

BOLETÍN

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

ISSN 0458-7766

VOLUMEN 33, Número 1



Enero - Junio 2018
Callao, Perú



EL FITOPLANCTON EN INVIERNO 2014. CRUCERO DE ESTIMACION DE BIOMASA DESOVANTE DE ANCHOVETA PERUANA

THE PHYTOPLANKTON IN WINTER 2014. SURVEY CRUISE ESTIMATING SPAWNING BIOMASS FOR ANCHOVETA

Avy Bernales¹ Flor Chang¹

RESUMEN

BERNALES A, CHANG F. 2018. El fitoplancton en invierno 2014. Crucero de estimación de biomasa desovante de anchoveta peruana. *Bol Inst Mar Perú*. 33(1): 73-78.- Durante el invierno del 2014, los volúmenes de plancton superficial oscilaron entre 0,038 y 13,929 mL.m⁻³, con promedio general de 1,76 mL/m³. El fitoplancton fue predominante en el 32% de las estaciones, distribuyéndose principalmente en la franja costera entre Punta La Negra y Pisco, con mayor amplitud frente a Chicama, Callao y Pisco; mientras que el microzooplancton predominó en el 60% de las estaciones. Se determinó el indicador de Aguas Costeras Frías (ACF), *Protoperidinium obtusum*, a 2 mn frente a Chilca, coincidiendo con núcleos mayores a 3 y 4 mL.m⁻³ donde el fitoplancton fue predominante; el indicador de ASS *Ceratium praelongum* fue determinado a 25 mn, entre Huarmey y Huacho.

PALABRAS CLAVE: fitoplancton, biomasa planctónica, indicadores biológicos, invierno 2014

ABSTRACT

BERNALES A, CHANG F. 2018. The phytoplankton in winter 2014. Survey cruise estimating spawning biomass for anchoveta. *Bol Inst Mar Peru*. 33(1): 73-78.- During winter 2014, plankton volumes on surface ranged from 0.038 to 13.929 mL.m⁻³, with a mean of 1.76 mL/m³. The phytoplankton was the main component in 32% of the stations, being mainly in the coastal area between Punta La Negra and Pisco, with greater amplitude off Chicama, Callao and Pisco. The Cold Coastal Waters indicator (CCW), *Protoperidinium obtusum*, was localized at 2 nm off Chilca, coinciding with concentrations greater than 3 and 4 mL.m⁻³, where the phytoplankton was predominant. *Ceratium praelongum*, the Subtropical Surface Waters indicator (SSW), was registered between Huarmey and Huacho at 25 nm.

KEYWORDS: phytoplankton, planktonic biomass, biological indicators, winter 2014

1. INTRODUCCIÓN

La anchoveta es una especie epipelágica multidesovadora, cuyo máximo pico de desove se presenta en invierno (SANTANDER y FLORES 1983). Por ello, es en este período en el que se realizan los cruceros de biomasa desovante en los cuales se aplica el Método de Producción de Huevos (MPH) con el objetivo de estimar el nivel de biomasa y recomendar las cuotas de captura más convenientes para su manejo y uso sostenible.

Entre abril y julio del 2014 se registraron condiciones anómalas caracterizadas por intromisión de aguas. Por el norte fueron Aguas Tropicales Superficiales (ATS), por el oeste Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) y por el sur Aguas Subtropicales Superficiales (ASS); además, las ASS presentaron un fuerte ingreso a la altura de Huarmey (10°S) todo lo cual redujo el hábitat de la anchoveta, a lo que se sumó el arribo de ondas Kelvin, desde febrero, habiendo desplazado la biomasa de anchoveta desde la región central hacia el sur (IMARPE 2014a²).

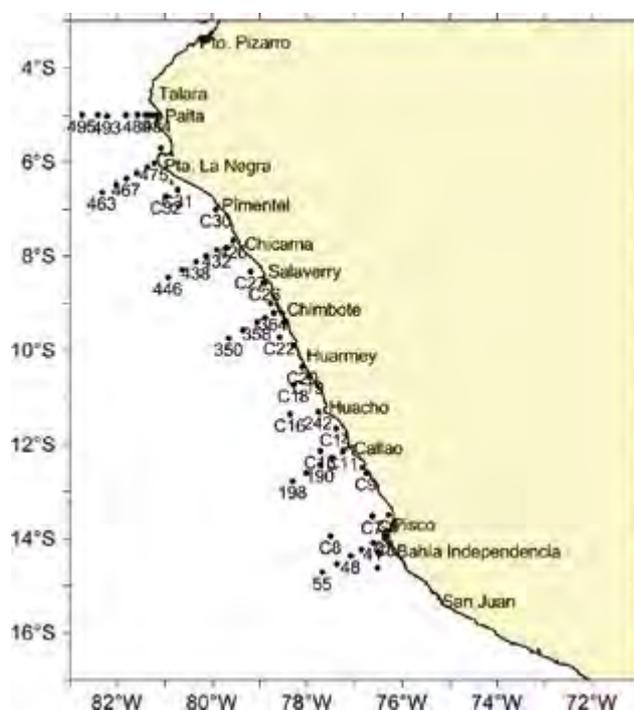


Figura 1.- Estaciones de muestreo. Cr. Biomasa Desovante de Anchoveta 1408-09

1 IMARPE. Laboratorio de Fitoplancton y Producción Primaria. abernales@imarpe.gob.pe, fchang@imarpe.gob.pe

2 IMARPE. 2014 a. Situación del Stock Norte - Centro de la anchoveta peruana a octubre del 2014. Inf Inst Mar Perú. 28 pp.

Personal del Laboratorio de Fitoplancton y Producción Primaria participó en el Crucero de Biomasa Desovante para determinar los cambios de distribución, composición, abundancia relativa del fitoplancton así como la presencia de organismos indicadores de masas de agua en el invierno del 2014.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Del 26 de agosto al 30 de setiembre 2014, se efectuó el Crucero de Estimación de Biomasa Desovante de Anchoveta, en el área comprendida entre Paita y Pisco a bordo del BIC Humboldt, con una cobertura aproximada de 100 mn (Fig. 1).

Se realizaron arrastres superficiales con red estándar de fitoplancton (75 micras) a velocidades de 2, 2,5 y 3 nudos, colectándose 64 muestras, que se fijaron con 10 mL de formalina neutralizada al 20% (THRONDSEN 1978) para la determinación semicuantitativa de la comunidad del microfitoplancton y de indicadores biológicos de masas de agua.

Además, mediante lances de botellas Niskin, se colectaron 66 muestras de agua de fitoplancton correspondientes a los perfiles hidrográficos de Paita, Punta Falsa, Chicama, Chimbote, Callao y Pisco, en columna de agua (Callao y Pisco) y a 10 m en los demás perfiles para posterior análisis cuantitativo por el método de Utermöhl en laboratorio. La preservación se realizó con 2 mL de formalina neutralizada al 20%.

En laboratorio, se procedió a la determinación de los volúmenes de plancton por el método de centrifugación por 5 minutos y a 3 nudos de velocidad. Se utilizó la fórmula:

$$V = Vc/K$$

Donde:

V: volumen de plancton

Vc: volumen de plancton centrifugado

K: 6,6273 m³, constante que indica el agua filtrada por la red y para la determinación de volúmenes se siguió a UNESCO (1981).

Para evaluar la distribución de los volúmenes de plancton respecto a las áreas del stock de la anchoveta se realizaron boxplots.

Se realizó un análisis semi-cuantitativo de muestras, otorgando a los organismos más representativos del microplancton (fito y zooplancton) valores convencionales de acuerdo a su abundancia siguiendo la metodología descrita por IMARPE.

En la determinación taxonómica de los componentes del fitoplancton se emplearon los trabajos de HUSTEDT (1930), CUPP (1943), HENDEY (1964), LICEA *et al.* (1966 a, b), SOURNIA (1967), SCHILLER (1971), SUNDSTRÖM (1986), BALECH (1988), THRONDSEN (1993), HASLE y SYVERTSEN (1996) y STEIDINGER y TANGEN (1996).

3. RESULTADOS

DISTRIBUCIÓN DE LOS VOLÚMENES DE PLANCTON Y COMPOSICIÓN DEL FITOPLANCTON EN SUPERFICIE

El promedio de la biomasa planctónica fue de 1,76 mL/m³, la predominancia del microzooplancton se registró en la mayoría de las estaciones. Entre Bahía Independencia y Paita se determinaron volúmenes de plancton que variaron entre 0,038 y 13,929 mL.m⁻³, este último entre Punta La Negra y Pimentel a 35 mn; así como núcleos importantes de 7 y 9 mL.m⁻³ frente a Chancay (Fig. 2) que se caracterizaron por predominancia del fitoplancton, con abundancia de diatomeas neríticas de fases iniciales e intermedias de sucesión como *Chaetoceros debilis* Cleve; *Ch. lorenzianus* Grunow; *Eucampia zodiacus* Ehrenberg y *Lithodesmiun undulatum* Ehrenberg, asociados con los dinoflagelados cosmopolitas *Ceratium furca* = *Tripus furca* Gómez; *C. buceros* Zacharias; *C. dens* Ostenfeld y Schmidt; *Protoperidinium conicum* Balech; *P. depressum* Balech y *P. pentagonum* Balech.

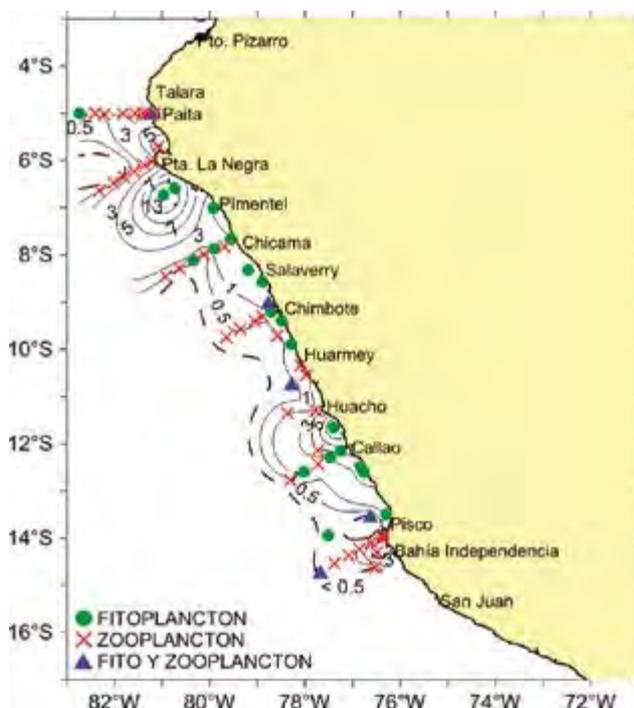


Figura 2.- Distribución de volúmenes de plancton en superficie (mL.m⁻³). Cr. Biomasa Desovante de Anchoveta 1408-09

Frente a Paita, se detectó predominancia del microzooplancton hasta las 80 mn, asociado a presencia de diatomeas y dinoflagelados de aguas cálidas, además de presentarse un florecimiento de la diatomea *Detonula pumila* Gran, localizada a 100 mn de la costa, coincidiendo con los valores altos de oxígeno (5 mL.L^{-1}).

En Punta Falsa se registró mayor diversidad de diatomeas (*Rhizosolenia temperei* Peragallo) y dinoflagelados de aguas cálidas con algunas especies de afloramiento, entre los dinoflagelados *Pyrocystis fusiformis* Thomson; *P. noctiluca* Murray; *Ceratium gibberum* Gouret; *Dinophysis cuneus* Abé; *Protoperidinium grande* Balech, comunidad relacionada a mezcla de masas de agua (ACF y ASS).

En el perfil Chicama, a 30 y 45 mn destacaron por abundancia *Ch. compressus* Lauder, *Ch. lorenzianus*, *Ch. affinis* Lauder, también se encontraron especies oceánicas como *Lioloma delicatulum* Hasle y *Planktoniella sol* Schütt. A 14 mn se registraron algunas diatomeas oceánicas y centrales.

Replegados a la costa, entre Salaverry y Chimbote se presentaron núcleos dominados por asociaciones de diatomeas neríticas (*Ch. lorenzianus*, *Thalassionema nitzschoides* Mereschowsky; *Coscinodiscus perforatus* Cleve y Moller) y oceánicas (*Thalassiosira partheneia* Schrader; *Achnanthes longipes* Agardh; *Lioloma delicatulum* Hasle; *Planktoniella sol*), además de algunos dinoflagelados cosmopolitas y especies de aguas cálidas como *Protoperidinium grande* Balech.

Frente a Chimbote (6 mn) la comunidad fitoplanctónica estuvo caracterizada por diatomeas de afloramiento como *Chaetoceros lorenzianus*, *Ch. compressus*, *Ch. affinis*, *Detonula pumila*, asociadas desde las 18 mn con diatomeas oceánicas como *Thalassiosira partheneia*, *Proboscia alata* v. *indica* Lincea y Santoyo; *Lioloma delicatulum* y con dinoflagelados de aguas cálidas como *Ceratium lunula* Schimper; *C. trichoceros* Kofoid; y *C. gibberum* v. *dispar* Sournia.

La comunidad fitoplanctónica en Pisco estuvo caracterizada principalmente por mayor número de especies de dinoflagelados de aguas cálidas como *Ceratium hexacanthum* Gouret; *C. gravidum* Gouret; *C. lunula* Schimper; *C. vultur* (Cleve); *C. paradoxides* Cleve; *Amphisolenia bidentata* Schröder; *Goniodoma polyedricum* Jørgensen; *Ceratocorys horrida* Stein, diatomeas oceánicas como *Planktoniella sol* y diatomeas ticoplanctónicas como *Thalassionema nitzschoides* desde las 18 mn relacionados a Aguas subtropicales superficiales.

Frente a Tambo de Mora se registró el volumen de $1,05 \text{ mL.m}^{-3}$, dado por un bloom fitoplanctónico de las

diatomeas *Ditylum brightwellii* Grunow y *Chaetoceros debilis* Cleve, asociado a valores altos de pH y oxígeno.

En bahía Independencia, a 14 mn, se determinó un núcleo mayor a 3 mL.m^{-3} , donde predominaron eufáusidos y ctenóforos.

Entre Supe y Huarney, predominaron diatomeas centrales de fases intermedias de sucesión como *Coscinodiscus perforatus* Cleve y Möller.

El fitoplancton fue predominante en el 32% de las estaciones, distribuyéndose en la franja costera entre Punta La Negra y Pisco, con mayor amplitud frente a Chicama, Callao y Pisco (Fig. 2); el microzooplancton predominó en el 60% de las estaciones, localizándose en casi todos los perfiles hasta fuera de las 60 mn. El porcentaje restante lo compartió la codominancia del microfítoplancton con el microzooplancton que se dio frente a Chimbote, entre Huarney y Huacho y a 80 mn de Pisco (Fig. 2).

DISTRIBUCIÓN LATITUDINAL DE LOS VOLÚMENES PROMEDIO DE PLANCTON

El volumen promedio en superficie dentro de las 30 mn, fue mayor a 1 mL.m^{-3} . El mayor volumen promedio ($6,61 \text{ mL.m}^{-3}$) se encontró entre 11 y 12°S. Volúmenes mayores a 3 mL.m^{-3} se registraron entre 5 - 7°S y 12 - 13°S.

Entre las 30 y 60 mn se registraron volúmenes promedio de plancton menores a 1 mL.m^{-3} , con excepción de dos picos máximos de 4,84 y 2,63 mL/m^3 , situados entre 6 - 7°S y entre 12 - 13°S, respectivamente (Fig. 3).

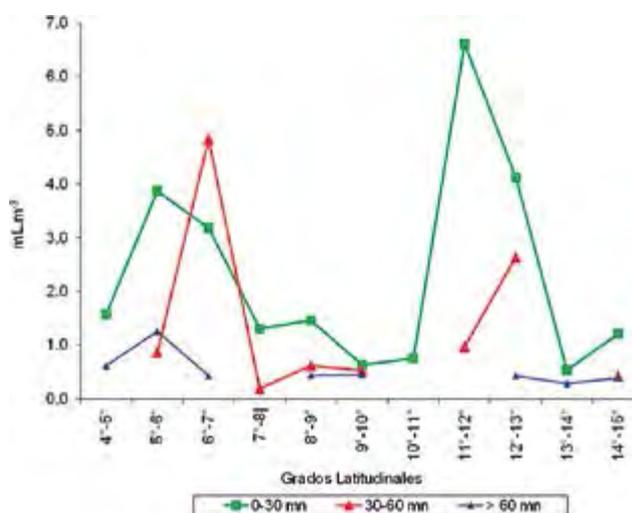


Figura 3.- Distribución latitudinal de volúmenes de plancton (mL/m^3). Cr. Biomasa Desovante de Anchoqueta 1408-09

Por fuera de las 60 mn, las concentraciones medias de plancton fueron bajas en casi todo el litoral con valores menores a 0,5 mL.m⁻³, a excepción de la zona norte entre 4 y 6°S. Cabe destacar que los picos máximos correspondieron a predominancia de fitoplancton, excepto el registrado entre 5 y 6°S donde predominó el microzooplancton dentro de las 30 mn.

Se evaluó zonalmente el volumen promedio de plancton de acuerdo a las áreas de distribución del stock de la anchoveta: Área Norte y Área Centro Sur.

ÁREA NORTE

Dentro de las 30 mn los volúmenes de plancton mostraron distribución simétrica, el valor mínimo fue de 0,1 y máximo de 2,43 mL.m⁻³. El 50% de los datos correspondiente al segundo cuartil (mediana) alcanzó el valor de 0,86 mL.m⁻³, similares a lo reportado por fuera de las 30 mn, aunque los volúmenes mostraron distribución asimétrica positiva. Por otro lado, el 75% (Q3) de los volúmenes, entre las 0 mn y por fuera de las 60 mn tienen valores menores a 1,36 mL.m⁻³ (Fig. 4).

ÁREA CENTRO SUR

Dentro de las 30 mn los volúmenes de plancton presentaron distribución asimétrica positiva, con valor mínimo de 0,03 y máximo de 5,76 mL.m⁻³. En cambio desde las 30 mn hasta por fuera de las 60 mn se observaron los volúmenes con distribución simétrica y muy homogénea, los valores fluctuaron entre 0,26 y 0,51 mL.m⁻³. El 50% de los datos correspondientes

al segundo cuartil (mediana) mostraron leves fluctuaciones comprendidas entre 0,98 y 0,43 mL.m⁻³. Asimismo, en el 75% (Q3) de los volúmenes, entre las 0 y por fuera de las 60 mn, se registraron valores menores a 3,05 mL.m⁻³ (Fig. 4).

DISTRIBUCIÓN DE ORGANISMOS INDICADORES DE MASAS DE AGUA (FIG. 5)

Se determinó el indicador de Aguas Costeras Frías (ACF) *Protoperidinium obtusum* Parke y Dodge, a 2 mn frente a Chilca, coincidiendo con núcleos mayores a 3 y 4 mL.m⁻³ donde el fitoplancton fue predominante. Asimismo, fue registrado dentro de las 5 mn, entre Supe y Huarmey.

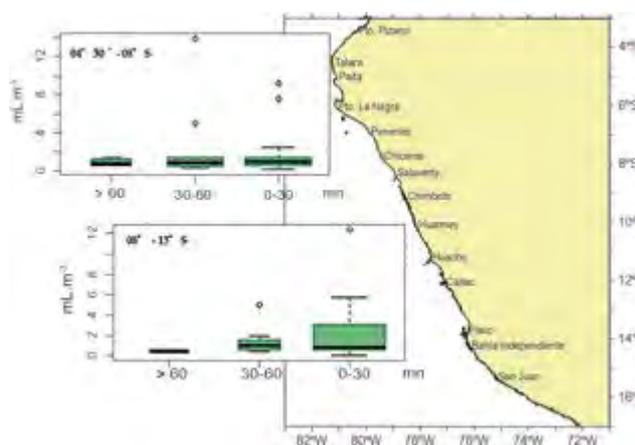


Figura 4.- Boxplot de distribución de volúmenes de plancton. Cr. Biomasa Desovante de anchoveta 1408-09

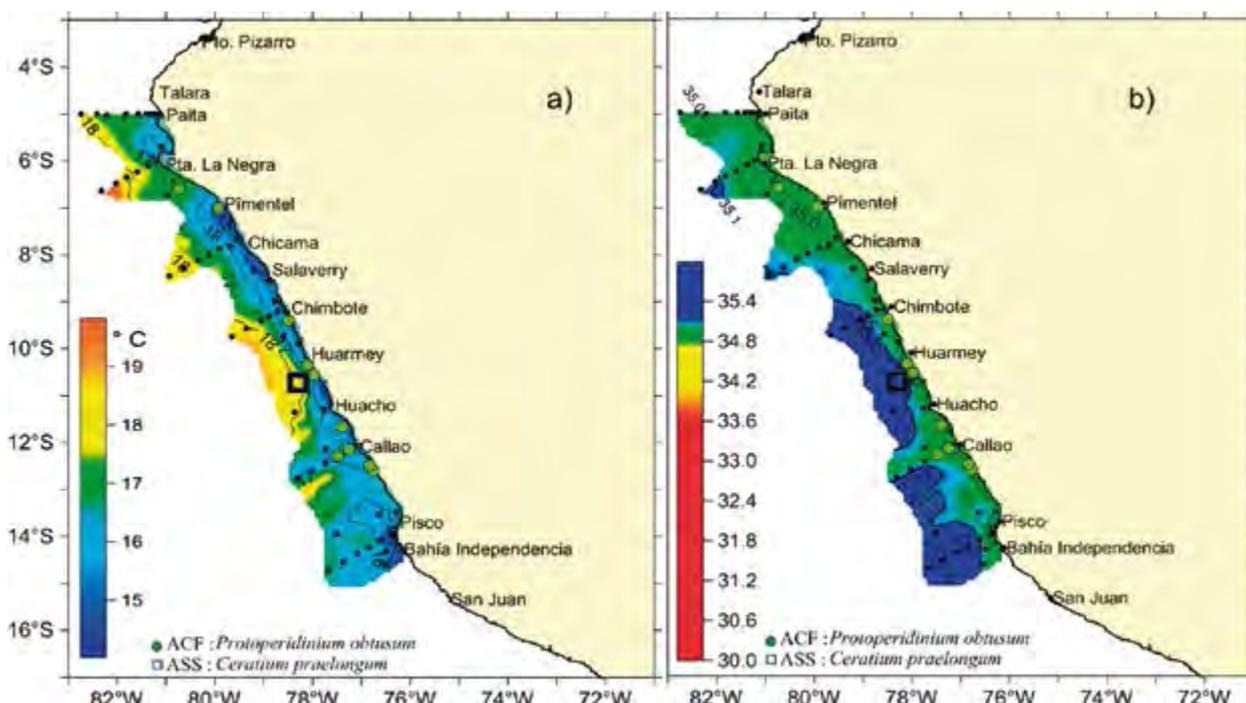


Figura 5.- Indicadores biológicos de masas de agua: a) en función a TSM y b) en función a SSM. Cr. Biomasa Desovante de Anchoveta 1408-09

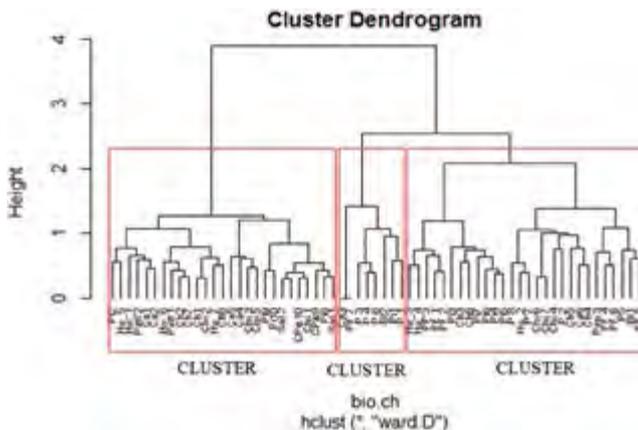


Figura 6.- Dendrograma del análisis de clasificación entre especies de fitoplancton basado en lugares. Cr. Biomasa Desovante de Anchoveta 1408-09

Mientras que el indicador de ASS, *Ceratium praelongum* Kofoid, fue determinado a 25 mn, entre Huarmey y Huacho, asociado con diatomeas (*Lioloma delicatulum* Hasle y *Thalassiothrix longissima* Cleve y Grunow) y dinoflagelados (*Ceratium gibberum* Gourret y *C. falcatum* Jörgensen) especies de aguas cálidas. No se determinaron indicadores de masas de agua en los perfiles Paita y Punta Falsa.

ANÁLISIS DE SIMILARIDAD DE JACCARD

El análisis de similaridad según Jaccard resultó en un dendrograma con 3 clusters (Fig. 6):

Cluster 1.- Conformado por diatomeas de fases intermedias, de abundancia destacable, como *Eucampia zoodiacus*.

Cluster 2.- Conformado por estaciones ubicadas en su mayoría frente a Paita y al centro sur del litoral, caracterizadas por la predominancia del microzooplancton asociada a algunas diatomeas como *Achnanthes longipes*; *Lithodesmium undulatum* Ehrenberg; *Coscinodiscus perforatus*; *Planktoniella sol*; *Licmophora abbreviata* Agardh y escasa representatividad de dinoflagelados.

Cluster 3.- Agrupó estaciones con predominancia de fitoplancton, destacando en abundancia diatomeas centrales propias de afloramiento como *C. perforatus*, *Actinocyclus* sp., *Chaetoceros compressus* Lauder; *Ch. affinis*; *Ch. lorenzianus*; *Ch. constrictus* Gran; *Detonula pumila*; *Thalassiosira* cf. *partheneia*, y pennates como *Thalassionema nitzschioides*; con dinoflagelados

cosmopolitas como *Ceratium furca*, *C. buceros*, *C. tripos* Nitzsch; *Protoperdinium conicum* y algunos dinoflagelados de aguas cálidas como *P. grande*, *C. symmetricum* Pavillard; *C. gravidum*, *C. arietinum* Cleve.

4. DISCUSIÓN

Las condiciones oceanográficas del mar peruano fueron alteradas por la intromisión de aguas cálidas y el arribo de ondas Kelvin (IMARPE 2014b³) lo que favoreció la predominancia del microzooplancton sobre el microfítoplancton, aunque con algunos núcleos importantes de 7 y 9 mL.m⁻³ frente a Chancay con predominancia de fitoplancton. Dicha situación fue diferente a la presentada en el invierno 1998, cuando las máximas concentraciones estuvieron dominadas por la componente del microzooplancton (VILLANUEVA *et al.* 1998).

En relación a los núcleos de biomasa planctónica, las mayores concentraciones a nivel superficial, se registraron dentro de las 30 mn, entre 11 y 12°S (6,61 mL.m⁻³) y entre 30 y 60 mn frente a los 6 - 7°S (4,84 mL/m⁻³), a diferencia de lo encontrado en el invierno 1996 y 2007 (GIRÓN *et al.* 1996) cuando las mayores concentraciones se situaron al norte de los 7°S (10,0 mL/m⁻³) y la intensificación y persistencia de vientos alisios favorecieron la surgencia de aguas frías resultando en el mayor desarrollo de fitoplancton. Los dos inviernos de los años 1996 y 2007 fueron identificados como eventos La Niña.

Respecto a la distribución de los indicadores biológicos del plancton en el invierno 2014 *Protoperdinium obtusum*, indicador de las aguas costeras frías (ACF) fue registrado principalmente en la franja costera, situación que fue diferente a lo encontrado en los inviernos de los años 2006 y 2000 (SÁNCHEZ 2000⁴) cuando fue detectado hasta las 60 y 90 mn, respectivamente, probablemente como consecuencia del Evento La Niña (ENFEN⁵ 2007) así como en el invierno 2005 (DELGADO y CHANG 2008)

Ceratium praelongum, indicador de las aguas subtropicales superficiales (ASS), durante los años 2002, 2003, 2004 fue localizado al norte de los 6°S principalmente (CHANG y DELGADO 2008, SÁNCHEZ y JACOBO 2008), área que se caracterizó por la intromisión de ASS, con fuertes proyecciones frente a Punta Falsa (15 mn de la costa). En el invierno 2014 se registró entre Huarmey y Huacho a 25 mn.

3 IMARPE. 2014b. Situación actual del stock norte – centro de la anchoveta peruana y perspectivas de explotación para el periodo abril – julio 2014. http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/inf_anch_tempo1_2014.pdf / Situación actual del stock norte – centro de la anchoveta peruana y perspectivas de explotación para el periodo octubre 2014 – marzo 2015. http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/inf_anch_tempo1_2014.pdf

4 SÁNCHEZ S. 2000. Características del Fitoplancton de invierno durante el Crucero de Evaluación de Biomasa Desovante de Anchoveta (25 agosto al 23 de setiembre 2000).

5 ENFEN. 2007. Informe Técnico Febrero 2007. http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_enfen_inf_tec_enfen_feb07.pdf

5. CONCLUSIONES

La distribución de los indicadores de ACF (*P. obtusum*) y de ASS (*C. praelongum*) coincidió con las temperaturas y salinidades propias de dichas masas de agua.

La persistencia de aguas cálidas y mezcla de masas de agua durante el invierno 2014 mantuvo restringida la distribución de *P. obtusum* a la franja costera, así como determinó la predominancia del microzooplancton en la mayoría de las estaciones, asociado a una comunidad fitoplanctónica con mayor número de especies pertenecientes a ese tipo de agua.

6. REFERENCIAS

- BALECH E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Publ. Esp. Inst. Esp. Oceanogr., Madrid. 219 pp.
- CHANG F, DELGADO E. 2008. Phytoplankton in winter 2003. Inf Inst Mar Perú. 35 (2): 103-107.
- CUPP E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps it. Oceanogr. 5: 1-237.
- DELGADO E, CHANG F. 2008. Fitoplancton del mar peruano a fines del invierno 2005. Inf. Inst. Mar Perú. 35(2): 153-157.
- GIRÓN M, CHANG F, AYÓN P. 1996. Larvas de Ancholeta Peruana (*Engraulis ringens*) y su relación con el fitoplancton como alimento disponible. Inf. Especial. (123): 20-27.
- HASLE G, SYVERTSEN E E. 1996. Marine diatoms. In: Tomas C. (Ed.). Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates. Academic Press, Inc. San Diego. 383 pp.
- 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.
- HUSTEDT F. 1930. Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz mit Berücksichtigung der ubrigen Lander Europas sowie der angränzenden Meerresgebiete. En: L. Rabenhorst (Ed.) Kryptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz. 1 Teil. Akat. Verlagsges. Leipzig, Reprint Johnson Rep. Goop, New York 1971. 920 pp.
- LICEA S, MORENO L, SANTOYO H. 1966a. Diatomeas del Golfo de California. Inst. Ciencias del Mar y Limnología, México. 258 pp.
- LICEA S, MORENO L, SANTOYO H. 1966b. Dinoflagelados del Golfo de California. Inst. Ciencias del Mar y Limnología, México. 258 pp.
- SÁNCHEZ S, JACOBO N. 2008. El fitoplancton durante el invierno 2004. Inf. Inst. Mar Perú. 35(2): 119-122.
- SANTANDER H, FLORES R. 1983. Los desoves y distribución larval de cuatro especies pelágicas y sus variaciones del ambiente marino frente al Perú. FAO. Fish. Rep/FAO Inf. Pesca (291). Vol 3: 835-67
- SCHILLER J. 1971. Dinoflagellatae (Peridinea) in monographischer Behandlung. 1 Teil. En: L. Rabenhorst (ed) Kriptogamenflora von Deutschland, Osterreich und der Schweiz., Vol. X Flagellatae, Section III3, Part. I. Reprint by Johnson Repr. Corp. New York, London. 617 pp.
- SOURNIA A. 1967. Le genre *Ceratium* (Péridinien 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. 387-570.
- SUNDSTRÖM B. 1986. The marine diatom genus *Rhizosolenia*. A new approach to the taxonomy. Lund, Sweden. 196 pp.
- THRONDSSEN J. 1978. Preservation and storage. En: A. Sournia (Ed.) Phytoplankton manual. UNESCO, Paris. 69-74.
- THRONDSSEN 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.
- UNESCO. 1981. Programa de plancton para el Pacífico Oriental. Informes de la UNESCO sobre ciencias del mar. Inst. Mar Perú, Callao. 11: 25-26.
- VILLANUEVA P, FERNÁNDEZ C, SÁNCHEZ S. 1998. Biomasa planctónica como alimento disponible durante el Crucero BIC Humboldt y BIC José Olaya Balandra 9808-09 de Paita a Los Palos (Tacna). Inf. Inst. Mar Perú. (141): 49-54.