan presentaron mayor número de especies por fuera de las 30 mn, a diferencia de Pisco que registró el mayor número de especies en la zona costera (5 mn).

Tabla 1.- Relación de número de especies, abundancia e índice de diversidad de Shannon. Crucero de evaluación hidroacústica de anchoveta y recursos pelágicos 2202-04

Estación	Nro. Especies	Abundancia (Cél.L ⁻¹)	Shannon (H')
M-80	37	707940	1,89
M-60	50	1706920	1,39
M-45	49	267980	1,34
M-30	47	190700	0,69
M-15	30	74200	1,62
M-5	21	385620	0,69
CH-80	23	129400	1,26
CH-60	41	185920	2,27
CH-45	37	119040	1,68
CH-30	37	620680	1,52
CH-15	32	815960	1,34
CH-5	20	879180	1,07
C-5	32	332620	1,26
C-10	34	477080	1,27
C-20	46	106640	2,16
C-45	46	50520	1,03
C-60	11	36920	1,03
C-80	21	89400	1,22
P-80	21	227220	1,27
P-60	45	380460	1,22
P-45	32	95980	1,69
P-15	32	390440	1,51
P-10	31	431400	0,79
P-5	48	181000	2,36
SJ-5	9	23080	1,57
SJ-15	29	145860	1,49
SJ-30	43	327660	0,39
SJ-50	33	159860	0,75
SJ-70	39	48140	1,89

4. DISCUSIÓN

La temperatura superficial del mar (TSM) frente a la zona costera entre febrero-abril 2022 varió de neutras a frías débiles. En febrero, de Chimbote a Ilo, se registró aguas con temperaturas menores a 20 °C (particularmente al sur de Pisco) y hasta 26 °C en el extremo norte del Perú. Este enfriamiento anómalo del mar se mantuvo entre marzo y abril; así tenemos que entre Pisco e Ilo, la TSM se mantuvo con anomalías entre -2 y -4 °C durante todo el período evaluado, sin embargo, frente a Punta Falsa y sectores adyacentes a la costa de Chimbote, se observó debilitamiento del enfriamiento (IMARPE 2022 a, b).

Bajo este contexto ambiental, los volúmenes de plancton registraron promedio de 0,36 mL.m⁻³, asociados a TSM entre 14,9 y 23,7 °C. El 93 % de las estaciones presentó concentraciones de plancton menores a 1,0 mL.m⁻³ (Fig. 9). El análisis de la serie de tiempo de la variación interanual para los veranos 2004 – 2022 (Fig. 9) evidenció, disminución del volumen de plancton en los últimos años, asociado a la predominancia de condiciones frías costeras; también destaca el volumen mínimo de plancton en el verano 2015 (SÁNCHEZ, QUISPE & MENDOZA, 2017) con promedio de 0,27 mL.m⁻³.

DELGADO y CHANG (2015) resaltaron el aporte del fitoplancton al volumen total para el verano 2010, cuando su predominancia fue 50 %, con mayor presencia de diatomeas de afloramiento costero. SÁNCHEZ *et al.* (2017) reportaron para el verano 2013 la dominancia de diatomeas como *Detonula pumila*

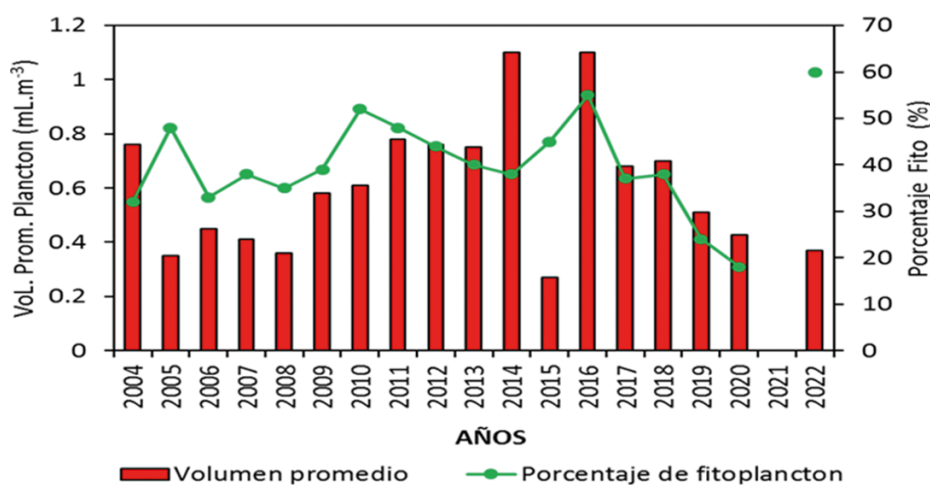


Figura 9.- Volúmenes promedio de plancton y predominancia (%) de fitoplancton durante los cruceros de verano en el período 2004 – 2022

y especies del género *Chaetoceros* spp., con 40 % de dominancia dentro de las 10 mn. En el verano 2014, el fitoplancton predominó en 37 % del área muestreada (DELGADO, 2018). En este trabajo, para el verano 2022, ante un evento frío como La Niña, se registró el aporte de fitoplancton casi en 60 %, valor alto al compararlo con otros años (Fig. 9).

Latitudinalmente, los volúmenes de plancton presentaron mayor valor entre 12° y 15°S en un área de 30 a 60 millas fuera de costa. SÁNCHEZ *et al.* (2017) registraron para el verano 2013 mayores volúmenes de plancton (>5 mL.m⁻³) frente a Chimbote (9°S) desde la costa hasta las 60 mn. Valores mínimos se encontraron en la zona costera entre 8° y 9°S, frente a 10°-11°S de 30 a 60 millas. DELGADO (2018) señaló para el verano 2014 que el volumen mínimo para la zona costera se presentó entre 12° y 13°S, mientras que el máximo se ubicó frente a Paita.

En la comunidad de fitoplancton las diatomeas son el grupo con mayor cantidad de especies (80), seguidas de dinoflagelados (50). Esto coincide con lo obtenido para los veranos 2009, 2010 y 2017. Para el 2009, SÁNCHEZ y VILLANUEVA (2019) reportaron 144 especies, con el mayor aporte de diatomeas (74) y dinoflagelados (55). Durante El Niño Costero 2017 se registró 108 especies (DELGADO, SÁNCHEZ, CHANG, BERNALES & JACOBO, 2019); mientras que para las condiciones normales y ligeramente cálidas del 2010 se registraron 167 especies (DELGADO & CHANG, 2015).

La abundancia de fitoplancton presentó el máximo al norte-centro (Malabrigo) y el mínimo al sur (5 mn de San Juan). SÁNCHEZ y VILLANUEVA (2019) reportaron para el verano 2009, abundancia máxima en la zona norte (Punta Falsa y Malabrigo); mientras que, DELGADO y CHANG (2015) para el verano 2010 registraron 641 x 10³ cél. L⁻¹, mayor a lo encontrado en el presente estudio. Además, se muestra coincidencia en la zona con el valor mínimo de abundancia, el cual se detectó a 15 millas de San Juan.

En el perfil de Malabrigo se registró mayor aporte en abundancia de microfitoplancton. Esto coincide con lo reportado para el verano 2009 (SÁNCHEZ & VILLANUEVA, 2019), cuando predominaron diatomeas de fases iniciales de la sucesión ecológica como *S. costatum*, *Chaetoceros socialis*, *Ch. debilis*, *Ch. compresus* y *D. pumila*. Durante el verano 2017 también fue importante el aporte de microfitoplancton hasta las 30 mn (DELGADO *et al.*, 2019).

En la zona costera (5-10 mn) de Callao, se encontró mayor abundancia de microfitoplancton. *E. zoodiacus* prevaleció a 5 mn y *S. costatum* a 10 mn. DELGADO *et al.* (2019) reportaron para el verano 2017 la importancia de las diatomeas en esta misma localidad, sobresaliendo *E. zoodiacus*.

El perfil Pisco tuvo dominancia de diatomeas, con mayor aporte entre 10 y 15 mn, las especies que destacaron fueron *Amphiprora* sp. y *L. danicus*. Esta comunidad es diferente a la reportada por DELGADO *et al.* (2019) para el verano de 2017, ya que se contó con condiciones cálidas para dicho período, destacando *Thalassiosira* sp., *S. costatum* y especies del género *Chaetoceros* spp.

La mayor diversidad para el presente estudio fue reportada para el área de Pisco (5 mn). Este resultado difiere de lo indicado por SÁNCHEZ y VILLANUEVA (2019) en el verano 2009, cuando se señala con esta característica, el área a 30 mn de Chicama. Durante el verano 2010 la mayor diversidad (2.84 bits.cél⁻¹) se registró también al sur y en la zona costera, frente a San Juan a 7 mn (DELGADO & CHANG, 2015).

El indicador de aguas costeras frías (acf) (*P. obtusum*) tuvo amplia distribución desde la costa hasta 60 mn, aproximadamente; resaltando su presencia frente a Malabrigo y Chimbote hasta 80 mn. Esto coincide con lo reportado por la componente física, que menciona predominancia de condiciones frías con temperaturas bajas y anomalías negativas de hasta -4 °C. Estos valores estuvieron asociados a salinidades propias de acf; a excepción de algunas zonas con salinidades más bajas frente a la desembocadura de ríos como Zorritos, Salaverry-Chimbote, Punta Bermejo-Huacho, Pisco y Atico.

5. CONCLUSIONES

El volumen de plancton se registró en promedio con 0,37 mL.m⁻³, continuando con tendencia de valores menores a 1 mL.m⁻³. El fitoplancton destacó en 60 % de estaciones, predominando en la zona costera (hasta 30 mn). Latitudinalmente el mayor volumen promedio se localizó a 12-14°S entre 30 y 60 mn, con dominancia de fitoplancton.

Las condiciones ambientales de La Niña Costera de magnitud débil, se vieron reflejadas en la distribución del indicador biológico de acf, *P. obtusum*, con presencia en 64 % de estaciones, predominando en la zona costera hasta aproximadamente 80 mn frente a Malabrigo y Chimbote.

La mediana de la abundancia celular de fitoplancton fue de 190×10^3 cél. L⁻¹. El mayor aporte fue de microfitoplancton destacando las diatomeas *L. danicus* y *S. costatum*. El índice de diversidad presentó máximo 2,36 bits.cél⁻¹, reflejando las primeras fases de sucesión ecológica de la comunidad.

Las diatomeas fueron el grupo más significativo, sobre todo en las zonas costeras, salvo el perfil Malabrigo donde se registró predominancia hasta fuera de costa. En segundo lugar, la componente del nanofitoplancton (fitoflagelados) tuvieron un

aporte bastante significativo, en algunos casos fue el grupo más abundante.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al Dr. Dimitri Gutiérrez, Director de DGIOCC- IMARPE, por la revisión y aportes al presente manuscrito, a los miembros del Laboratorio de Fitoplancton y Producción Primaria, por su contribución con los análisis de muestras. Al laboratorio de Hidrofísica Marina por la información de la componente física del crucero y a Carlos Quispe por (LMOECC/AFIOF/DGIOCC) al facilitar la serie del ITCP.

6. REFERENCIAS

- BALECH, E. (1988). *Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental*. Public. Espec. Inst. Español de Oceanog. España. 310 p. [Los dinoflagelados del Atlántico sudoccidental by Enrique Balech | Biblioteca Abierta \(openlibrary.org\)](#)
- CUPP, E. E. (1943). Marine plankton diatoms of the west coast of North America. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr.*, 5(1), 1-237.
- DELGADO, E. (2018). Características del fitoplancton del mar peruano. Verano 2014, Crucero 1402-04. *Bol. Inst Mar Perú*, 33(1), 65 – 72. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3263>
- DELGADO, E. & CHANG, F. (2015). Fitoplancton del mar peruano, verano 2010. *Inf Inst Mar Perú*, 42(3), 389-397. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/2988>
- DELGADO, E., SÁNCHEZ, S., CHANG, F., BERNALES, A. & JACOBO, N. (2019). Cambios del fitoplancton en el mar peruano durante el verano 2017. Crucero 1703-04, BIC José Olaya y Luis Flores. *Bol Inst Mar Perú*, 34(1), 61-79. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3361>
- ENFEN. (2022). Estado del sistema de alerta: Alerta de La Niña Costera1. Comunicado oficial N° 02-2022. 14 de febrero de 2022. [Comunicado Oficial ENFEN N°02-2022.pdf \(igp.gob.pe\)](#)
- HASLE, G. & SYVERTSEN, E. (1996). Marine diatoms. In: C. Tomas (ed.). *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Academic Press, Inc. San Diego. 1-383pp. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-693015-3.X5000-1>
- 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. <https://doi.org/10.1017/S0025315400016660>
- HUSTEDT, F. (1930). Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. En: L. Rabenhorst's (ed) *Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz*. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971, 920 pp.
- IMARPE. (2022a). Informe G.T.I. de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras febrero 2022. [Informe GTI febrero 2022.pdf \(www.gob.pe\)](#)
- IMARPE. (2022b). Informe G.T.I. de las condiciones oceanográficas y biológico-pesqueras marzo, abril 2022. [Informe GTI Marzo_Abril_2022.pdf \(www.gob.pe\)](#)
- MORENO, J. L., LICEA, S. & SANTOYO, H. (1966). *Diatomeas del Golfo de California*. Universidad Autónoma de Baja California Sur, PROMARCO. México. 273 pp.
- LICEA, S., MORENO, L., SANTOYO, H. & FIGUEROA, G. (1995). *Dinoflagelados del Golfo de California*. Universidad Autónoma de Baja California Sur - PROMARCO. México, pp. 1-165.
- OCHOA, N. & GÓMEZ, O. (1997). Dinoflagelados del mar peruano como indicadores de masas de agua durante los años 1982 a 1985. *Bol Inst Mar Perú*, 16(2), 61-84. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/956>
- SÁNCHEZ, S. & VILLANUEVA, P. (2019). Microfitoplancton del verano 2009. Características y asociaciones interespecíficas. BIC Olaya, Humboldt e IMARPE VI. *Bol Inst Mar Perú*, 34(1), 49-60. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3362>
- SÁNCHEZ, S., QUISPE, J. & MENDOZA, J. (2017). Variabilidad del plancton y efectos de El Niño y La Niña sobre el fitoplancton: 2013-2016. *Inf Inst Mar Perú*, 44(1), 14 – 19. <https://hdl.handle.net/20.500.12958/3147>
- SCHILLER, J. (1971). Dinoflagellatae (Peridinea) in monographischer Behandlung.1 Teil. In: L. Rabenhorst (ed) *Kriptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz*. Section 3, Part. I. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, London: 617 pp.
- SOURNIA, A. (1967). Le genre *Ceratium* (Peridinium Planctonique) dans le Canal de Mozambique. Contribution a une révision mondiale. *Vie et Milieu*, 18(2A-A), 375-580.
- STEIDINGER, K. & TANGEN, K. (1996). Dinoflagellates. In: Tomas C. (ed.). *Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates*. Academic Press, Inc. San Diego. 387-570pp.
- THRÖNDSSEN, J. (1978). Preservation and storage. In: A. Sournia (Ed.) *Phytoplankton manual*. UNESCO, París. 69 - 74 pp.
- THRÖNDSSEN, J. (1993). The Planktonic Marine Flagellates. In Tomas C. (ed.). *Marine Phytoplankton a guide to naked flagellates and coccolithophorids*, Cap. 2. Academic Press, Inc. San Diego. 7-145 pp.
- UTERMÖHL, H. (1958). Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung Theoretische und Angewandte Limnologie*, 9, 1-38.