INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378 - 7702
Volumen 35 Número 2

Cruceros de evaluación de la biomasa desovante de la anchoveta peruana. Método de la producción de huevos (MPH). Invierno 2003, 2004, 2005

Abril –Junio 2008

Callao, Perú

CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS FÍSICAS EN INVIERNO 2004

PHYSIC OCEANOGRAPHIC CHARACTERISTICS IN WINTER 2004

Luis Vásquez Espinoza

Vásquez L. 2008. Características oceanográficas físicas en invierno 2004. Inf Inst Mar Perú 35(2): 123-128.- Las observaciones se realizaron durante el crucero BIC Olaya y SNP2 0408-09, para evaluación de la biomasa desovante de anchoveta. La distribución térmica indicó predominio de condiciones ambientales casi normales (ATSM +0,5 y -0,5 °C), con zonas cálidas al norte de Paita (+3,0 °C, AES) y frente al Callao (>+0,5 °C, ASS), y una zona fría (ATSM >-1, °C) entre Paita y Pimentel. La salinidad indicó presencia inusual de aguas superficiales subtropicales (ASS) al sur de Pimentel. El ambiente cálido al norte de Paita mostró desplazamientos de aguas ecuatoriales hasta 6°S (>18 °C, >34,8 ups), aproximación de aguas oceánicas hasta 30 mn de la costa y ACF dentro de las 30 mn, ampliando su distribución al sur de Pisco. Los vientos SE y SO variaron en intensidad de 1,2 a 12 m/s, y fueron moderados a intensos al sur de 8°S; de intensidad moderada al norte de punta Falsa, y débiles entre Chicama y punta Falsa. La topografía de la isoterma 15 °C indicó flujos de norte a sur de cabo Blanco a punta Falsa (> 90 m) asociados a la ESCC, los cuales convergieron con los flujos de sur a norte al sur de punta Falsa.
Palabras clave: temperatura, vientos, anomalías, invierno austral, mar peruano.

Vásquez L. 2008. Physic oceanographic characteristics in winter 2004. Inf Inst Mar Perú 35(2): 123-128.- The observations were made during the BIC Olaya and SNP2 0408-09 cruise to evaluate the anchoveta spawning biomass. The predominance of thermal distribution indicated almost normal environmental conditions (temperature surface anomalies +0.5 and -0.5 °C) with warm areas north of Paita (+3.0 °C) with equatorial surface waters (ESW), off Callao (>+0.5 °C), with subtropical surface waters (SSW) and a cold zone (ATSM> -1 °C) from Paita to Pimentel. The salinity indicated the unusual presence of ASS south of Pimentel. The warm north of Paita had equatorial water shifts up to 6 °S (>18 °C, >34,8 psu), approximation of ocean waters up to 30 nm offshore and CCW within 30 nm, extending its distribution in southern Pisco. SE and SW winds varied in intensity from 1.2 to 12 m/s, and were moderate to intense south of 8°S; of moderate intensity north of Punta Falsa, and weak between Chicama and Punta Falsa. The topography of the 15 °C isotherm indicated flows from north to south (>90 m) of Cabo Blanco to Punta Falsa, associated with Southern Extension of Cromwell Current (SECC), and converged south of Punta Falsa with the other flows from south to north.
Keywords: temperature, winds, anomalies, Austral winter, Peruvian sea.

INTRODUCCIÓN

El crucero Evaluación de la Biomasa Desovante de la Anchoveta BIC Olaya y SNP2 0408-09 se ejecutó, como todos los años, con el fin de determinar los niveles de abundancia, distribución de huevos, larvas y estructura poblacional de este recurso, además de conocer las características del ambiente marino y su relación el comportamiento de esta fracción de la población. En el mes de julio 2004, las anomalías de la superficie del mar (ATSM) en el océano Pacífico occidental y central (Niño 1+2) mostraron valores entre -1,1°C y -0,1°C, que fueron similares en agosto, pero en la última semana del mes arribaron ondas cálidas que se propagaron de norte a sur, pegadas a la costa, produciendo un ligero incremento de la anomalía, que pasó de -1,3°C a -1,5°C

Los modelos numéricos y estadísticos de la NOAA (numérico acoplado del NCEP, acoplado del sistema de Pronóstico CFS), así como estadísticos de: Correlación Canónica CCA, Analógico Construido CA y Markoviano MKV, junto con el consolidado de todos ellos, pronosticaban condiciones dentro de lo normal a cálidas en el Pacífico central (área Niño 3.4: 120°W – 170°W y 5°S - 5°N) para los próximos tres meses. Resultados similares se obtuvieron con las observaciones del mes de agosto.

Bajo este panorama se desarrolló el Crucero 2004/08-09, encontrándose un ambiente cálido en la zona costera al norte de Paita, condiciones casi normales al sur de los 5°S, con desplazamiento de aguas ecuatoriales hasta los 6°S y un acercamiento de las aguas oceánicas hasta las 30 mn a la costa.

En este informe se da a conocer los resultados más relevantes de las condiciones físicas durante el presente crucero.

MATERIAL Y MÉTODOS

Entre el 6 agosto y el 8 setiembre 2004, el crucero Olaya y SNP2 0408-09, tuvo una cobertura desde frente a Cabo Blanco hasta Punta Infiernillos, con una amplitud máxima de 200 mn.

El estudio de la estructura térmica y halina en las secciones Paita,

lvasquez@imarpe.gob.pe

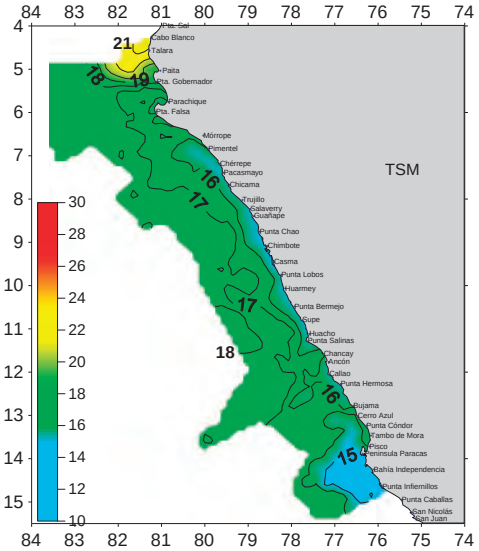

Figura 1.- TSM (°C). Crucero Biomasa Desovante 0408-09

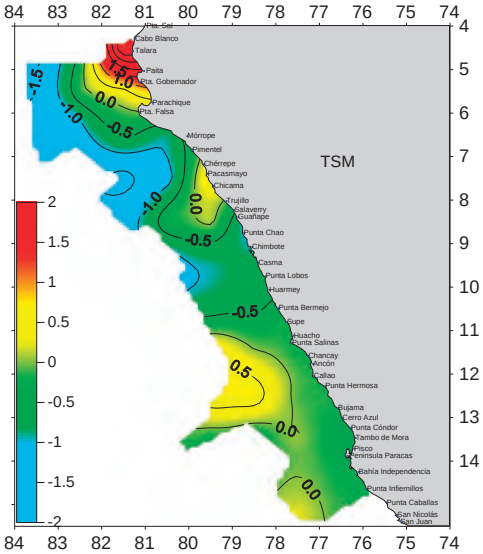

Figura 2.- ATSM (°C). Crucero Biomasa Desovante 0408-09

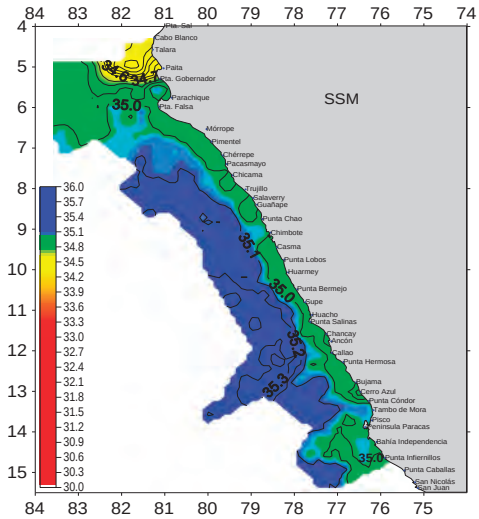

Figura 3.- Salinidad (ups). Crucero Biomasa Desovante 0408-09

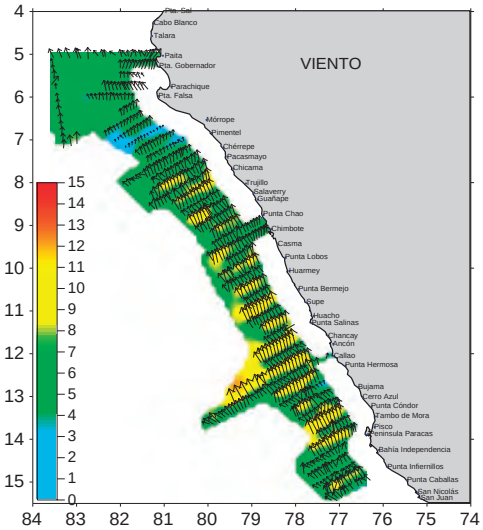

Figura 4.- Distribución del Viento (m/s). Crucero Biomasa Desovante 0408-09

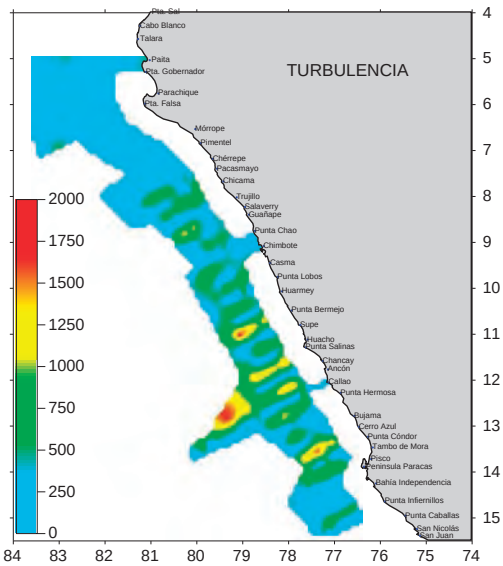

Figura 5.- Distribución de la turbulencia (m^3/s^3) Cr. Biomasa Desovante 0408-09

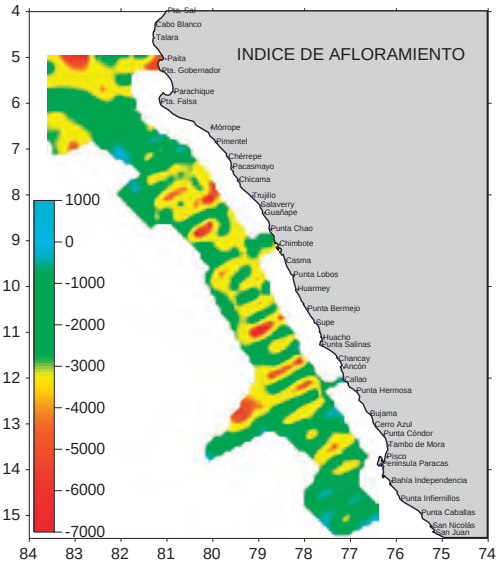

Figura 6.- Índice de afloramiento. Crucero Biomasa Desovante 0408-09

Punta Falsa, Chimbote, Callao y Pisco se realizó sobre la base de lanzamientos de CTD, hasta 500 m de profundidad; y de botellas Niskin hasta 300 m, en el BIC Olaya; y hasta 150 m en el BIC SNP2. Para el estudio de la capa superficial y subsuperficial del mar se obtuvieron datos de temperatura del aire y velocidad y dirección del viento (solo en el BIC Olaya) y muestras de agua para el análisis de salinidad cada 4 a 5 mn (durante las estaciones de plancton).

Las muestras de salinidad fueron analizadas por el método de inducción con el Portasal 8410A Guildline (BIC Olaya) y el salinometro Kahlsico RS 10 (BIC SNP-2).

Con la información de vientos se calculó Índice de Turbulencia (IT= v^3, m^3/s^3) que se obtiene de la intensidad del viento al cubo y los índices de afloramiento (IA) usando la ecuación:

$$IA = E / \cos(a),\ m^3 * s^{-1} * km^{-1}$$

Donde:

E : esfuerzo de viento y

a : ángulo de la línea de costa con la dirección del viento.

RESULTADOS

Temperatura

La temperatura en la superficie del mar (TSM) presentó rango de 14,0 a 20,4 °C; valores <16 °C, asociados al afloramiento costero, se registraron dentro de las 20 mn entre Mórrope y Callao, y al sur de Pisco ampliaron su distribución más allá de 90 mn. Las temperaturas >20°C se localizaron al norte de Paita relacionadas con aguas ecuatoriales (Figura 1).

En general la distribución térmica fue homogénea predominando las isotermas de 16° y 17°C en casi toda el área evaluada, con excepción a la zona norte donde se observó un mayor contraste térmico asociado al desplazamiento norte-sur de las aguas cálidas del norte (Golfo de Guayaquil) hasta los 5°S, en cambio en el extremo sur se observó la zona más fría asociada a un mayor afloramiento.

Anomalías térmicas

Las anomalías térmicas han presentado valores entre –1,67 °C (130 mn de Paita) y +3,60 °C (en la zona costera frente a Talara). Las condiciones ambientales predominantes fueron casi normales con anomalías entre –0,5 °C a +0,5°C, destacándose dos zonas cálidas: una dentro de las 60 mn al norte de Paita y la otra por fuera de las 60 mn del Callao. También se pudo observar una amplia zona fría entre Chicama y Paita (fuera de las 100 mn) donde las condiciones presentaron anomalías negativas hasta de –1,5 °C (Figura 2).

Salinidad

En la superficie del mar se registraron concentraciones de sales que variaron de 34,04 a 35,38 ups (Figura 3). Las concentraciones <34,8 ups se hallaron al norte de Punta Gobernador, asociadas a aguas del golfo de Guayaquil desplazadas al sur por la onda Kelvin y el relajamiento de los vientos. Los valores >35,30 ups, asociados a aguas oceánicas, se localizaron más allá de las 60 mn de costa y destacó un núcleo frente al Callao.

Las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) con índices termohalinos >18 °C y <34,8 ups, se encontraron desplazadas más al sur de su ubicación normal y llegaron hasta punta Falsa (4 y 5 setiembre 2004). Las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con salinidad >35,1 ups y temperaturas >17 °C, estuvieron presentes atípicamente por fuera de las 30 mn entre Pimentel y Punta Infiernillos. Las Aguas Costeras Frías (ACF) asociadas a procesos de afloramiento se encontraron dentro de las 30 mn ampliando su distribución al sur de Pisco.

Vientos

La intensidad de los vientos varió de 1,2 a 12,2 m/s; predominaron vientos moderados a intensos al sur de 8°S. Entre Chicama y Punta Falsa los vientos fueron débiles y al norte de Punta Falsa, vientos mostraron una intensidad moderada. Con referencia a la dirección del viento se observó una predominancia de vientos del segundo cuadrante (sureste SE) y tercer cuadrante (suroeste SO) (Figura 4).

Turbulencia

Los índices de menor turbulencia, con valores promedio <500 m^3/s^3, se registraron al norte de Chicama, lo que estaría favoreciendo la concentración de organismos planctónicos en esta zona. Al sur de esta localidad, el índice de turbulencia fue moderado (500 a 1000 m^3/s^3) y con algunos núcleos intensos (> 1000 m^3/s^3) principalmente al sur de Punta Bermejo, produciendo un elevado proceso de mezcla, que a su vez provoca una dispersión de alimento (plancton) en el agua y larvas (Figura 5).

Índice de afloramiento

El área geográfica en estudio está fuertemente condicionada por la forma de la línea de costa, batimetría, velocidad y dirección de los vientos (posición del anticiclón del Pacífico sur). Los índices de afloramiento indicaron procesos de surgencia permanente que coincidieron con la dirección de los vientos alisios del SE. Los promedios son mayores a -3000 $m^3s^{-1}km^{-1}$, y los índices más bajos se hallan al sur de Pisco y entre Pimentel y Punta Falsa, asociados a vientos débiles. Por otro lado no se observaron hundimientos o apilamiento en las áreas (Figura 6).

Profundidad de la isoterma de 15 °C

La profundidad de la isoterma de 15 °C varió de 11 a 97 m. Las mayores profundidades (mayores a 90 m) se localizaron entre Talara y Punta Falsa, así como también por fuera de las 100 mn frente al Callao; Por otro lado las profundidades menores a 20 m se ubicaron próximas a la costa frente a Chimbote y Callao. La distribución de las isobatas mostró flujos de norte a sur en la zona costera (dentro de las 60 mn) entre Cabo Blanco y Punta Falsa asociados a la ESCC, en cambio al sur de esta localidad los flujos fueron de sur

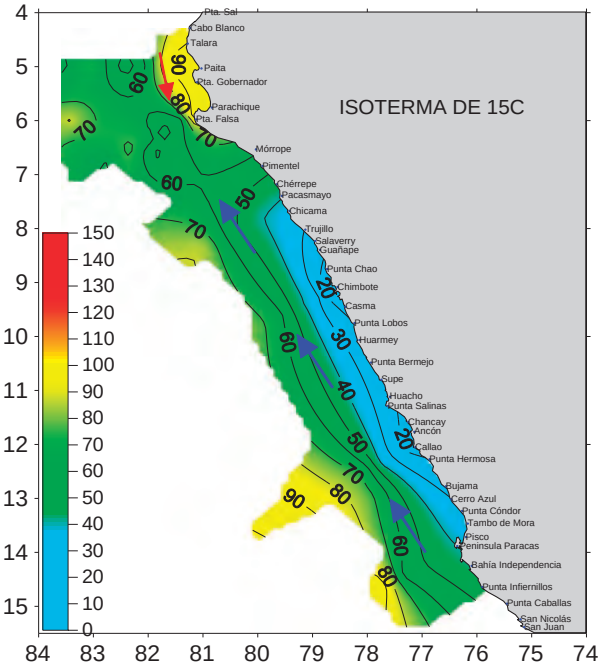

Figura 7.- Profundidad de la Isoterma de 15 °C (m). Crucero Biomasa Desovante 0408-09

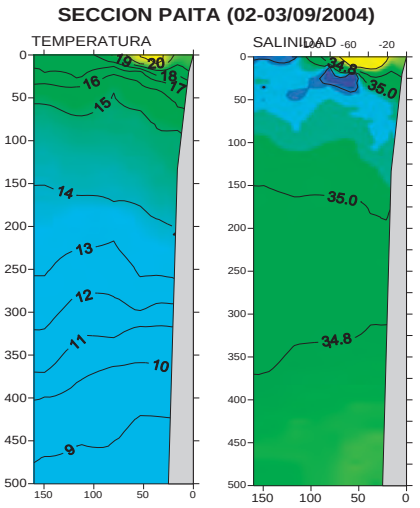

Figura 8.- Distribución vertical de la Temperatura (°C, izq.) y Salinidad (ups, der.) frente a Paita. Cr. 0408-09

a norte; convergiendo los flujos antes mencionados al sur de Punta Falsa (Figura 7).

Estructura vertical

La sección Paita mostró, dentro de las 80 mn, un contraste térmico asociado a la convergencia de un flujo al sur de aguas cálidas con otro hacia el norte de aguas frías. La isoterma de 15 °C se ubicó entre los 60 m (100 mn) y 90 m de profundidad (zona costera). Las AES se encontraron desde la superficie (80 mn) hasta los 50 m en la zona próxima a la costa y las ASS se localizaron sobre los 10 m de profundidad por fuera de las 100 mn, formando un pequeño núcleo en la capa subsuperficial (Figura 8).

Frente a punta La Negra, la distribución térmica presentó una termoclina no muy definida por fuera de las 50 mn. La isoterma de 15 °C se localizó entre los 50 m (zona costera) y 75 m (100 mn). Las concentraciones de sales indican un predominio de las ACF en la columna de agua, exceptuando la capa de 0 a 50 m fuera de las 60 mn, donde se presentaron aguas de mezcla (ACF y ASS).

Después de 4 a 5 días se volvió a realizar la sección Punta Falsa, y se apreciaron cambios dentro de las 70 mn por el desplazamiento de aguas cálidas del norte; la temperatura aumentó en 1 °C y también se notó la presencia de AES dentro de las 40 mn. Resaltó una gran capa de mezcla (AES, ACF y ASS) sobre 130 mn. En la capa subsuperficial se observó la profundización de las isotermas e isoxígenas indicando una intensificación de los flujos al sur, asociados a la ESCC (Figura 9).

La sección vertical frente a Chicama, presentó una termoclina débil que desapareció dentro de las 50 mn, asociada a moderados procesos de afloramiento. La isoterma de 15 °C se localizó entre los 20 m (litoral) y 70 m (100 mn) de profundidad. Las concentraciones de sales indicaron ACF dentro de las 40 mn, aguas de mezcla entre las 50 y 100 mn sobre los 50 m de profundidad, interrumpida esta distribución por las ASS entre las 60 a 80 mn (Figura 10).

En la sección vertical frente a Chimbote, se observó una termoclina muy débil que desapareció dentro de las 30 mn. La isoterma de 15°C se localizó entre los 75 y 10 m de profundidad. En tanto la distribución halina indica la presencia de ASS por fuera de las 30 mn y sobre los 50 m de profundidad; Por otro lado entre las 30 y 10 mn de costa se localizaron aguas de mezcla y en la zona muy costera y por debajo de los 100 m de profundidad se encontraron las ACF (Figura 11).

Frente al Callao, se presentó una termoclina, débil que desapareció dentro de las 50 mn, asociada a moderados procesos de afloramiento. La isoterma de 15 °C se localizó entre los 20 (en la zona costera) y 80 m (100 mn). Las concentraciones de sales indicaron que las ACF estuvieron dentro de las 20 mn, aguas de mezcla entre las 20 - 50 mn y las ASS por fuera de las 50 mn en una capa de 70 m de profundidad. Después de 20 días se volvió a repetir la sección Callao encontrándose un cambio en la estructura termohalina, debido al avance de las aguas oceánicas que en agosto llegaron a 50 mn, en setiembre las encontramos hasta las 5 mn de las costa, también el espesor de esta masa de agua pasó de 50 a 80 m de profundidad. En la estructura térmica se notó incremento térmico de 1 °C dentro de las 70 mn, la termoclina aunque débil estuvo mejor definida ubicándose alrededor de los 90 m, con una gran napa (capa de mezcla) sobre ella (Figura 12).

La estructura termohalina en la sección Pisco no presentó una termoclina, ubicándose la isoterma de 15 °C entre la superficie (a 50 mn)

y los 100 m de profundidad (a 100 mn), en tanto la salinidad mostró una distribución homogénea con valores próximos a 35,0 ups, encontrándose ACF dentro de las 70 mn y aguas de mezcla hacia fuera debido a una ligera influencia de las ASS (Figura 13).

A 150 mn de la costa se observó una termoclina débil, más superficial frente a Paita, con profundidad límite inferior cerca de los 60 m (Paita) y 75 m (Punta Falsa). Por debajo de la termoclina la distribución fue homogénea con un gradiente térmico de 1,0 °C/100 m. Las masas de agua presentes fueron las ASS sobre los 10 m de profundidad, aguas de mezcla entre los 10 y 150 m y aguas de la corriente costera por debajo de los 150 m de profundidad. En esta sección fue evidente el efecto de la onda Kelvin, lo atípico fue la gran capa de mezcla presente (Figura 14).

DISCUSIÓN

Las condiciones ambientales frías predominantes en la zona norte del litoral peruano, en los últimos días de agosto cambiaron rápidamente a cálidas dentro de las 60 mn al norte (6°S), asociadas a una onda Kelvin, cuyos efectos se reflejaron en el desplazamiento de aguas cálidas del golfo de Guayaquil, provocando anomalías térmicas positivas de hasta +3,6°C frente a Talara. El nivel del mar mostró incrementos en su nivel medio entre +0,6 y +0,9 cm (Informe Técnico, agosto ENFEN). Los procesos de afloramiento de carácter permanente que ocurrían en la zona norte, se interrumpieron o se redujeron rápidamente.

En la capa subsuperficial se notó la intensificación de los flujos hacia el sur, asociados a la ESCC, la cual hasta la tercera semana de agosto se encontraba replegada al norte de los 5°S, pero en la primera semana de setiembre alcanzó los 6°S.

Las distribución de las masas de agua también cambió entre fines de agosto y comienzos de setiembre. En la Estación Fija Paita el 19 agosto 2004, se encontró una fuerte influencia de ASS hasta la

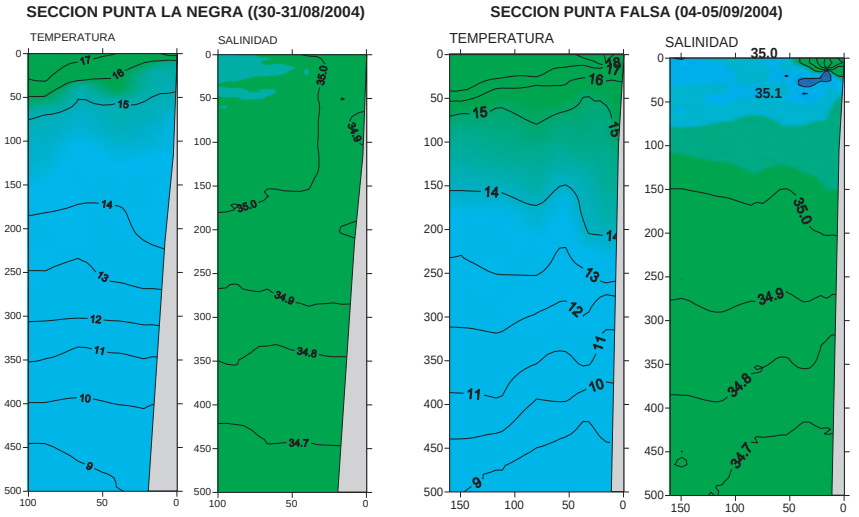

Figura 9.- Distribución Vertical de Temperatura (°C) y Salinidad (ups), frente a Punta La Negra y Punta Falsa. Cr. Biomasa Desovante 0508-09

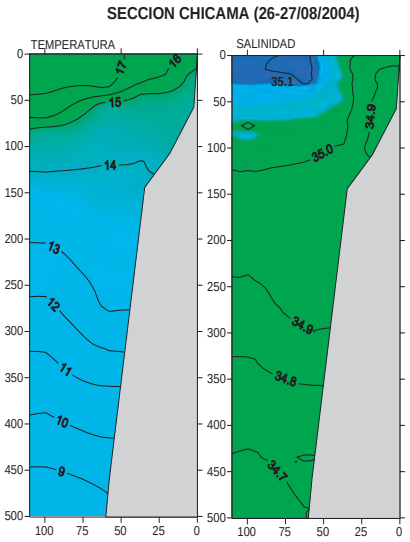

Figura 10.- Distribución Vertical de Temperatura (°C) y Salinidad (ups), frente a Chicama. Cr. Biomasa Desovante 0408-09

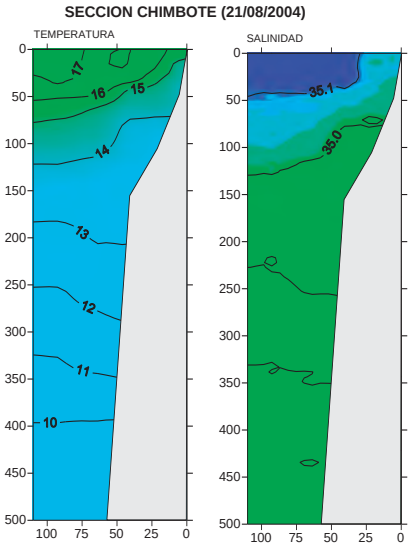

Figura 11.- Distribución Vertical de Temperatura (°C) y Salinidad (ups), frente a Chimbote. Cr. Biomasa Desovante 0408-09

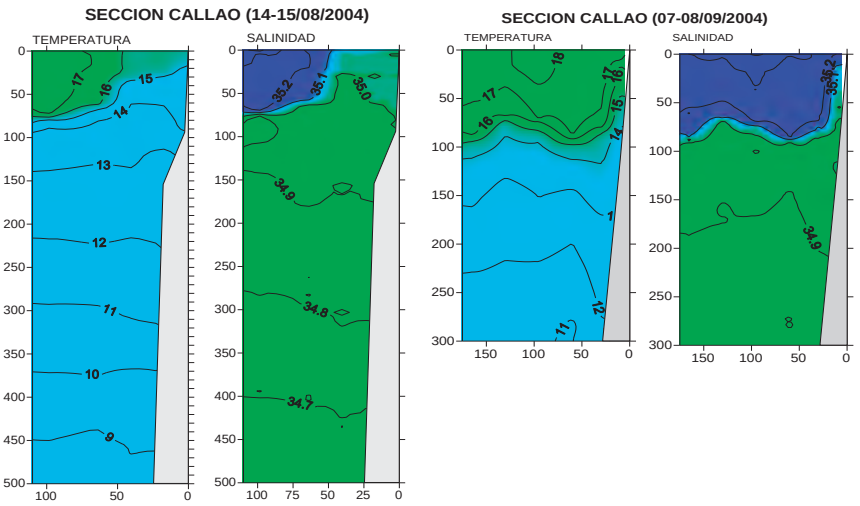

Figura 12.- Distribución vertical de temperatura (°C) y salinidad (ups), frente a Callao. Crucero Biomasa Desovante 0408-09

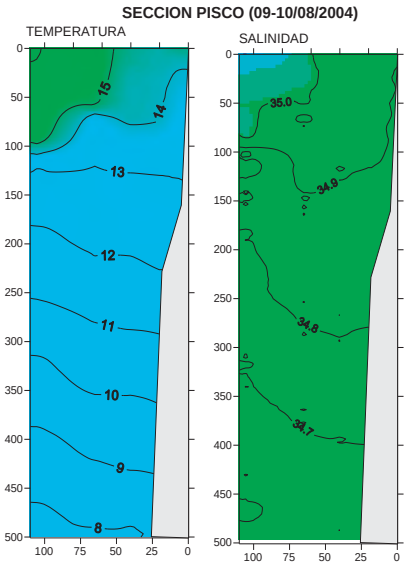

Figura 13.- Distribución vertical de temperatura (°C) y salinidad (ups), frente a Pisco. Crucero Biomasa Desovante 0408-09

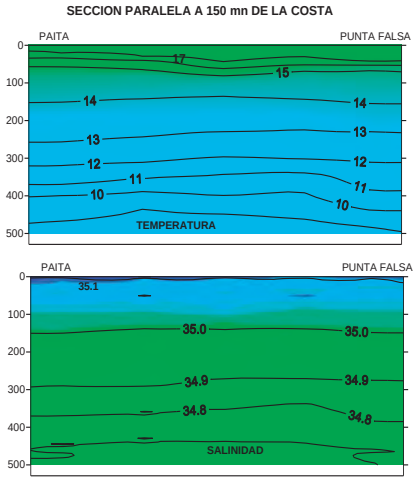

Figura 14.- Distribución vertical de temperatura (°C) y Salinidad a 150 mn de la costa. Cr. Biomasa Desovante 0508-09

costa; en setiembre su influencia decreció, y esta masa de agua mezclada con AES y ACF, quedó dentro de las 100 mn

Por lo antes comentado se puede deducir que el arribo de la onda Kelvin modificó el ambiente marino principalmente en la zona norte, pero estas modificaciones fueron de menor magnitud que las generadas por la onda Kelvin de agosto del 2003, cuando las alteraciones alcanzaron +5 °C de anomalías térmicas y AES se desplazaron hasta Pimentel (7°10'S).

En general, las condiciones ambientales encontradas en el presente crucero de estimación de la biomasa desovante de la anchoveta, 0408-09, fueron más frías que las registradas en el año anterior 0308-09. A pesar de haberse detectado una mayor presencia de ASS en el 2004, esto se debió a que las ASS estuvieron asociadas a relativas bajas temperaturas (17 – 18 °C) y a una menor presencia de AES en la zona norte.

CONCLUSIONES

La distribución térmica indica un predominio de condiciones casi normales, con zonas cálidas al norte de Paita (anomalías > +3°C) y frente al Callao (anomalía > +0,5°C), y otra fría (anomalías > -1,0°C) entre Paita y Pimentel.

La distribución halina indica una presencia inusual para la época de ASS al sur de Pimentel.

REFERENCIAS

Bakun A. 1973. Costal upwelling indices, west coast of North America; 1967-73. U.S. Dept. NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-671.103 pp.

BOLETIN. 2004. El Niño/Southern Oscillation (ENSO), Climate Prediction Center ENSO, augut 5, 2004

ENFEN. 2004. Condiciones Ambientales durante el mes de julio. Informe Técnico-julio ENFEN (Web IMARPE)

ENFEN. 2004. Condiciones Ambientales durante el mes de agosto. Informe Técnico-agosto ENFEN (Web IMARPE)

IMARPE. 2003. Condiciones Ambientales durante el Crucero de Biomasa desovante 2003-0809. Informe Interno, Instituto del Mar del Perú.

IMARPE. 2002. Condiciones Ambientales durante el Crucero de Biomasa desovante 2002-0809. Informe Interno, Instituto del Mar del Perú.

Reynolds R. y W. 1982. A monthly average climatology of sea surface temperature. Technical Report NWs31. National Meteorological Center, NOAA, Silver Spring MD. 1-35.

Zuta S, Urquizo W. 1970. Temperatura promedio de la superficie del mar frente a la costa peruana. Periodo 1928-1969. Bol. Inst. Mar Perú 2(8): 459-520.

Zuta S. 1988. Variations of the mass field and currents off the Peru Coast. IOC (UNESCO). Time Series of Ocean Measurements, 33. Vol. 4: 55-75.