

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU - IMARPE

Crucero 1603-04 de “Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos”

BIC JOSE OLAYA BALANDRA - BIC LUIS FLORES PORTUGAL -
L/Ps: IMARPE V - IMARPE IV

INFORME EJECUTIVO

TALARA - CHALA
29 de marzo al 30 de abril 2016

Contenido:	Pág.
1. RESUMEN	2
2. INTRODUCCION	2
3. MATERIALES Y METODOS	3
3.1 Oceanografía	4
3.2 Pesca y acústica	5
3.3 Biología	5
4. RESULTADOS	5
4.1 Condiciones oceanográficas	5
4.2 Distribución de recursos pelágicos	18
4.3 Aspectos biológicos de las especies pelágicas	25
4.4 Avistamiento de aves	35
5. DISCUSION	39
6. CONCLUSIONES	42
7. ANEXOS	44



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M



M. NIQUEN

1. RESUMEN

El crucero "Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1603-04" fue realizado el 29 de marzo del 2016 por un periodo de investigación de 31 días en las zonas norte y norte-centro. Las condiciones del inicio del crucero fueron en la normalización del ambiente oceanográfico posterior al evento El Niño 2015-2016, el cual fue considerado como "fuerte". Los resultados mostraron aun condiciones cálidas respecto del mes de marzo 2016.

Entre Talara y Huacho (04°-11°S), la temperatura superficial del mar (TSM) fluctuó entre 20° y 25°C desde la costa hasta las 100 millas náuticas (mn) de la costa. Sin embargo, la TSM fue menor a 21°C al sur de Chancay hasta 60 mn de la costa. Las condiciones de TSM fueron cálidas para la estación de otoño con anomalías de hasta +5°C frente a Paita y Pimentel (04°-06°S) y fuera de las 20 mn entre Malabrigo y Supe (07°-10°S). Frente a San Juan, la anomalía fue de -1°C. En las zonas prospectadas predominaron las Aguas Subtropicales Superficiales (ASS), con excepción de la zona costera donde se observaron aguas de mezcla entre las ASS y Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) al norte de Sechura (06°S) y mezcla entre ASS y Aguas Costeras Frías (ACF) entre Punta La Negra-Chancay (06°-11°S), Huarmey-Huacho (10°-11°S) y San Juan (15°S). Tanto las ACF, como los procesos de afloramiento costero estuvieron restringidos en la zona costera, con excepción de la zona de San Juan. Los vientos fueron generalmente débiles (menor a 4 m/s), con excepción de Pisco y San Juan (13°-15°S) donde predominaron vientos moderados a fuertes.

La anchoveta ha sido la especie predominante en las capturas con el 47% del total, seguida por la múnida con el 19.8% y la samasa con 18.4%. La anchoveta estuvo distribuida próxima a la costa generalmente en áreas discontinuas. Las tallas variaron entre 3.0 cm y 17.0 cm con grupos modales en 12.5 cm y 14.5 cm. Se observó ejemplares juveniles de anchoveta a lo largo de la zona de evaluación principalmente al sur de Pisco dentro de las primeras 10 mn de la costa. En el aspecto reproductivo, la anchoveta mostró la declinación y término de su desove de verano. Se observaron especies indicadoras de aguas cálidas (e.g., bonito y caballa) dentro de cardúmenes de anchoveta. La múnida y la pota fueron las principales especies de invertebrados capturadas. El calamar gigante se caracterizó por la alta presencia de ejemplares juveniles (tallas menores a 10 cm) con moda de 3 cm. La distribución de las aves guaneras concuerda con la abundancia y concentración de anchoveta. La abundancia de aves marinas fue mayor a la observada en el crucero 1508-10.

2. INTRODUCCION

Un evento El Niño origina fuertes cambios en las condiciones oceanográficas de la corriente Peruana (Sistema de la Corriente de Humboldt), el cual afecta la abundancia y distribución de los recursos pelágicos presentes en el mar Peruano como lo es la anchoveta (*Engraulis ringens*). La distribución de esta especie pelágica a lo largo de este ecosistema marino ocurre en dos unidades poblacionales: (1) el stock norte-centro que se extiende entre Talara y Chala (04°30'S - 15°59'S), (2) el stock sur que abarca el sur del Perú y el norte de Chile (16°00'S - 24°00'S). Este evento oceanográfico extraordinario produce alteraciones en el comportamiento de la anchoveta, disminución de niveles poblacionales, cambios en procesos biológicos, depredación y un incremento de la mortalidad por pesca.

El Niño 2015-2016, iniciado en otoño del 2015, fue considerado por el ENFEN (Estudio Nacional del Fenómeno El Niño) con un evento El Niño de magnitud "fuerte" (de aquí en adelante llamado El Niño fuerte 2015-2016), el cual alcanzó su máxima intensidad en diciembre 2015 y actualmente está en su fase declinante en base a informaciones recientes sobre las anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM) en las costas del Pacífico. El resultado de estas anomalías (i.e., altas TSM) es la disminución del proceso de fotosíntesis en la zona eufótica con una consecuente reducción en la producción de fitoplancton. La escasez del fitoplancton (el cual es el alimento de la anchoveta) más las condiciones oceanográficas cálidas del mar, propician la migración de especies costeras. En el caso de la anchoveta, la migración se produce hacia la



zona costera y la zona sur del mar Peruano. Estos cambios también afectan negativamente la distribución de recursos pesqueros pelágicos asociadas a condiciones de aguas frías (e.g., múnida) y favorecen la presencia de especies pelágicas de aguas cálidas (e.g., merluza, perico, caballa).

El crucero de "Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1603-04" se realizó para conocer el impacto que ha tenido la fase final de El Niño fuerte 2015-2016 en la abundancia y distribución de la anchoveta del stock norte-centro. Durante este crucero de evaluación se realizó un cambio en el diseño de muestreo para mejorar la resolución del rastreo acústico (i.e., 10 mn de separación entre cada transecto).

3. MATERIALES Y METODOS

El crucero de "Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos 1603-04" se realizó con el buque de investigación científica (BIC) José Olaya Balandra y el BIC Luis Flores Portugal entre Talara (04°20'S) y Chala (16°10'S). Este crucero de evaluación se realizó con un muestreo sistemático compartido entre ambos buques con un total de 86 transectos separados por una distancia de 10 mn entre cada transecto y hasta una distancia de 50 mn de la costa. Este ajuste en el diseño fue realizado debido al repliegue de las Aguas Costeras Frías (ACF) hacia la costa. Adicionalmente, se utilizó la lancha pesquera (L/P) IMARPE IV y la L/P IMARPE V en los muestreos acústicos y biológicos en la zona costera (0.5 a 8 mn de costa) entre Punta Falsa y Bahía Independencia. En total, el crucero tuvo una duración de 31 días entre el 29 de marzo y el 30 de abril del 2016 (Figura 1).

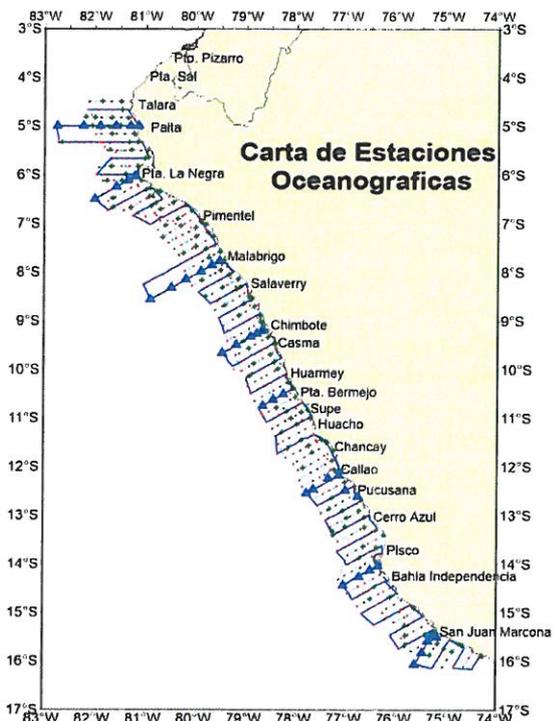
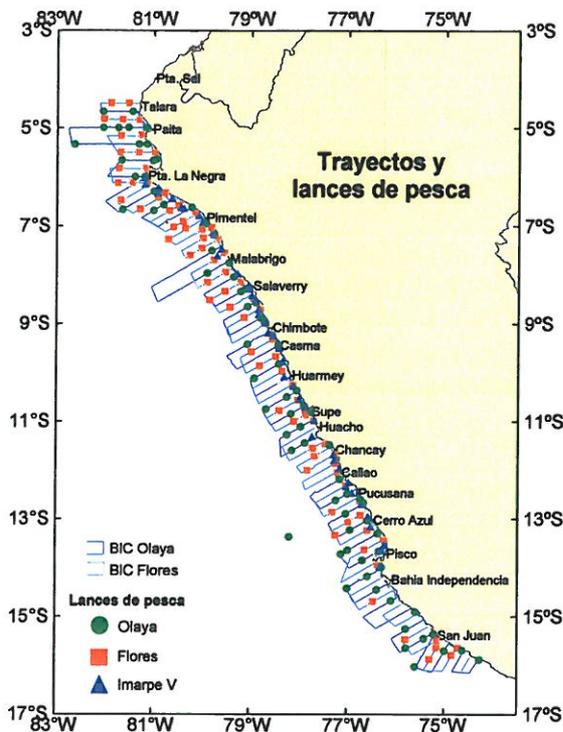


Figura 1. Trayectos y lances de pesca por buque.

Figura 2 Carta de calas y estaciones oceanográficas.



C. AGUILAR

Previo al inicio de la evaluación, se realizó la calibración de cada sistema hidroacústico utilizado en las embarcaciones del IMARPE. La calibración se realizó en las Islas Lobos de Afuera donde las condiciones del mar permitieron realizar una adecuada calibración.



A. CHIPOLLINI M

M. NIQUEN

3.1 Oceanografía

Para el estudio del ambiente marino se realizaron ocho perfiles hidrográficos (Paíta, Punta La Negra, Chicama, Chimbote, Punta Bermejo, Callao, Pisco y San Juan) con un total de 39 estaciones hidrográficas y 476 estaciones oceanográficas (Figura 2).

En cada estación oceanográfica se colectó información meteorológica y parámetros físico-químicos del agua de mar. Los registros continuos de temperatura (°C) en la columna de agua durante las estaciones hidrográficas se realizaron con dos equipos CTD (*Current-Temperature-Depth*) de Sea Bird Electronics, Inc (Modelo SBE 19PLUS). Para la toma de temperatura superficial se empleó un termómetro de superficie (rango de -2°C a 32°C) y un sensor temperatura Furuno ubicado en el casco de cada embarcación. La colecta de muestra de agua superficial se realizó de forma continua durante la navegación (aproximadamente cada hora). La información meteorológica de temperatura, humedad y presión atmosférica del aire, así como la velocidad y dirección del viento fueron registradas por la estación meteorológica Vaisala Modelo MILUS 500.

En el área de estudio se colectaron muestras de zooplancton con 3 tipos de redes a diferentes niveles de arrastre: (1) red WP2 (muestreo superficial), (2) red Hensen (muestreo vertical), (3) red Bongo (muestreo oblicuo). En la red WP2 y en la red Bongo se usaron flujómetros sujetos a la red para calcular el volumen de agua filtrada por la red. Se colectó muestras de agua colectadas a 10 metros de la columna de agua mediante botellas Niskin y almacenadas en frascos ámbar para estudios de fitoplancton. Todas las muestras fueron fijadas con formalina y rotuladas para su posterior análisis en la etapa post-crucero (trabajo en gabinete en las instalaciones de IMARPE). Las muestras de salinidad se analizaron por el método de inducción con el Portasal Guildline modelo 8410A. El oxígeno disuelto se calculó empleando la metodología de *Winkler* modificado por CARRIT Y CARPENTER (1966).

En total se colectaron 23 muestras con red WP2, 133 muestras con red Hensen (79 en el BIC Olaya y 54 en el BIC Flores), 40 muestras con red Bongo, 70 muestras con red de fitoplancton y 51 frascos ámbar. Las posiciones de cada lance realizado se muestran en la Figura 3.

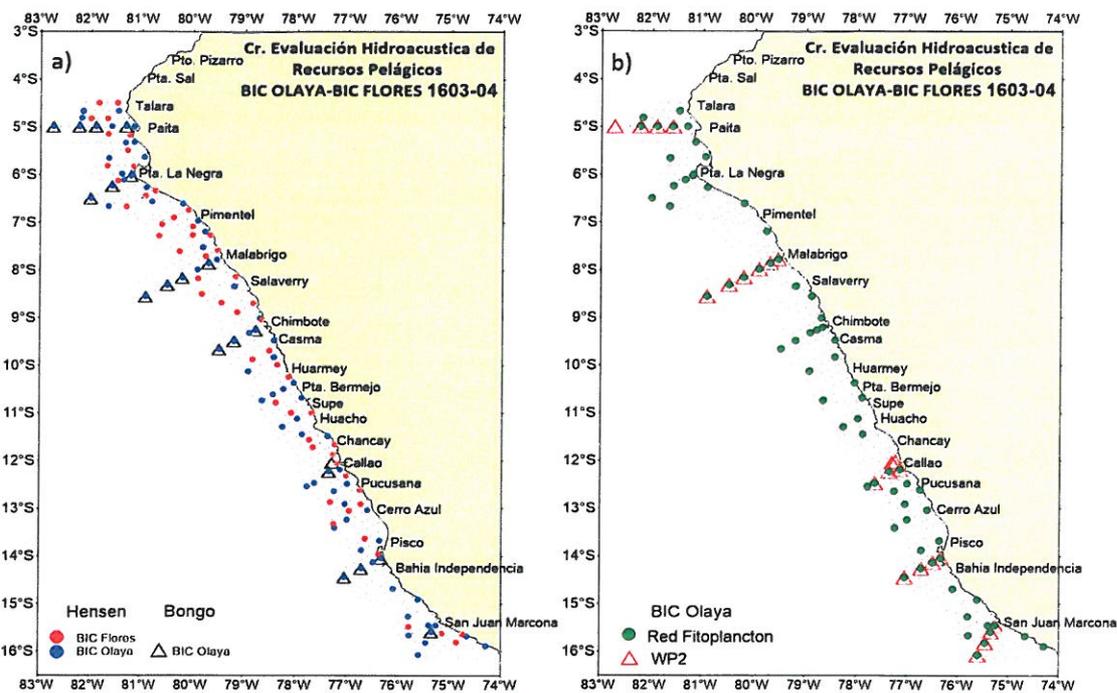


Figura 3. Estaciones de muestreo para a) zooplancton y b) fitoplancton.



3.2 Pesca y acústica

Para la realización de los lances de pesca (ó lances de comprobación) se utilizó una red de arrastre pelágica con una abertura vertical de 14 m para el BIC José Olaya y una de 8 m para el BIC Luis Flores. El total de lances realizados fue 157 (77 lances en el BIC José Olaya y 80 lances en el BIC Luis Flores) teniendo como máximo una duración de arrastre efectivo de 20-25 minutos. La realización de los lances de pesca permitió los muestreos biológicos y la verificación de la información acústica. En el caso de las L/P IMARPE IV e IMARPE V, se realizó un total de 42 lances de pesca.

La ecosonda científica utilizada en el BIC José Olaya y BIC Luis Flores fue el modelo EK60 SIMRAD multifrecuencia (5 frecuencias: 18 kHz, 38 kHz, 70 kHz, 120 kHz y 200 kHz). El muestreo acústico se realizó utilizando un diseño sistemático de trayectos paralelos entre sí, donde la Unidad Básica de Muestreo (UBM) fue de 1 mn. En total, se registraron un total de 5956 UBMs. La metodología utilizada para la adquisición de la información esta descrita en el Informe IMARPE Nro. 36 "*Protocolo técnico para la evaluación acústica de las áreas de distribución y abundancia de recursos pelágicos en el mar peruano*".

3.3 Biología

La composición por especies de las capturas obtenidas en el crucero fue determinada a partir de los muestreos de cada lance. La estructura por tamaños de las principales especies fue estimada a partir de los correspondientes muestreos biométricos. En el caso de la anchoveta las estructuras por grados de latitud, distancia a la costa y región fueron estimadas previa ponderación de las capturas del lance de pesca.

La relación Longitud-Peso ("a" y "b", respectivamente), clave para la estimación de biomasa de las especies evaluadas, es derivada de las capturas obtenidas. Estos parámetros fueron estimados al ajustar una función de tipo potencial a los datos observados de peso promedio por marca de clase (longitud en centímetros "cm" y peso en gramos "gr").

Mediante la técnica de congelación se realizó un catálogo macroscópico, un pesado y procesamiento histológico de la fracción adulta de las especies capturadas con la finalidad de conocer la condición reproductiva de estas especies. Se obtuvo un total de 1543 ovarios de anchoveta en toda el área prospectada, de donde se discriminó los individuos virginales.

Para el avistamiento de las aves marinas se realizó observaciones continuas durante el recorrido del BIC José Olaya dentro de un radio de 300 metros en 90° hacia la proa y estribor del buque.

4. RESULTADOS

4.1 Condiciones oceanográficas

Condiciones Atmosféricas

Temperatura del Aire (TA)

Para el área de estudio la TA varió de 17.4° a 25.4°C con un promedio de 21.1 °C. Temperaturas mayores a 24 °C se ubicaron alrededor de 50 mn de distancia a lo largo de Talara, Pimentel y Chimbote. Valores menores de 20°C se observaron entre Callao-Pisco, zona costera de Chimbote-Supe y entre Bahía Independencia-San Juan. En general, los valores de la TA fueron menores al sur de Callao (Figura 4a).

Humedad Relativa de Aire (HR)

La cantidad de humedad en la atmosfera fluctuó entre 82 y 100%, con un promedio de 93.22%. Los porcentajes de humedad >90% se ubicaron frente a Talara y entre Punta La Negra-Pisco en



una franja variable de 30 a 50 mn de la costa, asociadas con TA de 19-23°C. Los porcentajes <90% se localizaron frente a Talara y sur de Pisco (Figura 4b).

Presión Atmosférica (PA)

La PA presentó valores entre 1006.5 y 1015.3 hPa obteniéndose un promedio de 1010.9 hPa. Valores mayores de 1012 hPa se localizaron frente a Paita, Salaverry-Chimbote, Cerro Azul-Pisco y San Juan, alcanzando estos dos últimos valores 1013 y 1014 hPa. El valor de 1010 hPa predominó en toda el area evaluada (Figura 4c).

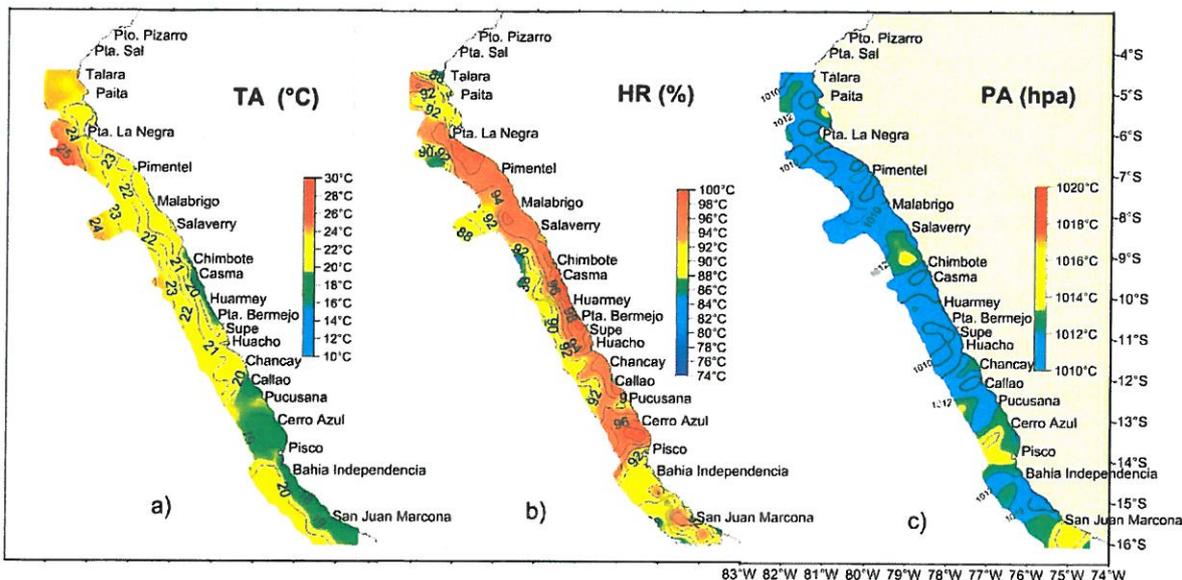


Figura 4. Distribución de: a) Temperatura del aire (°C), b) Humedad Relativa (%) y c) Presión Atmosférica (hPa).

Viento

La velocidad del viento registrada desde Talara a San Juan presentó una fluctuación de 0.1 a 13.7 m/s, con un promedio de 3.7 m/s. Valores menores de 4.0 m/s predominaron hasta 50 mn de Talara a Salaverry, de Chimbote a Chancay. La amplitud de estos vientos fue variable ya que vientos moderados (4 - 8 m/s) se presentaron en zonas más cercanas a la costa. Sin embargo, entre Pisco y San Juan predominaron vientos moderados y fuertes (Figura 5a).

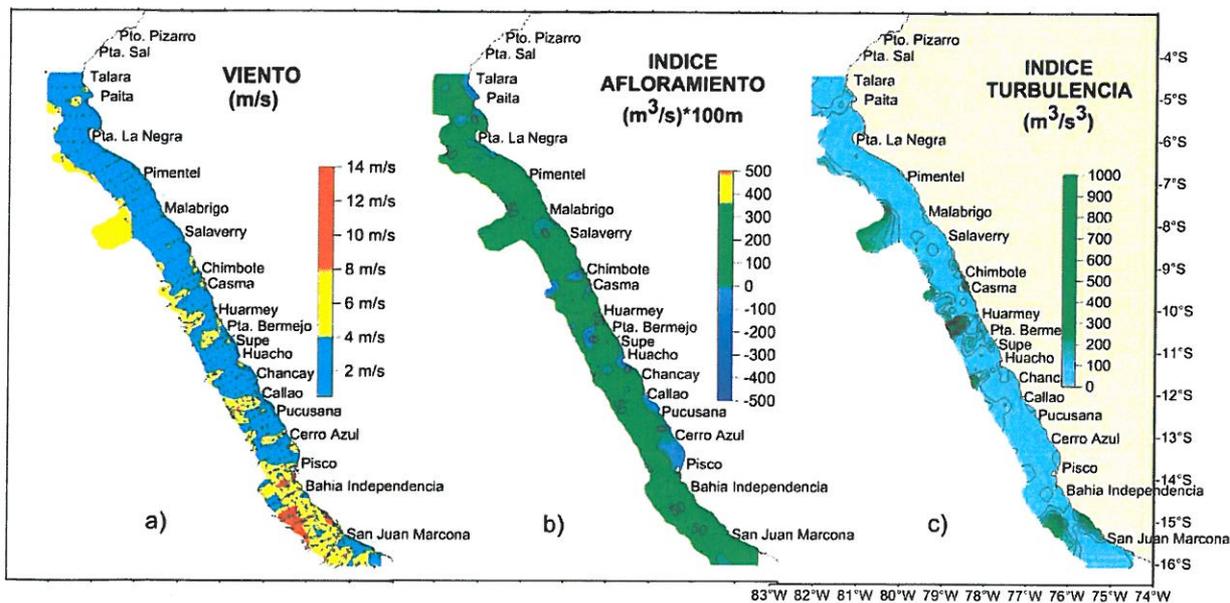


Figura 5. Distribución de a) Viento (m/s) b) Índice de Afloramiento (m^3/s)*100m y c) Índice de Turbulencia (m^3/s^3).



Índice de Afloramiento (IA)

El IA en la zona prospectada presentó una variación de -149.93 a $255.98 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\cdot 100\text{m}^{-1}$. Pequeños núcleos de $-50 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\cdot 100\text{m}^{-1}$ se localizaron en zonas próximas a la costa de Talara a Pisco; mientras que valores de 0 a $150 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\cdot 100\text{m}^{-1}$ predominaron a lo largo de la zona prospectada (Figura 5b).

Índice de Turbulencia

El índice de turbulencia calculado en función de la velocidad de los vientos presentó valores que fluctuaron de 0.04 a $1000 \text{ m}^3/\text{s}^3$. Valores menores a $150 \text{ m}^3/\text{s}^3$ predominaron durante las dos etapas del crucero de investigación. Pequeños núcleos con máximos valores se localizaron en Casma, frente a Malabrigo, Huarney, Huacho y entre Bahía Independencia-Huacho (Figura 5c).

Condiciones Oceanográficas Superficiales

Temperatura Superficial del Mar TSM (°C).- La superficie del mar en el área de estudio presentó valores de temperatura entre 15.6° a 26.0°C , con un promedio para el área evaluada de $21,0^\circ\text{C}$. La distribución térmica presentó 10 isotermas (16° a 25°C) localizándose la isoterma de 16°C en San Juan y la de 25°C a 30 mn de Punta La Negra. Aguas cálidas con temperaturas de 24°C se aproximaron a 20 mn de Punta La Negra y Chimbote; mientras que, temperaturas menores de 20°C se ubicaron en zonas costeras de Pimentel a Huacho. Al sur de Chancay se observaron isotermas de 16° a 21°C predominando temperaturas menores de 19°C con mayor amplitud entre Pisco y San Juan (Figura 6a).

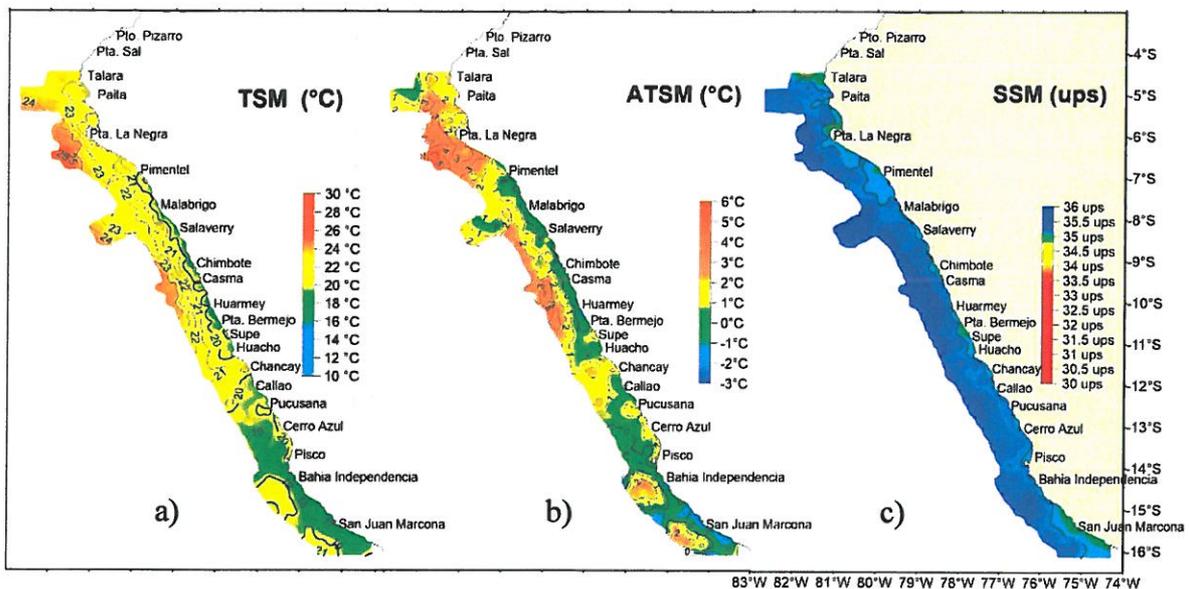


Figura 6. Distribución de: a) Temperatura superficial del mar (°C), b) Anomalía térmica (°C) y c) Salinidad superficial del mar (ups).

Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (ATSM) (°C).- Los valores de ATSM se distribuyeron en un rango de -2.6°C (San Juan) a 5.70°C (50 mn de Punta La Negra). Anomalías positivas $>2^\circ\text{C}$ prevalecieron entre Paita-Pimentel y por fuera de 20 mn de la costa entre Malabrigo-Supe, Bahía Independencia y San Juan. Valores $<1^\circ\text{C}$ se distribuyeron al sur de Pimentel en áreas adyacentes a la costa. Anomalías de -1 a -2°C se localizaron en la zona costera de San Juan (Figura 6b).

Salinidad.- En el área de estudio se registraron concentraciones de salinidad que variaron entre 34.383 a 35.375 ups con un promedio de 35.140 ups (Figura 6c). Se observaron Aguas Subtropicales Superficiales (ASS) con salinidades mayores que 35.1 ups . Esta masa de agua predominó entre Talara y San Juan mostrando aproximaciones hasta la costa frente a Paita, Malabrigo (Chicama), Casma, Huacho y entre Callao-Bahía Independencia. Esta proyección de



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



las ASS originó áreas de agua de mezcla en zonas próximas a la costa. Frente a Talara, y posiblemente hasta Paita, las mezcla fueron de Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES), ASS y alguna contribución de ACF. Al sur de Paita la mezcla fue por la interacción de las ASS y ACF en zonas como: Punta La Negra, Pimentel-Malabrigo, Huarmey-Huacho y frente a San Juan. Por otro lado, se observó una ligera presencia de AES frente a Talara y algunos núcleos de ACF próximos a la línea de costa de Supe y San Juan (Figura 6c). Los procesos de afloramiento se dieron aproximadamente dentro de las 15 mn, principalmente al sur de Punta La Negra.

Oxígeno.- La distribución de oxígeno disuelto en la superficie mostró concentraciones de 2.47 a 9.34 mL/L. Valores elevados de oxígeno superiores a 6.0 mL/L se encontraron asociados a zonas costeras de mayor productividad. Las concentraciones inferiores a 4.0 mL/L relacionadas a aguas afloradas destacaron la zonas entre Paita-Punta La Negra, Pimentel-Salaverry, Bahía Independencia y San Juan (Figura 7a).

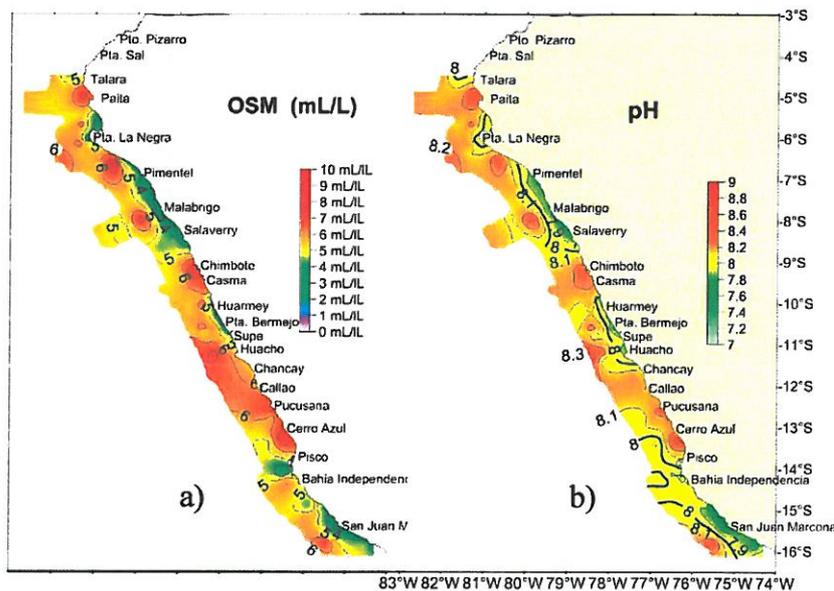


Figura 7. Distribución de a) Oxígeno disuelto (mL/L) y b) pH.

Potencial de Hidronio (pH).- El pH presentó concentraciones de 7.69 a 8.36 en las zonas de mayor productividad. Valores de pH superiores a 8.1 se asocian a núcleos localizados a 30 mn de costa y en las franjas costeras. Las áreas más destacadas de afloramiento presentan valores de pH por debajo de 7.9, coincidente con los contenidos de oxígeno de 4.0 mL/L en las zonas costeras de Pimentel, Malabrigo (Chicama), Huarmey, Supe y San Juan. (Figura 7b).

Topografía de la Isotherma de 15°C (m).- La profundidad de la isoterma de 15°C entre Talara y San Juan varió de 35 m a 171 m de profundidad. A mayores latitudes la profundidad de la isoterma de 15°C va decreciendo. La presencia de núcleos de 70 m y 80 m de profundidad estaría asociada a la presencia de flujos subsuperficiales. La configuración de las isóbatas indica flujos de norte a sur hasta Chimbote y flujos de sur a norte hasta Pisco (Figura 8).

Condiciones oceanográficas en sub-superficie

Sección Paita.- La sección vertical frente a Paita mostró temperaturas menores a las registradas durante marzo 2015 (resultados del Proyecto por Resultado (PpR)). Las isotermas de 24° y 25°C no fueron observadas durante el presente crucero de evaluación, presentándose la termoclina menos intensa que marzo (Figura 9a). Las anomalías térmicas mostraron valores mayores de +1°C sobre los 150 m de profundidad indicando que la continuación del calentamiento sea de menor magnitud respecto del mes de marzo (Figura 9b).



C. AGUILAR



M. ÑIQUEN

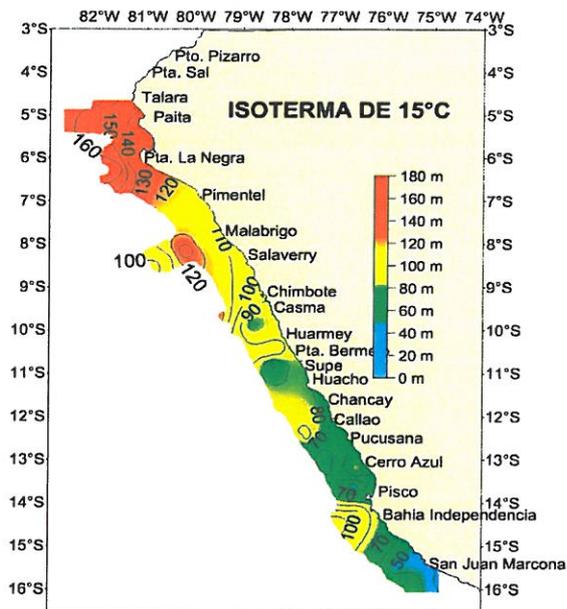


Figura 8. Distribución de la isoterma de 15°C.

Las ASS con salinidades de 35.1 ups y temperaturas de 18°-23°C predominaron a lo largo de la sección hasta una profundidad promedio de 70 m. Sin embargo, se notaron pequeños núcleos que estarían asociados a mezcla entre ASS y AES. Entre los 80 -110 m de profundidad se presentaron agua de mezcla entre las ASS y ACF (Figura 9c). Las anomalías halinas fueron positivas principalmente en las primeras capas de la columna de agua alcanzando valores mayores de 0.20 ups sobre los 20 m de profundidad. Esta evidencia corrobora el predominio de las ASS en toda la sección (Figura 9d).

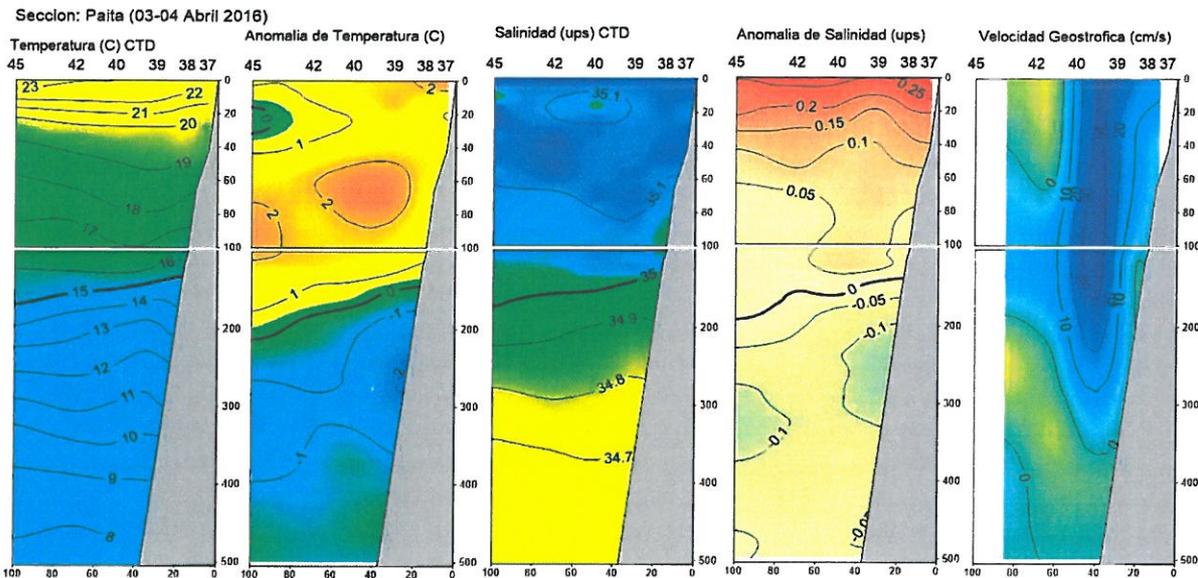


Figura 9. Sección Paita: a) Temperatura (°C), b) Anomalia térmica (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de salinidad (ups) y e) Velocidad geostrofica.

La estructura halina registró la presencia de ASS hasta 60 m de profundidad con dos pequeños núcleos de 35,2 ups a 30 y 60 mn en la capa de 0 a 20 m. Agua de mezcla entre las ASS y AES se observó en la zona costera sobre los 10 m de profundidad y entre ASS y ACF entre 60 y 100 m de profundidad (Figura 9c). Los flujos dominantes fueron hacia el norte, cuyo eje se mantuvo alrededor de las 40 mn donde superaron intensidades de 30 cm/s. Fuera de las 60 mn se presentaron flujos hacia el sur (Figura 9e).



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



M. NIQUEN

El oxígeno disuelto presentó concentraciones de 2 a 6 mL/L sobre los 30 metros a lo largo de la sección. La zona mínima de oxígeno (ZMO) se localizó alrededor de los 160 m de profundidad (Figura 10a). El pH se caracterizó por presentar los valores más altos cerca de la superficie asociada a valores de oxígeno de 5.0 y 6.0 mL/L (Figura 10b).

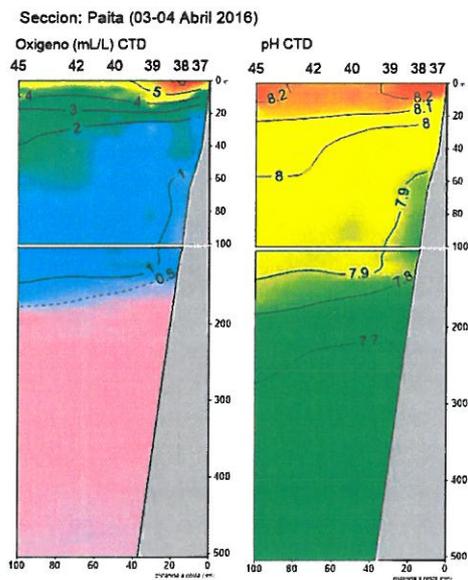


Figura 10. Sección Paita: a) oxígeno disuelto (mL/L), b) pH.

Sección Punta La Negra.- Esta sección se caracterizó por presentar una termoclina intensa conformada por 7 isotermas (19°-25°C) a 60 mn de la costa y sobre 30 m de profundidad, debilitándose dentro de las 20 mn, donde se aprecia procesos de afloramiento a juzgar por el ascenso de las isotermas mayores a 20°C.

En la zona costera y por debajo de los 40 m se observó la profundización de las isotermas de 17-19°C, asociado probablemente a flujos hacia el sur (Figura 11a). Las anomalías térmicas mostraron valores mayores a +1°C sobre los 150 m y de +2°C sobre los 20 de profundidad (Figura 11b).

En la estructura halina se evidenció la presencia de ASS hasta 60 m de profundidad, agua de mezcla en una capa superficial (10 m) dentro de las 20 mn por la interacción de las ASS con rezagos de las AES y/o ACF (Figura 11c).

Asimismo, las anomalías halinas indican presencia de masas de agua con altas concentraciones principalmente en las primeras capas donde alcanzaron valores superiores a 0.1 y 0.2 ups sobre los 50 y 30 m, respectivamente (Figura 11d).

Las corrientes marinas en esta zona presentaron flujos hacia el sur dentro de las primeras 25 mn con velocidades mayores a 30 cm/s en el núcleo; así como flujos hacia el sur los que presentaron dos núcleos ubicados alrededor de los 30 y 150 m y velocidades de 40 cm/s (Figura 11e).



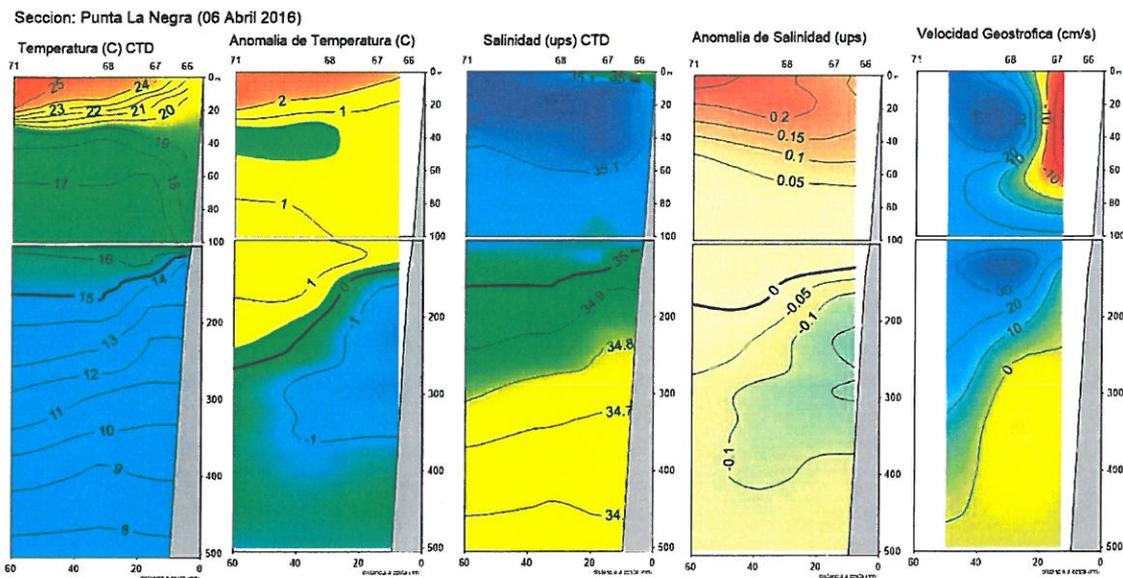


Figura 11. Sección Punta La Negra: a) Temperatura (°C), b) Anomalia térmica (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de salinidad (ups) y e) Velocidad geostrofica.

La distribución vertical del oxígeno disuelto presentó una concentración baja (2-4 mL/L) sobre los 30 m, desapareciendo dentro de las 20 mn. Por otro lado, la ZMO (0.5 mL/L) se localizó entre los 120 m y 200 m de profundidad, encontrándose más profunda en la zona costera (Figura 12a).

El pH presentó valores de 7.7 a 8.1, con los máximos valores sobre los 20 m de profundidad asociada a valores de oxígeno mayores de 3.0 mL/L (Figura 12b). Los valores relativamente bajos de pH en la zona costera, al igual que las bajas concentraciones de oxígeno, indican procesos de afloramiento en desarrollo.

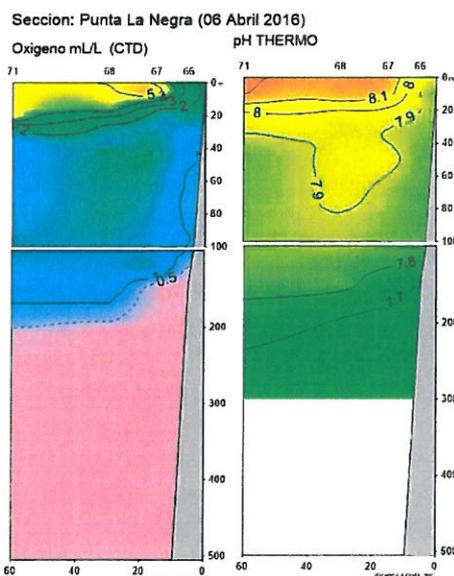


Figura 12. Sección Punta La Negra: a) Oxígeno disuelto (mL/L), b) pH.

Sección Chicama.- Temperaturas de 19.7° a 24.9°C se registraron en superficie y se caracterizó por presentar una termoclina menos intensa que en marzo (11-12 de marzo 2016 acorde a resultados de PpR). Se observó un debilitamiento de la termoclina en la zona costera. Con respecto a la isoterma de 15°C se localizó alrededor de los 100 m (50 m menos profunda que durante la evaluación de marzo). En general, al igual que la sección Paita se presentan temperaturas menores que lo observadas el mes anterior (Figura 13a).


C. AGUILAR


A. CHIPOLLINI M.

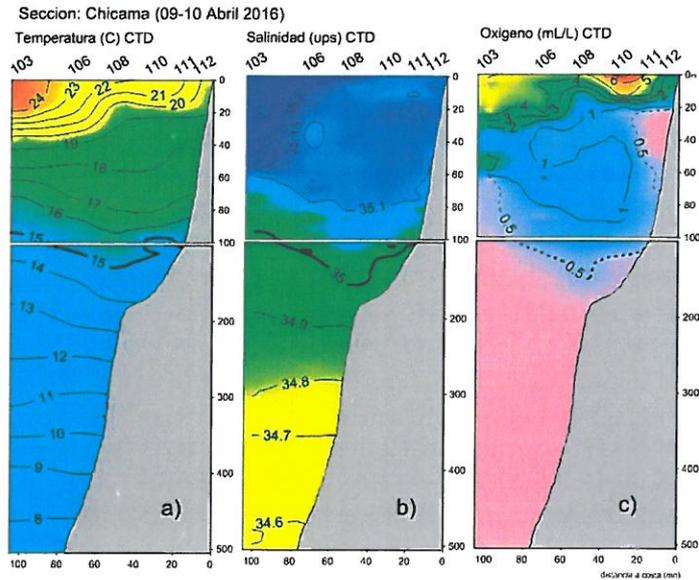


Figura 13. Sección Chicama: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L).

Las ASS con valores mayores de 35.1 ups se localizaron a lo largo de la sección y hasta 80 m de profundidad, asociadas a temperaturas de 18° a 24°C. Sin embargo, respecto al mes de marzo, la influencia de las ASS fue mayor aunque abarcando una menor profundidad (Figura 13b). El oxígeno no presentó una capa definida, observándose un gradiente ondulante sobre los 30 m de profundidad. Se observó un núcleo de 5 y 6 mL/L a 20 mn de distancia de la costa en la capa superficial. La ZMO estuvo presente con valores de 0,5 mL/L, la cual se ubicó entre 20 y 140 m de profundidad (Figura 13c).

Sección Chimbote

Presentó una termoclina intensa (Figura 14a) conformado por 8 isotermas (18°-24°C) entre 30 y 50 m de profundidad a 60 mn de la costa, debilitándose conforme se aproxima a la costa, asociados a ASS con salinidades valores de 35.1 a 35.4 ups. Esta masa de agua predominó en la capa de 0 a 60 m de profundidad (Figura 14b). En la zona costera, dentro de las 8 mn, se observó agua de mezcla con temperaturas menores de 19°C y salinidades de 35.025 ups. La distribución del oxígeno, al igual que la sección Chicama, no presentó una capa definida. La ZMO se ubicó entre 100 y 130 m de profundidad (Figura 14c).

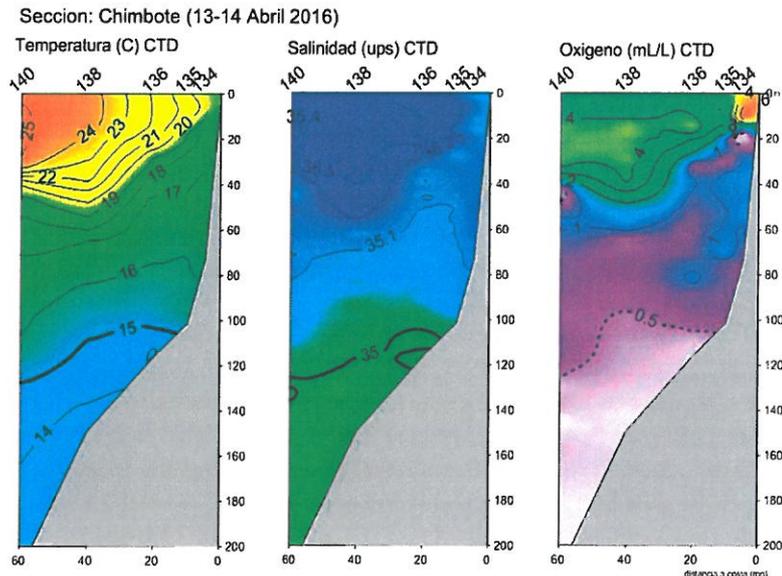


Figura 14. Sección Chimbote: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L).



Sección Punta Bermejo

En esta zona se observó una termoclina (Figura 15a) moderada sobre los 30 m de profundidad, conformada por 6 isotermas (17°-22°C) asociada a ASS con salinidades mayores a 35.1 ups. Esta masa de agua se aproximó hacia la costa pero en una capa de 0 a 30 mn, menor a lo observado en Chimbote (Figura 15b). Dentro de las 10 mn se observaron aguas de mezcla. El oxígeno presentó valores de 1 mL/L a 6 mL/L sobre los 30 m de profundidad. El valor máximo de 6 mL/L se encontró formando un núcleo alrededor de 25 mn de la costa, asociada a la presencia de marea roja observada durante la prospección. La ZMO se ubicó entre 60 m y 85 m de profundidad (Figura 15c).

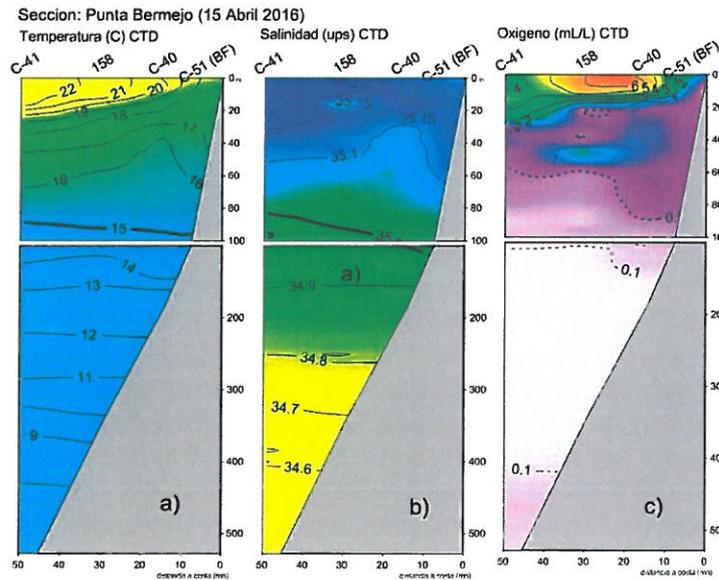


Figura 15. Sección Punta Bermejo: a) Temperatura (°C), b) Salinidad (ups) y c) Oxígeno disuelto (mL/L).

Sección Callao.- Esta zona presentó una termoclina debilitada (Figura 16a) con temperaturas menores de 21°C hasta 50 mn de la costa. La isoterma de 15°C se ubicó menos profunda que en el mes de marzo. Las anomalías térmicas mostraron valores neutros sobre los 170 m y de +1°C sobre los 30m hasta 30 mn, profundizándose a distancias más alejadas (Figura 16b). La estructura halina mostró presencia de ASS hasta 25 m de profundidad, agua de mezcla en una capa superficial (10m) dentro de las 15mn (Figura 16c).

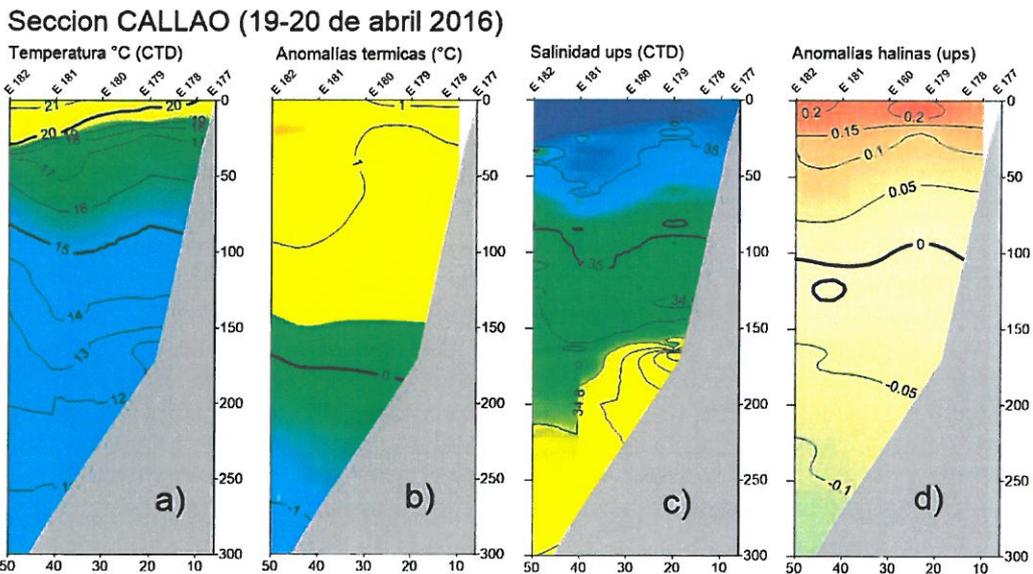


Figura 16. Sección Callao: a) Temperatura (°C), b) Anomalia térmica (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de salinidad (ups).



Con respecto a las anomalías halinas se observó la presencia de masas de agua con altas concentraciones principalmente en las primeras capas donde alcanzaron valores superiores a 0.1 y 0.2 ups sobre los 20 m (Figura 16d).

La distribución de oxígeno disuelto mostró una oxiclina entre los 20 a 30 m de profundidad. El gradiente varió entre 3.0 a 0.5 mL/L y tuvo un espesor de 10 m. En general, se puede apreciar una tendencia al afloramiento por las concentraciones de oxígeno inferiores a 4.0 mL/L en la zona costera. La ZMO se registró por los 30 m de profundidad, indicando un claro proceso de recuperación de las condiciones oceanográficas con una capa superficial de las ASS.

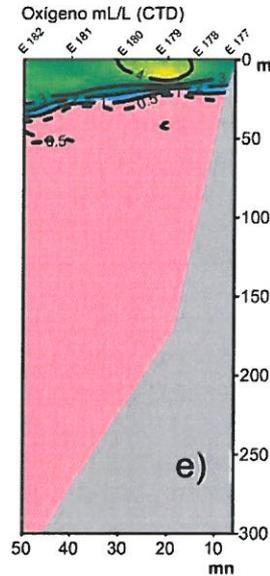


Figura 16. Sección Callao: e) Oxígeno disuelto (mL/L).

Sección Pisco.- En esta zona se presentó una termoclina (Figura 17a) débil sobre los 20 m de profundidad, conformada por 4 isotermas (17°- 20°C) asociada a ASS con salinidades de 35.1 ups. Esta masa de agua se aproximó hacia la costa en una capa de 0 a 40 mn, ligeramente mayor a lo observado en Callao (Figura 17c). Dentro de las 10 mn se observaron aguas de mezcla. Las anomalías halinas indican presencia de masas de agua con concentraciones menores al Callao, principalmente en la capa de 50 m donde alcanzaron valores de 0.1 y 0.15 ups sobre los 50 m (Figura 17d).

Sección Pisco (24-25 de abril 2016)

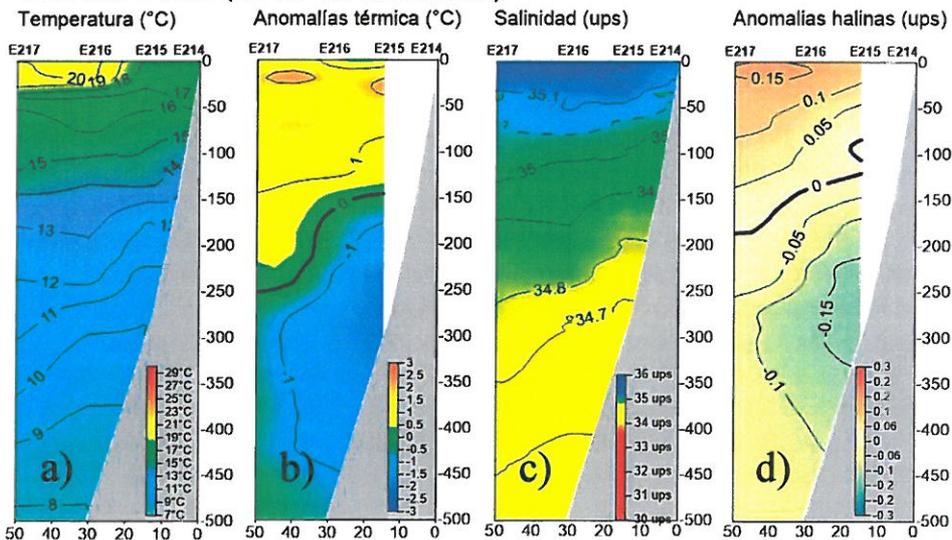


Figura 17. Sección Pisco: a) Temperatura (°C), b) Anomalia térmica (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de salinidad (ups).



Las anomalías térmicas mostraron valores neutros sobre los 150 m y de +1°C sobre los 100 m hasta 30 mn, profundizándose a distancias más alejadas (Figura 17b).

En la sección Pisco, la distribución de oxígeno disuelto mostró una oxiclina entre los 10 a 20 m de profundidad, con un gradiente entre 4.0 a 2.0 mL/L. La tendencia a la surgencia costera se encontró dentro de los 30 mn por el ascenso de concentraciones de oxígeno de 3.0 hasta los 10 m asociada a temperaturas entre 17.0 a 18.0 °C. El límite superior de la ZMO bordeó los 60 m de profundidad en toda la sección Pisco con salinidades de 35.05 a 35.1 ups (Figura 17e).

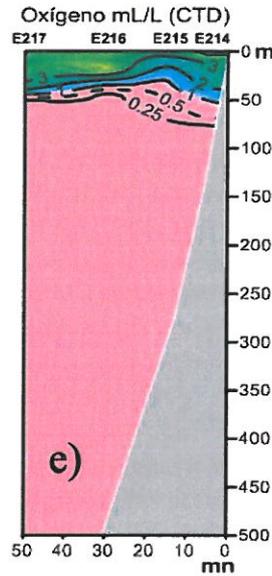


Figura 17. Sección Pisco: e) Oxígeno disuelto (mL/L).

Sección San Juan.- En esta sección se observó una termoclina intensa conformada por 7 isotermas (14°-21°C) sobre 60 m de profundidad, debilitándose dentro de las 20 mn donde se aprecia procesos de afloramiento por el ascenso de las isotermas de 16°- 19°C (Figura 18a). Las anomalías térmicas mostraron valores negativos de 1°C sobre 30 m de profundidad en la zona próxima a la costa y valores neutros sobre 50 m a distancias mayores de 20 mn (Figura 18b). La estructura halina se caracterizó por presentar sobre 25 m una capa delgada de ASS de 35.1 ups y agua de mezcla entre ASS y ACF dentro de 30 mn de la costa (Figura 18c).

Sección San Juan ((27 de abril 2016)

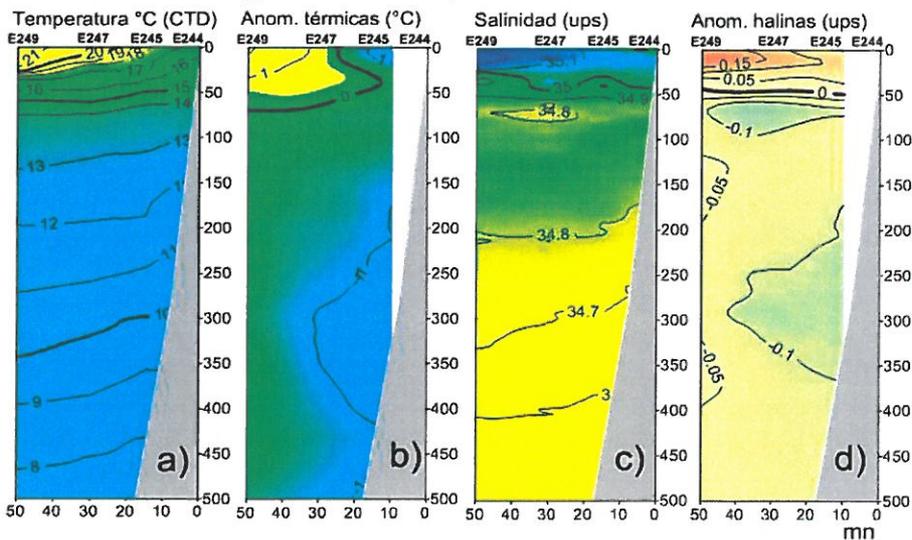


Figura 18. Sección San Juan: a) Temperatura (°C), b) Anomalia térmica (°C), c) Salinidad (ups), d) Anomalia de salinidad (ups).



Las anomalías halinas indican presencia de masas de agua con concentraciones de 0.15 ups asociadas a temperaturas y salinidades de 20°C y 35.1 ups, respectivamente (Figura 18d). La distribución de oxígeno disuelto muestra proceso de afloramiento dentro de las 20 mn de costa, a diferencia de las secciones al norte, registrando valores de 3.0 y 2.0 mL/L en la superficie del mar (Figura 18e). A las 30 mn de costa se observó un proceso importante de productividad con valores de 6,0 mL/L, lo cual sugiere un aporte de fertilidad de la surgencia. El límite superior de la ZMO ascendió de los 75 m hasta bordear los 10 m en litoral.

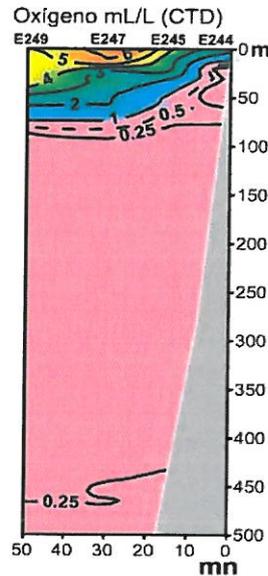


Figura 18. Sección San Juan: e) Oxígeno disuelto (mL/L).

Plancton

Del análisis de las muestras de zooplancton se observó gran diversidad de organismos con mayor incidencia de radiolarios hacia el norte de Punta La Negra. También se observaron organismos gelatinosos (hidromedusas y quetognatos), moluscos pterópodos (*Clio sp.* y *Cresseis sp.*), eufáusidos y copépodos (*Calanus chilensis*). A través de la distribución de copépodos (i.e., indicadores de masas de aguas superficiales) se encontró a *Centropages furcatus* (indicador de AES), *Mecynocera clausi* y *Acartia danae* (indicador de ASS) muy cercanos a la costa entre Talara y Punta La Negra. Hacia la zona oceánica estas especies se extendieron hacia Huarney.

Del mismo modo, entre Punta La Negra y Chala, se encontró aguas de mezcla con la presencia de *Acartia danae* en núcleos frente a Pimentel y Chimbote, mientras que *Centropages brachiatus* (indicador de ACF) se distribuyó dentro de las 20 mn muy cerca de costa entre bahía Sechura y Chimbote. Se observó una dispersión hacia el suroeste del área muestreada (i.e., zona oceánica) (Figura 19).



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



M. ÑIQUEN

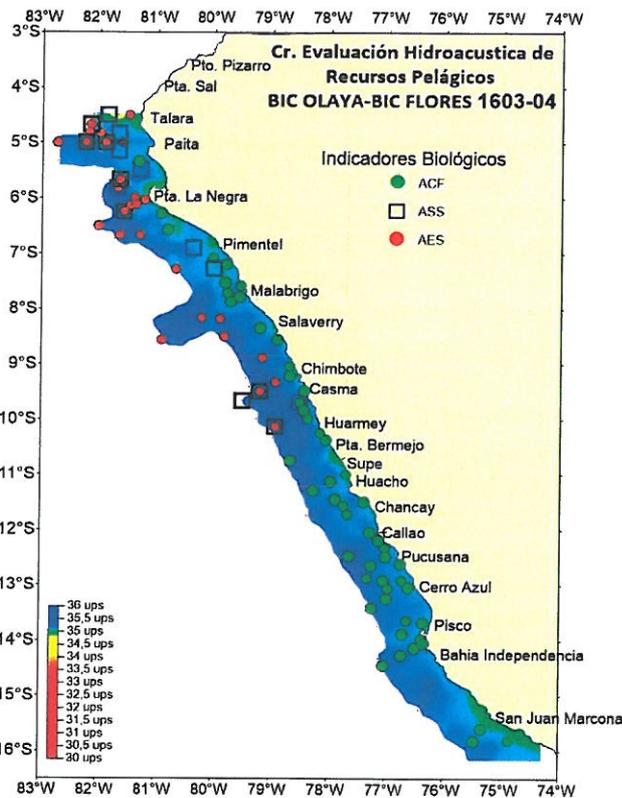


Figura 19. Distribución de copépodos (indicadores biológicos) asociados a masas de agua presentes en el crucero.

Asimismo, hubo presencia de huevos y larvas de anchoveta cerca a costa entre Punta La Negra y Pisco donde se observó aguas de mezcla (Figura 20a). Otros huevos y larvas de engraulidos se distribuyeron sólo al norte de Punta La Negra, mientras que los estadios tempranos de vinciguerría se encontraron en núcleos al norte, centro y sur, en zonas donde hubo más influencia de ASS (Figura 20b).

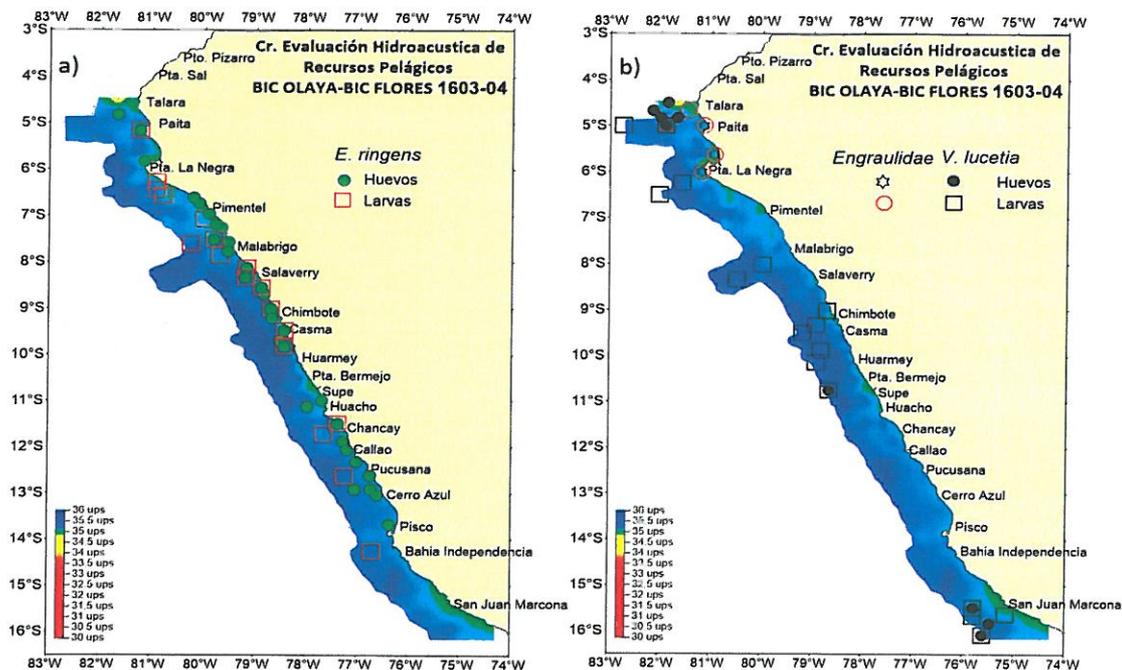


Figura 20. Distribución de huevos y larvas de (a) anchoveta, (b) engraulidos y vinciguerría asociados a masas de agua presentes en el crucero.



4.2 Distribución de recursos pelágicos

Anchoveta

La distribución de anchoveta ocurrió principalmente próximo a la costa (Figura 21) debido a las condiciones cálidas producto del avance de las ASS hacia la costa (ver Oceanografía). Esta distribución fue continua en áreas muy replegadas a la costa (entre 0.5 y 8 mn de la costa) y en áreas discontinuas y aisladas entre Paita y Chancay (menores de 42 mn de la costa).

Los ejemplares juveniles (con modas inferiores a 12 cm) estuvieron presentes principalmente entre Punta La Negra, sur de Pimentel y San Juan, y en pequeñas áreas entre Huarney, Chancay y Pisco. Los ejemplares adultos (mayores de 12 cm) fueron registrados en diversas zonas a lo largo de la costa y fueron los que predominaron la distribución total de anchoveta (Figura 21).

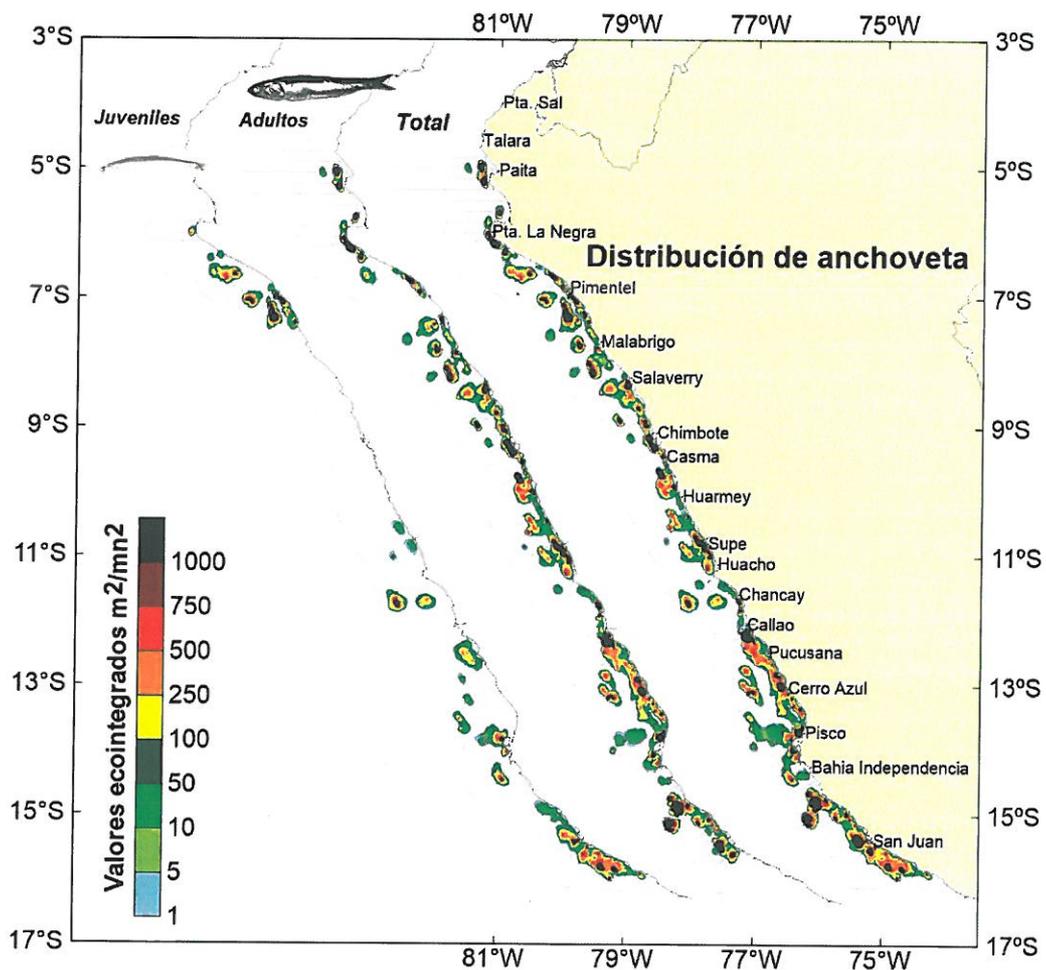


Figura 21. Distribución de anchoveta juvenil, adulta y total.

C. AGUILAR Los cardúmenes de anchoveta en las zonas de Paita, Pimentel, Chimbote y Huacho se localizaron debajo de los 50 m de profundidad (Figura 22). En Figura 21 además se observa que la distribución de anchoveta estuvo generalmente replegada hacia la costa, lo cual tendría relación con la presencia de las ASS. En algunas zonas costeras como Salaverry, Huacho, Pucusana y San Juan, la mayor cantidad de cardúmenes de anchoveta estuvo presente en aguas superficiales hasta los 6 m de profundidad (Figura 22).



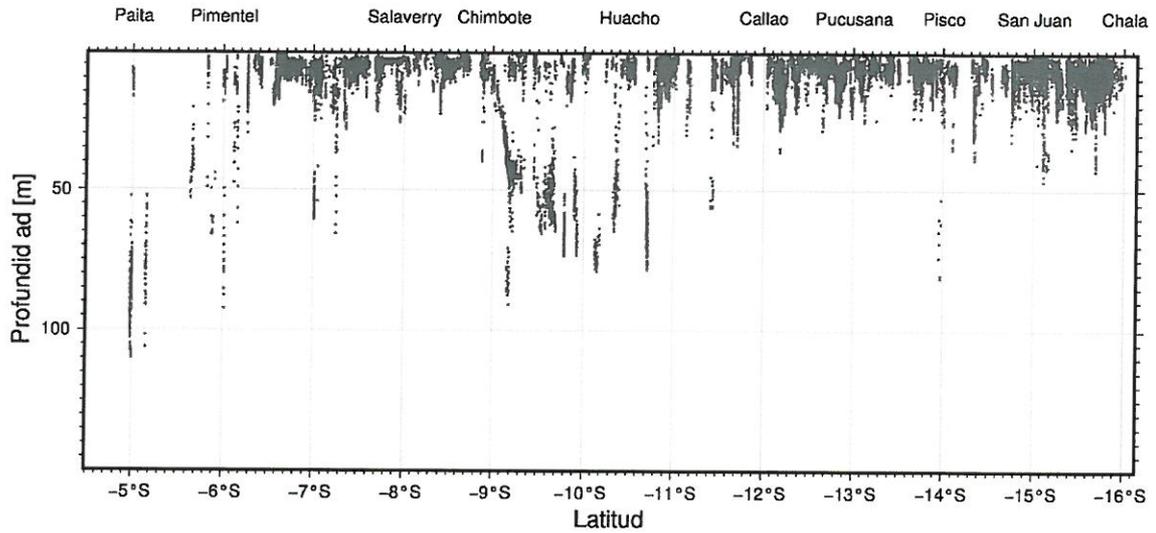


Figura 22. Distribución vertical de anchoveta por grado de latitud.

En relación a las horas del día, la anchoveta estuvo presente hasta los 110 m de profundidad, mientras que durante la noche estuvo presente entre los 2 y 20 m (Figura 23).

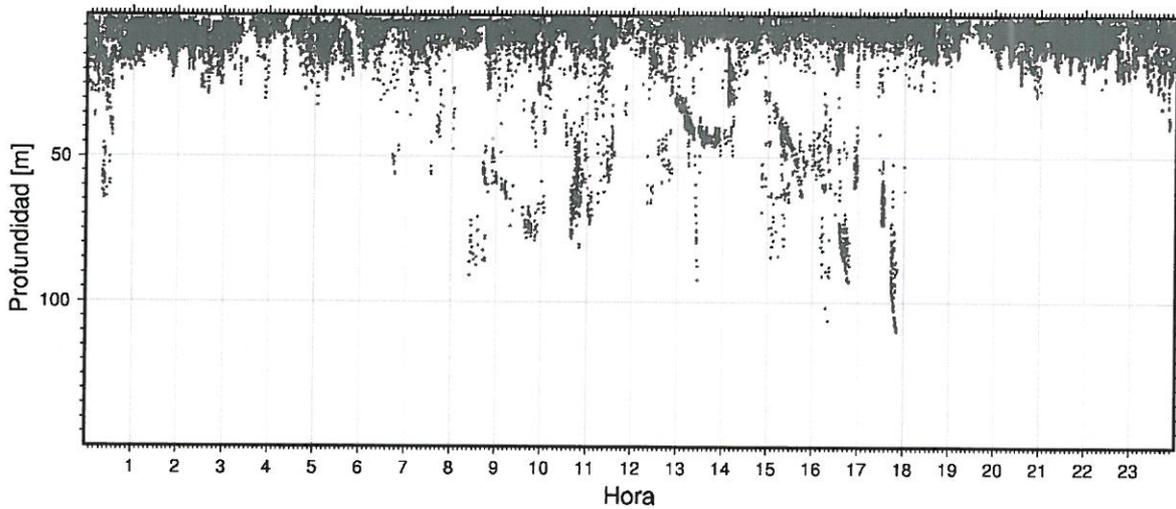


Figura 23. Distribución vertical de anchoveta por horas del día.

Jurel, caballa y samasa

La presencia del jurel fue muy escasa (Figura 24). Esta especie se encontró solamente frente a Paíta entre las 3 y 100 mn de distancia a la costa y en otros pequeños núcleos dispersos frente a Supe y Pisco (Figura 24).



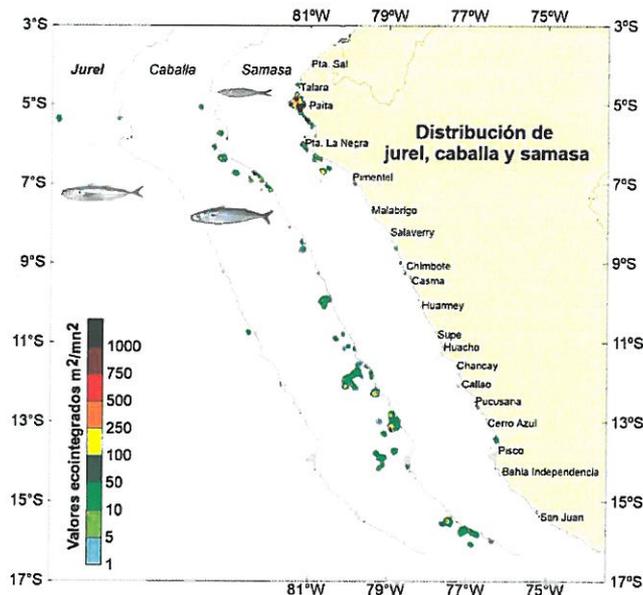


Figura 24. Distribución del jurel, caballa y samasa.

La samasa se localizó principalmente dentro de las 20 mn de distancia a la costa, donde la zona con mayor densidad se registró frente a Paita. Otras zonas muy dispersas se registraron frente a Chimbote, Pucusana y al norte de Pisco dentro de las 5 mn de costa (Figura 24). La caballa estuvo presente en diversas áreas en la zona costera principalmente en Bayovar, Pimentel, Chancay, Cerro Azul, Pisco y San Juan. Verticalmente, la caballa estuvo presente hasta los 100 m, donde la mayor presencia se ubicó en la capa superficial (hasta 25 m de profundidad) (Figura 25).

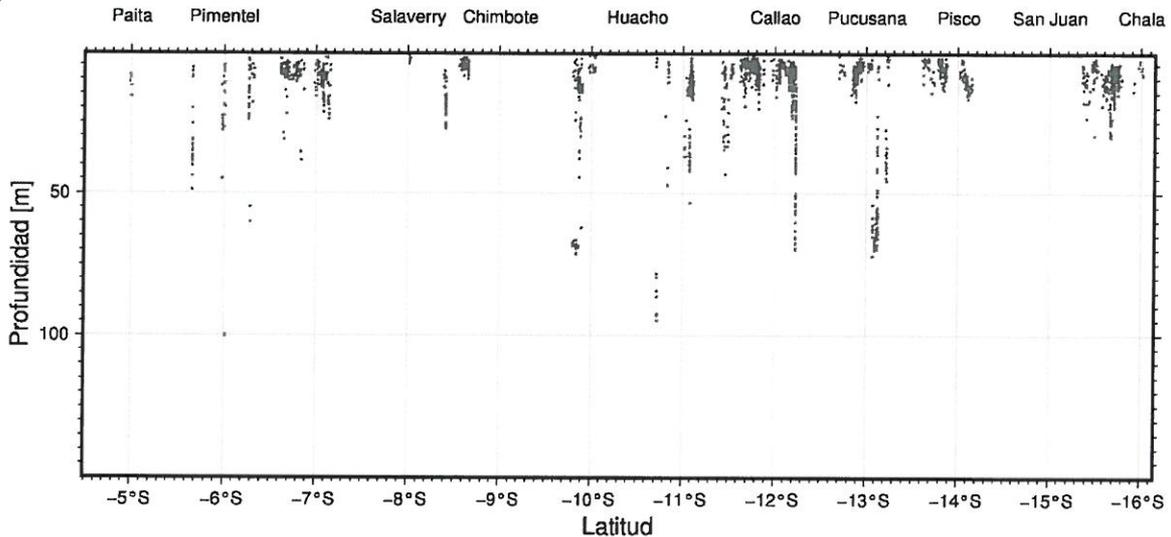


Figura 25. Distribución vertical de caballa por grado de latitud.

Múnida y bagre

La múnida se registró de forma continua en dos zonas, entre Huarney-Chancay y Callao-San Juan (Figura 26). Su distribución fue costera hasta las 22 mn. Las mayores densidades se localizaron frente a Supe, Pucusana y Pisco (Figura 26). La distribución del bagre se registró principalmente dentro de 15 mn desde la costa, generalmente de forma dispersa. Las mayores densidades se localizaron frente a Salaverry, Chimbote y Callao (Figura 26).



C. AGUILAR



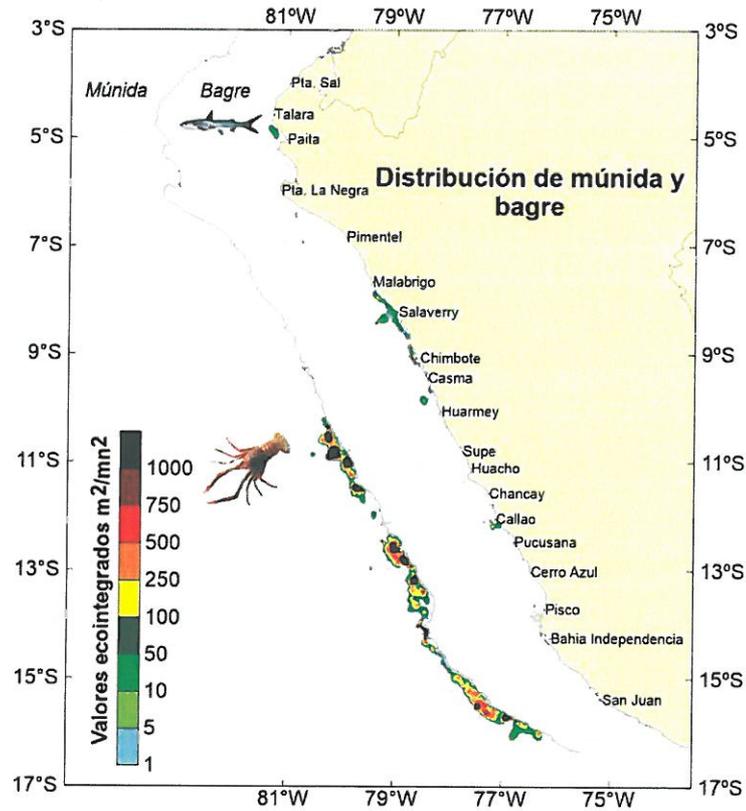


Figura 26. Distribución de múnida y bagre.

La distribución vertical de la múnida se registró hasta los 150 m de profundidad frente a Huacho y hasta los 100 m frente a las zonas de Pucusana, Pisco y San Juan (Figura 27).

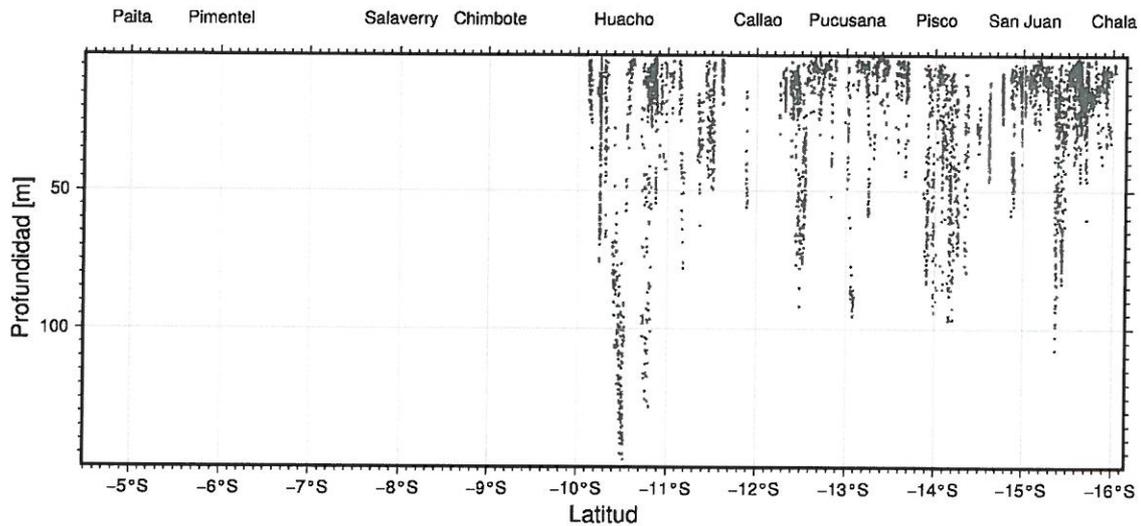


Figura 27. Distribución vertical de la múnida por grado de latitud.



C. AGUILAR

Vinciguerría y pota

La vinciguerría se registró principalmente por fuera de las 20 mn de distancia a la costa (Figura 28). Las zonas con mayores densidades se localizaron en Casma, Huacho y San Juan.



A. CHIPOLLINI M.



M. ÑIQUEN

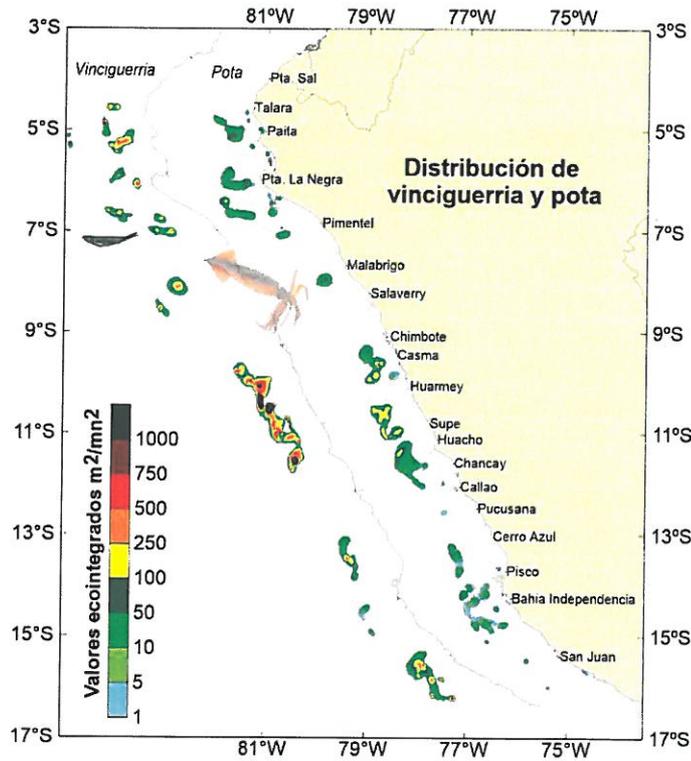


Figura 28. Distribución de vinciguerria y pota.

La distribución vertical de la vinciguerria con respecto a las horas del día muestra un comportamiento nictameral. En las horas del día (06:00-18:00 horas) esta especie se profundizó hasta los 320 m. Durante la noche, la vinciguerria fue detectada en la capa superficial hasta los 45 m (Figura 29). Las mayores abundancias de la pota fueron registradas frente a Casma y Huarmey por fuera de las 20 mn de distancia a la costa. Además se registraron núcleos aislados en las zonas costeras de Talara, Bayovar y Malabrigo (Figura 28).

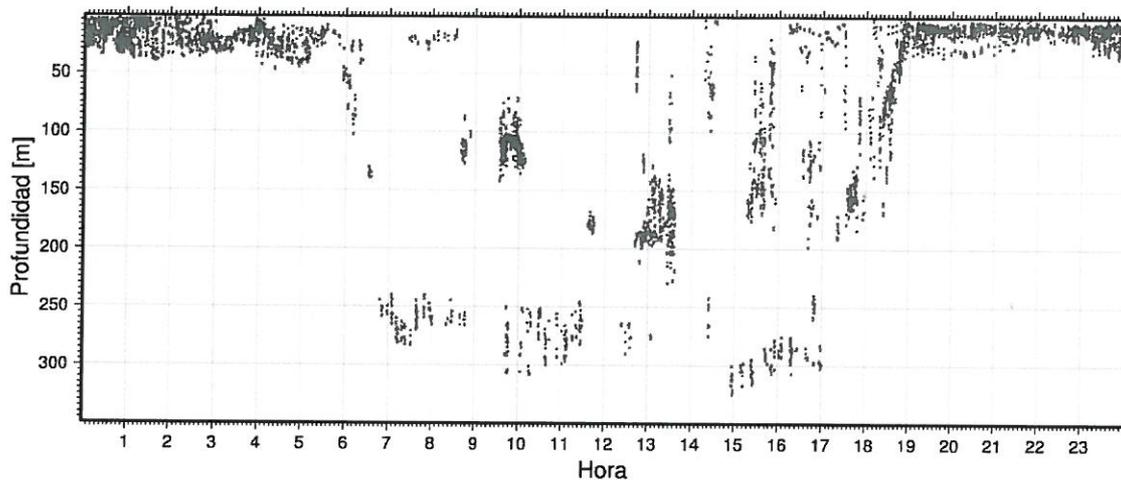


Figura 29. Distribución vertical de vinciguerria por horas del día.

Distribución de anchoveta relacionada con las variables oceanográficas superficiales

La anchoveta en relación a las variables oceanográficas superficiales mostró un rango preferencial de temperaturas entre 18.5° y 21°C con salinidades entre 34.90 y 35.16 ups y valores de oxígeno disuelto entre 3.8 y 4.8 mL/L (aguas de mezcla) (Figura 30).



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



M. ÑIQUEN

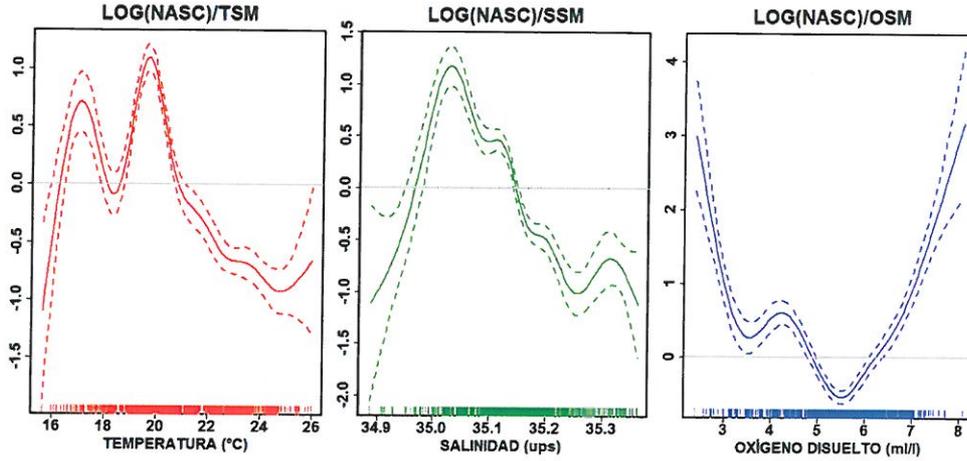


Figura 30. Análisis de modelos aditivos generalizados del logaritmo de los valores ecointegrados de la anchoveta con las variables oceanográficas superficiales.

Relación de la anchoveta con las masas de agua

La anchoveta tuvo una mayor área de distribución en las ASS (63.17%) que en las ACF (15.02%) y en aguas de mezcla (21.8%). Asimismo, la abundancia de esta especie fue mayor en las ASS (44.54%) que en las ACF (27.95%) y en las aguas de mezcla (27.51%). Sin embargo, al calcular el índice de preferencia por las masas de agua se obtuvo que la anchoveta tiene una alta preferencia por las ACF (Tabla 1).

Este resultado sugiere que la anchoveta está utilizando las ACF como un refugio frente a las condiciones ambientales adversas (i.e., intromisión de las ASS en la costa, la preferencia por las aguas de mezcla también fue alta de lo que se esperaría en condiciones normales). A pesar de que en las ASS se encontró una proporción importante de la abundancia y del área de distribución de la anchoveta, ésta no mostró ninguna preferencia por las ASS, lo cual indica que dicha especie se encontró dispersa en estas masas de agua (Figura 31). El centro de gravedad de la distribución de anchoveta fue determinado a 12 mn de Huarmey.

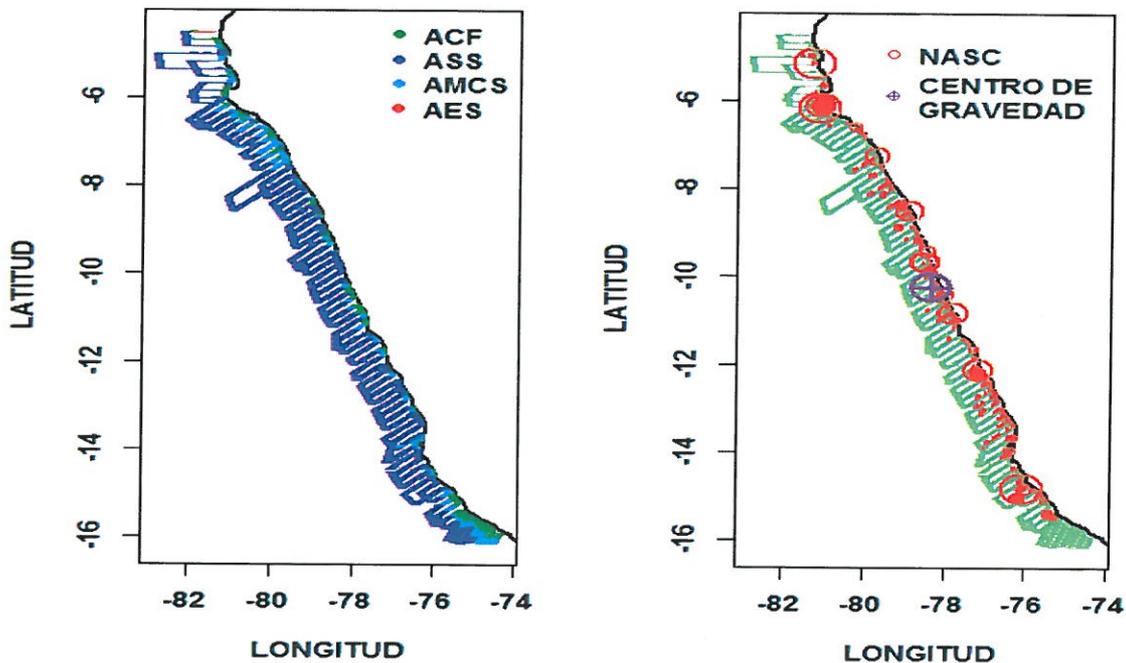


Figura 31. Distribución de la anchoveta con las masas de agua por cada muestra acústica. Los círculos rojos son proporcionales al valor ecointegrado de la anchoveta.

Tabla 1. Abundancia, área ocupada y preferencia de masas de agua de la anchoveta.

MASA DE AGUA	NASC (m/mn^2)	NASC (%)	ÁREA (mn)	ÁREA (%)	PREFERENCIA
ACF	461474.53	27.95	146	15.02	3.08
ASS	735355.36	44.54	614	63.17	0.59
AMCS	454228.66	27.51	212	21.8	1.83

Biomasa de especies pelágicas

La biomasa de anchoveta fue estimada en 4.42 millones de toneladas, con las mayores abundancias presente entre los grados 06° y 15°S (Bayóvar y San Juan) con 691 360 y 650 544 toneladas métricas (TM) respectivamente (Tabla 2). La abundancia de la múnida, pota y vinciguerría fue 2 242 324 TM, 403 304 TM y 38 868 TM, respectivamente (Tabla 3).

Tabla 2. Biomasa (TM) de la anchoveta por latitud y distancia de la costa.

TOTALES (t)	TOTAL (%)	Distancia de la costa (mn)						Grado de latitud sur
		50-60	40-50	30-40	20-30	10-20	0-10	
0								03° 30 - 04° 00
0	0.00							03° - 04°
0								04° 00 - 04° 30
0								04° 30 - 05° 00
0	0.00							04° - 05°
251,661					1397		250264	05° 00 - 05° 30
61,818							61818	05° 30 - 06° 00
313,479	7.09				1 397		312 082	05° - 06°
342,205							342205	06° 00 - 06° 30
308,339					2906	67398	238035	06° 30 - 07° 00
650,544	14.71				2 906	67 398	580 240	06° - 07°
342,557					60901	215499	66157	07° 00 - 07° 30
62,852			83	430	75	36439	25825	07° 30 - 08° 00
405,408	9.17		83	430	60 976	251 937	91 982	07° - 08°
111,574				2238	35195	38961	35181	08° 00 - 08° 30
240,588					74284	3183	163120	08° 30 - 09° 00
352,162	7.96			2 238	109 479	42 144	198 301	08° - 09°
316,091						913	315178	09° 00 - 09° 30
174,942						17166	157776	09° 30 - 10° 00
491,033	11.10					18 079	472 954	09° - 10°
71,130						22255	48875	10° 00 - 10° 30
151,227				96	11624	13111	126396	10° 30 - 11° 00
222,357	5.03			96	11 624	35 366	175 271	10° - 11°
27,216					60	654	26502	11° 00 - 11° 30
182,946				42475	8535	4472	127463	11° 30 - 12° 00
210,162	4.75			42 475	8 595	5 126	153 965	11° - 12°
403,863						18843	385020	12° 00 - 12° 30
88,359				5335	11278	14251	57495	12° 30 - 13° 00
492,222	11.13			5 335	11 278	33 094	442 515	12° - 13°
118 875				48730	5529	13207	51409	13° 00 - 13° 30
133 811			3544	2464	705	1152	125944	13° 30 - 14° 00
252 686	5.71		3 544	51 194	6 235	14 359	177 354	13° -14°
30 507						17607	12900	14° 00 - 14° 30
311 325						278423	32902	14° 30 - 15° 00
341 832	7.73					296 030	45 803	14° -15°
488 671					156238	87040	245393	15° 00 - 15° 30
202 689						66736	135952	15° 30 - 16° 00
691 360	15.63				156 238	153 777	381 345	15° -16°
TOTALES			3,627	101,769	368,728	917,309	3,031,813	
4 423 246	69.04	0.00	0.08	2.30	8.34	20.74	68.54	4 423 246



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



M. ÑIQUEN

Tabla 3. Biomosas (toneladas métricas TM) de especies evaluadas.

Grado de latitud (°S)	Especie					
	Caballa	Samasa	Múnida	Bagre	Vinciguerría	Pota
03						
04	640	46432	0	767	1629	14195
05	8736	175678	0	0	2602	29997
06	100249	13914	0	0	2525	79273
07	11032	0	0	3780	544	16061
08	1193	109	0	19403	1461	2216
09	8374	903	0	24051	4926	68671
10	4719	0	813690	0	13994	77090
11	28812	0	200398	0	4784	67514
12	46988	103	368335	3679	0	1804
13	100771	782	289543	0	1243	22175
14	4392	0	206459	0	49	20708
15	25002	0	363898	0	2515	3109
16	0	0	0	0	2597	491
17						
18						
TOTAL	340907	237922	2242324	51680	38868	403304

4.3 Aspectos biológicos de las especies pelágicas

Composición por especies de las capturas

La captura acumulada de todas las embarcaciones participantes en el crucero fue de 23 926 kg. La mayor captura fue la anchoveta con 11 255 kg, lo cual representó el 47.0% del total capturado. La captura de la múnida fue 4 798 kg (20.1%) y la samasa fue de 4 360 kg (18.2%). Otras especies de mayor abundancia fueron la cachema (2.5%), caballa (2.2%) y peces costeros como el pampanito, falso volador y bagre (Figura 32).

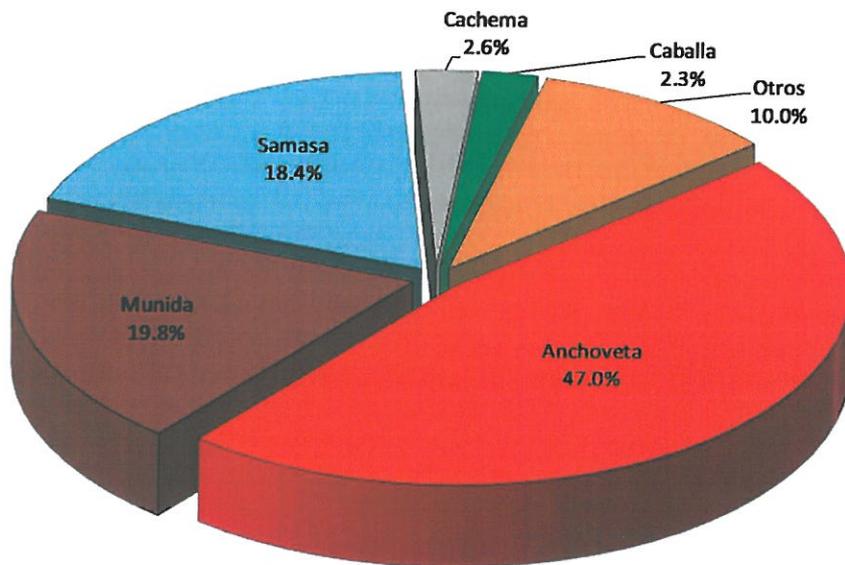


Figura 32. Composición porcentual por especies capturadas en los lances de pesca.

La anchoveta, múnida y samasa fueron las especies de mayor captura en cada una de las embarcaciones, aunque en diferentes proporciones (Tabla 4).



Tabla 4. Composición por especies capturadas en los lances de pesca por embarcación.

BIC José Olaya			BIC Luis Flores			LP IMARPE V, LP IMARPE IV		
Especie	Captura		Especie	Captura		Especie	Captura	
	k	%		k	%		k	%
Anchoveta	10 035.16	74.2	Munida	1 241.00	31.7	Munida	846.5	76.6
Samasa	3 240.28	15.8	Samasa	1 089.11	27.8	Anchoveta	180.537	16.3
Munida	2 711.20	2.7	Anchoveta	1 039.67	26.6	Samasa	30.33	2.7
Cachema	592.47	1.9	Salpas	283.57	7.2	Bagre	15.85	1.4
Caballa	504.34	1.4	Falso volador	57.04	1.5	Cachema	10	0.9
Otros	1 790.34	9.5	OTROS	201.18	5.1	OTROS	21.919	2.0
TOTAL	18 873.78	100.0	TOTAL	3 911.56	100.0	TOTAL	1105.14	100.0

Capturas de anchoveta

La captura de anchoveta se distribuyó entre 0.8 y 47.5 mn de la costa. Las mayores capturas se realizaron en el grado 06°S (33.2%) y el grado 12°S (17.9 %). Según distancia a la costa, las mayores capturas se registraron dentro de las 10 mn (82.8%). En general, el 99% de la captura se realizó dentro de las 30 mn, mientras que las áreas isoparalitorales de mayor captura fueron el área 1063 con 2 978 kg (1 a 3 mn entre Morrope y Eten) y el área 1073 con 1 123 kg (0.8 a 3 mn al norte de Chicama) representando el 26.6 y 10%, respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5. Distribución de las capturas de anchoveta según áreas isoparalitorales.

Medio grado de latitud (°S)	Distancia a la costa (mn)					Total (kg)	%
	10	20	30	40	50		
4 0						0.0	0.0
3			1.1			1.1	0.0
5 0	0.9					0.9	0.0
3	49.9					49.9	0.4
6 0	760.9	0.0				760.9	6.8
3	2 977.2	0.1	0.6			2 977.9	26.5
7 0	146.2	0.4	2.1			148.7	1.3
3	1 122.7	4.2			0.3	1 127.2	10.0
8 0	349.5	29.1		0.7		379.3	3.4
3	468.9	12.5	0.7			482.0	4.3
9 0	40.2					40.2	0.4
3	94.4	228.2				322.6	2.9
10 0	2.5					2.5	0.0
3	634.6	244.0	134.2			1 012.8	9.0
11 0	121.4	227.5				349.0	3.1
3	37.3	0.0	2.0	0.0		39.3	0.3
12 0	954.0	203.0				1 157.0	10.3
3	494.0	52.0	316.6			862.6	7.7
13 0	285.4	4.0	25.0	1.3		315.8	2.8
3	158.0	41.6		65.0		264.6	2.4
14 0	19.7	0.2				19.9	0.2
3	500.0	112.0				612.0	5.4
15 0	79.7	53.4				133.1	1.2
3	25.3	170.7	0.0			196.0	1.7
Total (kg)	9 322.8	1 382.9	482.3	67.1	0.3	11 255.4	100
Porcentaje (%)	82.8	12.3	4.3	0.6	0.0	100.0	

Estructura por tamaños de las principales especies pelágicas

Anchoveta

Los lances utilizados en la evaluación de tallas de anchoveta (provenientes del BIC José Olaya y BIC Luis Flores) fueron 84. La anchoveta en la región norte-centro presenta un rango de tallas (en base al número de individuos ponderados a la captura) entre 3.0 cm y 17.0 cm de longitud total (LT), con moda principal en 14.5 cm y secundaria en 12.5 cm y porcentaje de juveniles del



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



M. ÑIQUEN

11%. Se pudo observar el ingreso de un contingente de reclutas provenientes del desove de invierno. En peso, el porcentaje de individuos juveniles fue de 5 % (Figura 33).

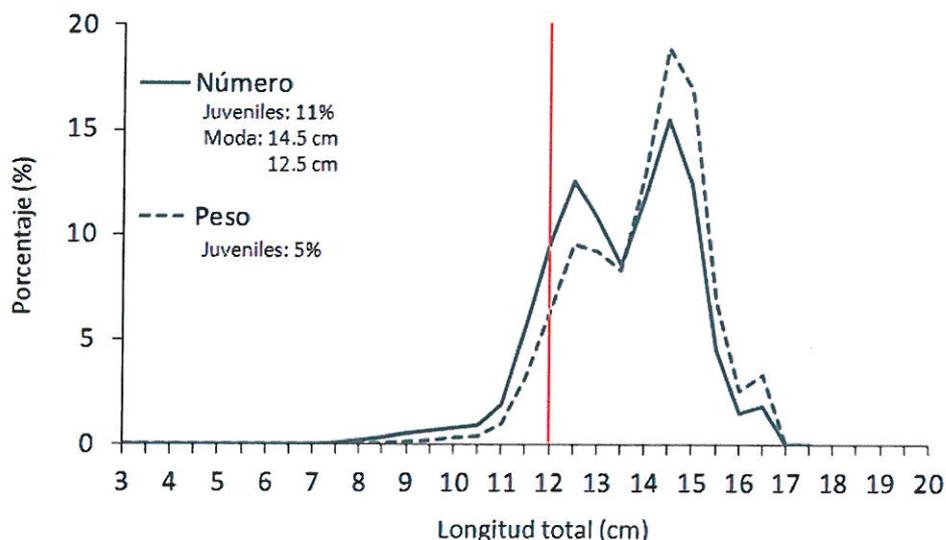


Figura 33. Estructura de tallas de anchoveta, en número y peso, ponderada a la captura.

La estructura de tallas, según grado de latitud, presentó gran presencia de individuos juveniles (< a 12 cm) a lo largo del área de evaluación, excepto entre los grados 04° y 06°S con moda principal en 15.0 cm y 0.1% de juveniles. El mayor contingente de reclutas, con modas de 6.0, 8.5 y 9.5 cm, se registraron desde el sur de Supe hasta el extremo sur del área evaluada (Figura 34a). Según distancia de la costa, se observó un aumento progresivo del porcentaje de juveniles desde costa con 7% hasta las 40 mn con 80%. La moda de 14.5 cm presente en las 10 mn fue registrada en el extremo norte del área evaluada (Figura 34b).

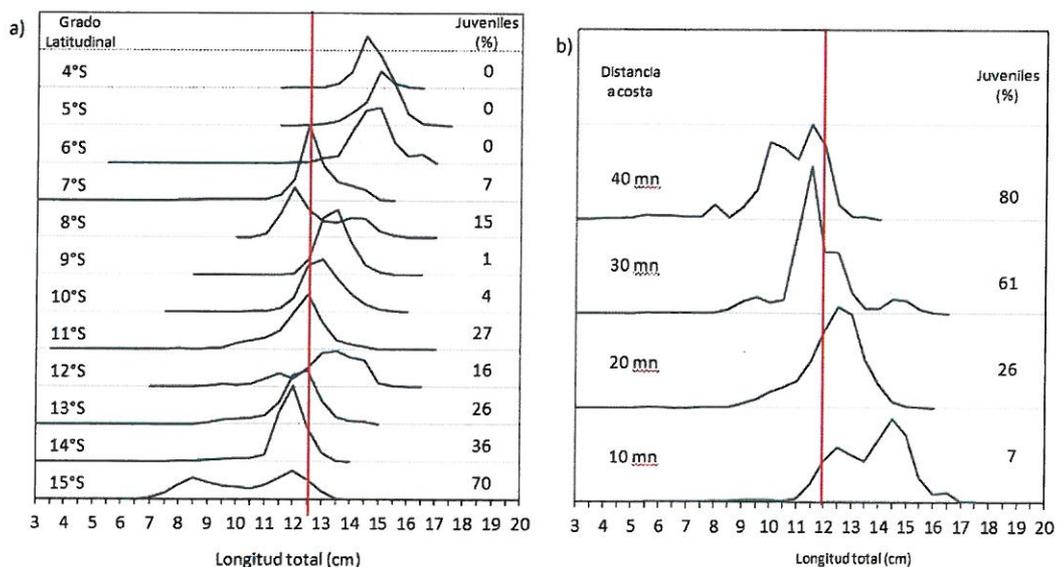


Figura 34. Estructuras de tallas de anchoveta según: a) grado latitudinal y b) distancia a la costa.

La distribución espacial de grupos modales de anchoveta mostró la presencia de ejemplares juveniles en gran parte del área evaluada, principalmente entre Punta La Negra y Bahía Independencia desde las 20 hasta las 100 mn de la costa. Entre Casma y Punta la Negra, se registraron modas de juveniles dentro de las 30 mn, excepto frente a Pimentel que se presentaron hasta las 70 mn. Los grupos modales de adultos se presentaron en áreas cercanas a la costa dentro de las 40 mn, tanto en la región norte-centro como en la región sur (Figura 35).



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



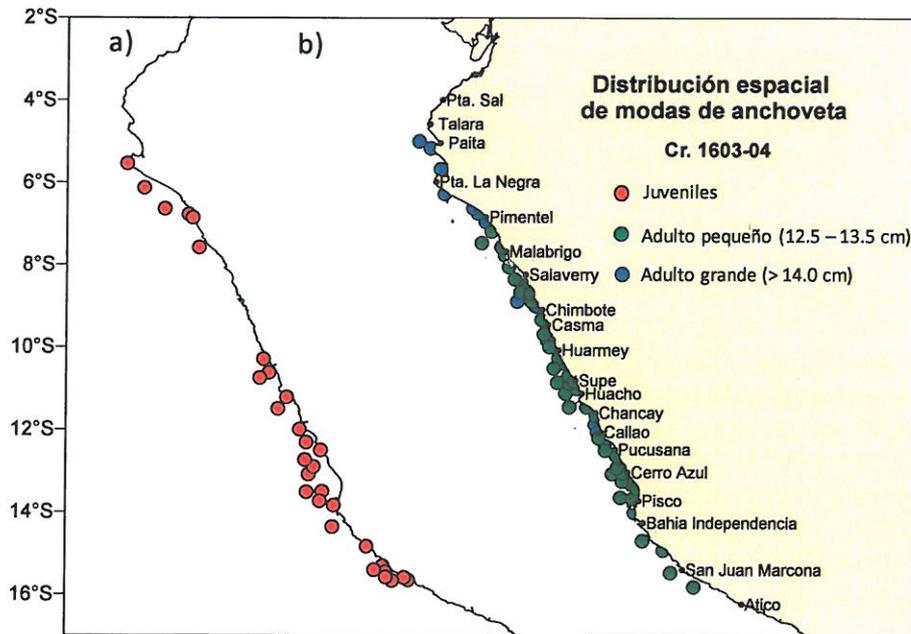


Figura 35. Distribución espacial de modas de cardúmenes de a) juveniles y b) adultos de anchoveta

Especies indicadoras de aguas cálidas

Samasa

La samasa se registró en 7 lances, presentando una estructura de tallas con rango de 6.5 a 15.0 cm LT, con moda principal en 10.0 cm y modas secundarias en 13.0 y 7.5 cm. El porcentaje de juveniles fue de 21%. En el área norte, la zona de pesca se presentó entre Talara (04°S) a Pimentel (06°S) dentro de las 10 mn de la costa. Otras zonas localizadas de captura de samasa fueron Chimbote (09°S) y Pisco (13°S) dentro de las 2 mn (Figura 36).

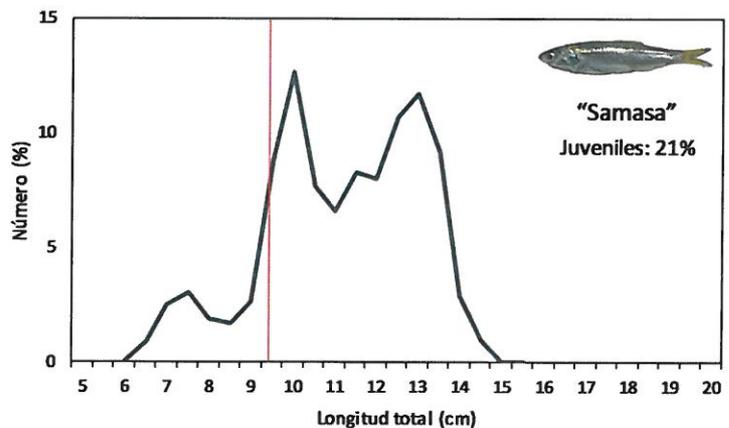


Figura 36. Estructura por tamaños de samasa.

Falso volador

El falso volador se registró en 19 lances, presentando una estructura de tallas con rango de 2 a 23 cm LT, con moda principal en 6 cm y moda secundaria en 17 cm. El porcentaje de juveniles fue de 99%. El falso volador fue encontrado dentro de las 40 mn a lo largo de la costa (Figura 37).

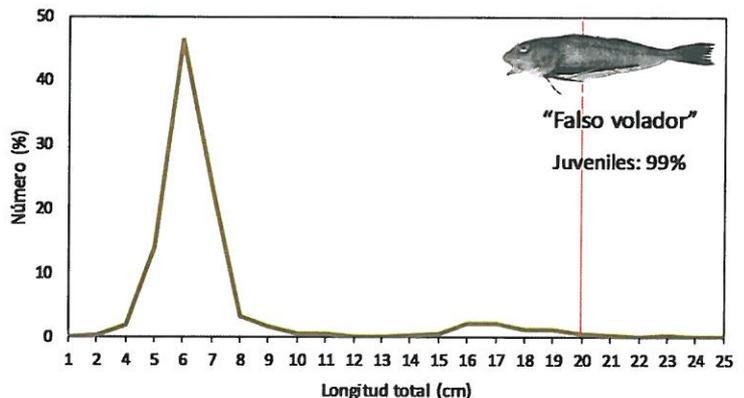


Figura 37. Estructura por tamaños del falso volador.


C. AGUILAR


A. CHIPOLLINI M.


M. ÑIQUEN

Caballa

Esta especie se registró en 34 lances y presentó una estructura de tallas juvenil entre 2 a 28 cm de LH, con moda principal en 17 cm y secundarias en 9 y 5 cm. El porcentaje de juveniles fue del 100%. La caballa se distribuyó a lo largo del área evaluada, tanto latitudinal como longitudinalmente (Figura 38).

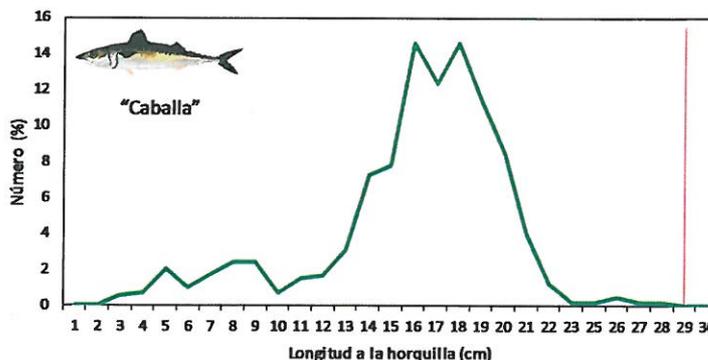


Figura 38. Estructura por tamaños de caballa.

Bonito

El bonito se presentó en 8 lances. La estructura de tallas fue juvenil, con rango de 4 a 42 cm y modas en 36, 12, 9 y 5 cm LH. El bonito, en forma similar a la caballa, fue registrado a lo largo del área evaluada (Figura 39).

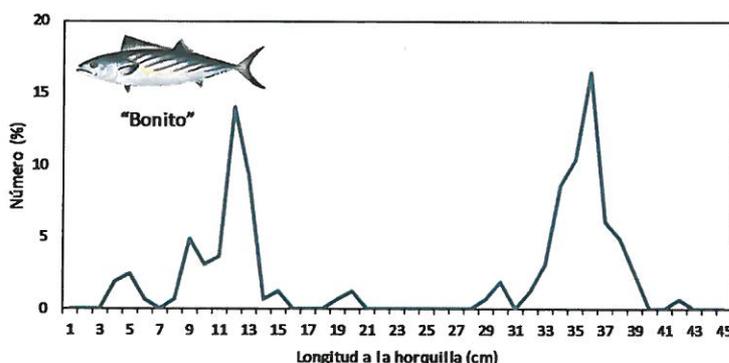


Figura 39. Estructura por tamaños de bonito.

Vinciguerría

Esta especie estuvo en 11 lances y presentó un rango de tallas de 10 a 74 mm de LT y una estructura polimodal. La vinciguerría se registró de 20 a 50 mn a lo largo del área evaluada (Figura 40).

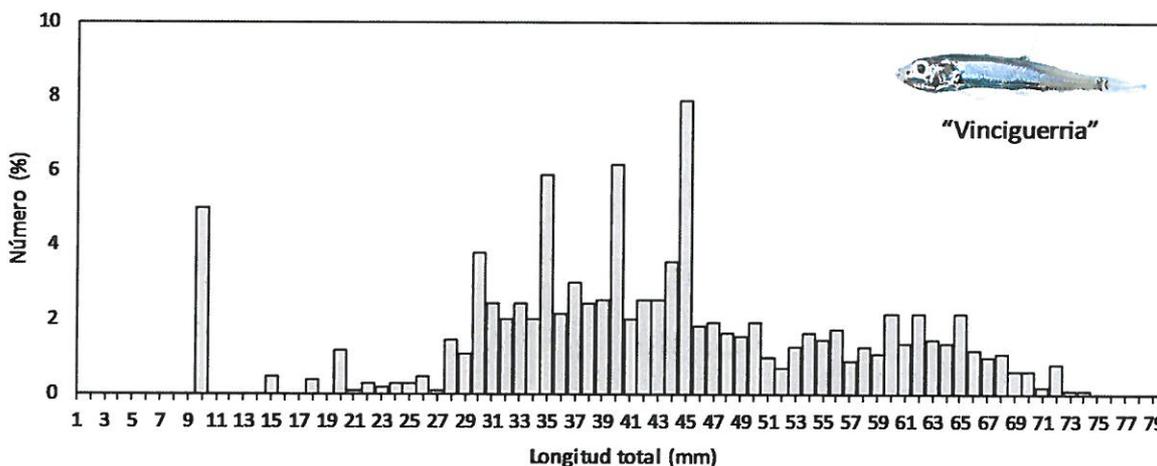


Figura 40. Estructura por tamaños de vinciguerría.

Múnida

La múnida fue ubicada entre los 10 y 15°S, con distancias a la costa entre 1.5 y 38 mn. Las máximas capturas en peso fueron encontradas en los grados 10°S, 12°S, 13°S y 15°S, asociadas a rangos de temperatura superficial de 16.1°C a 20°C.

El rango de tallas de la múnida estuvo comprendido entre 7 y 30 mm de longitud de cefalotórax (LC), con media en 13,84 mm y modas en 10 y 13 mm. Las hembras representaron el 47.0% del total de individuos muestreados con poca presencia de hembras ovígeras (14.1%) (Figura 41).



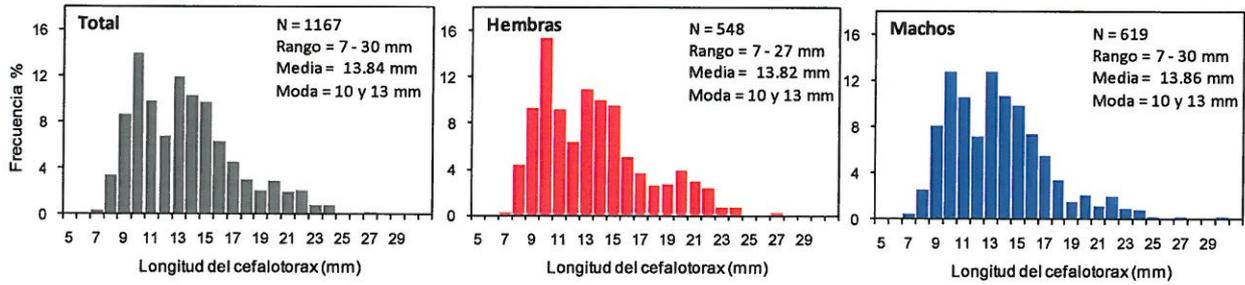


Figura 41. Estructura por tamaños de múnida.

Entre los grados 12°S y 15°S, las estructuras por tallas se caracterizaron por ser multimodales excepto en el grado 15°S donde destacaron dos modas. Según la distancia a la costa, se observó un incremento de las tallas al alejarse de la misma, cuyas tallas fueron mayores entre las 40 a 50 mn (Figura 42).

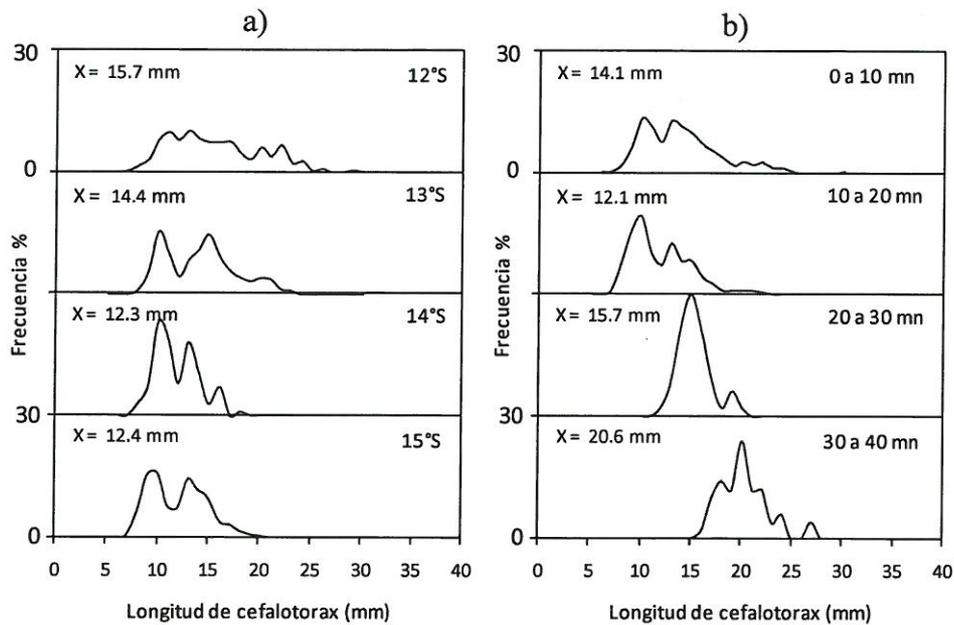


Figura 42. Estructura por tallas de múnida, según a) grado latitudinal y b) distancia a la costa.

Pota

La pota se encontró a lo largo de todo el litoral peruano, destacándose mayores capturas en peso en los grados 10°S y 14°S, a 22 mn de la costa. Entre los 12°S y 16°S, se muestrearon un total de 210 ejemplares de pota cuya estructura de tallas estuvo comprendida entre 1 cm y 41 cm de longitud de manto (LM), con media en 11.2 cm. Esta estructura de tallas se caracterizó por la alta presencia de ejemplares juveniles (< 10 cm LM) con moda en 3 cm localizados a diferentes distancias de la costa (11 a 56 mn de la costa). Asimismo, en menor proporción se observó ejemplares subadultos con moda en 31 cm de LM capturados frente a Paracas a 22 mn de la costa. Los ejemplares adultos (>40 cm LM) estuvieron ausentes (Figura 43).



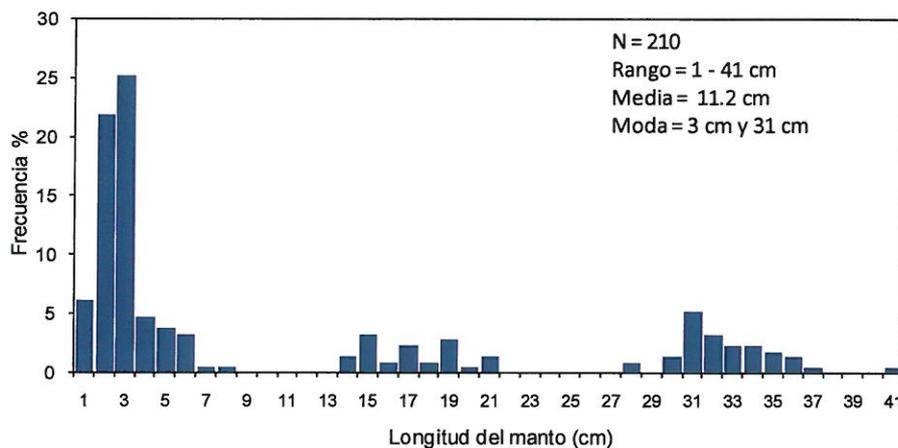


Figura 43. Estructura por tallas de pota.

En el aspecto reproductivo, el 88.6% de ejemplares muestreados fueron catalogados con sexo indefinido dado el tamaño de los individuos y el 11.4% machos y hembras, predominando los machos en proceso de maduración gonadal (Estadio I).

Calamar común

El calamar común fue encontrado entre los 04°S y 13°S entre 1 y 51 mn de distancia de la costa. Entre los 12°S y 13°S, la estructura por tallas se encontró en el rango de 1 a 16 cm de longitud del manto (LM), con moda en 7.0 cm y media de 8.3 cm de LM (Figura 44).

En el estado reproductivo predominaron los ejemplares en estadio inmaduro para ambos sexos.

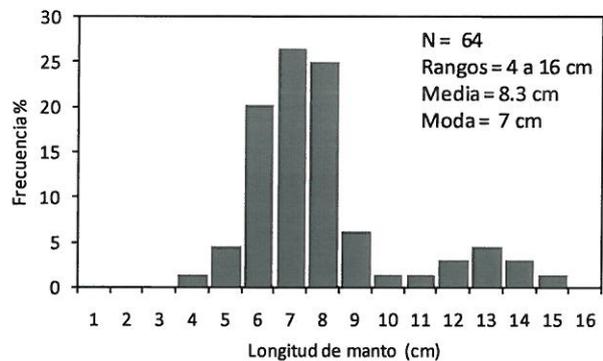


Figura 44. Estructura por tallas del Calamar común

Otros cefalópodos

La presencia de otras especies de cefalópodos fueron: *Argonauta sp.*, *Abraliopsis sp.*, *Onychoteuthis sp.*, *Leachia sp* y *Leachia sp.* (Tabla 6).

Tabla 6. Reporte de grupo cefalópodos registradas entre Talara y Chala

Grupos	Nro	Especies	Talla Mínima (Long. Manto)	Talla Máxima (Long. Manto)	Latitud (S)
Cefalópodos	1	Pota	1 cm	41cm	04° -15°
	2	Calamar	4 cm	16 cm	04° - 13°
	3	<i>Argonauta sp</i>	21 mm	39 mm	07-08°, 10°-11° y 13°
	4	<i>Onychoteuthis sp</i>	16 mm	34 mm	04°, 06° 08 -11° y 14° - 16°
	6	<i>Leachia sp</i>	38 mm	82 mm	04°, 06° 08 -11° y 14° - 16°
	7	<i>Abraliopsis sp</i>	10 mm	20 mm	04°, 06° 08 -11° y 14° - 16°



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



M. NIQUEN

Estado reproductivo de anchoveta

Por grado latitudinal, la fracción desovante (FD) presentó valores de 1.6 (15°S) a 28.3% (5°S); mientras que el índice gonadosomático (IGS) presentó valores de 1.2 (14°S) a 6.0 (6°S) con una disminución progresiva de norte a sur. Ambos índices presentaron sus mayores valores en la zona norte (4°S a 9°S) y en el 12°S (Figura 45). En general, para toda el área evaluada, el valor de FD fue de 16.6% y el IGS fue de 3.9.

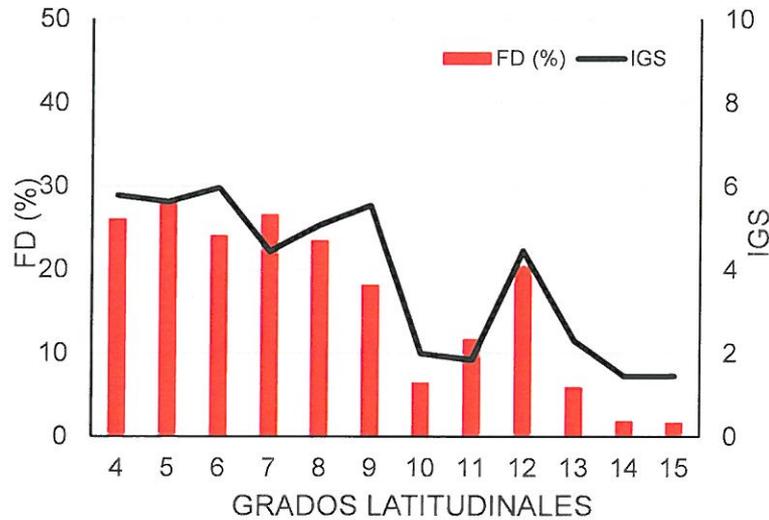


Figura 45. Fracción desovante (FD) e índice gonadosomático (IGS) de anchoveta por grado latitudinal.

Por grupos de talla, se observó que el mayor valor de FD e IGS lo presentó el grupo de adultos grandes (mayor de 14.5 cm de LT) con FD entre 10.3 y 33.3%. Mientras tanto, el grupo de adultos pequeños (12 a 14 cm de LT) tuvo una FD entre 1.6% y 28.4%. En el 14°S y 15°S, no se obtuvieron muestras de adultos grandes. En el caso del IGS, en el grupo de adultos grandes tuvo un valor de 3.2 y 6.9; mientras que en los adultos pequeños fue de 1.3 a 5.7 (Figura 46).

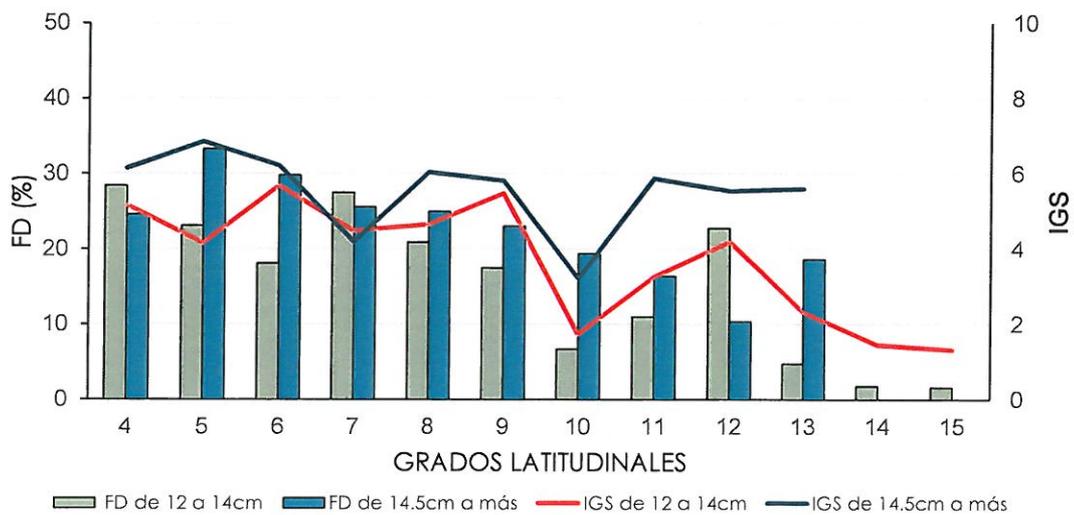


Figura 46. Fracción desovante (FD) e índice gonadosomático (IGS) de anchoveta por grupos de talla por grado latitudinal.

El factor de condición (FC), en general, muestra un comportamiento opuesto al IGS por grado latitudinal; observándose su mayor valor en el 5°S donde el recurso presentó una condición reproductiva desovante. Cuando se inicia la declinación del desove, el IGS como el Factor de



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



M. ÑIQUEN

condición presentan un comportamiento similar; mostrando el desgaste corporal producido por efecto del desove (Figura 47).

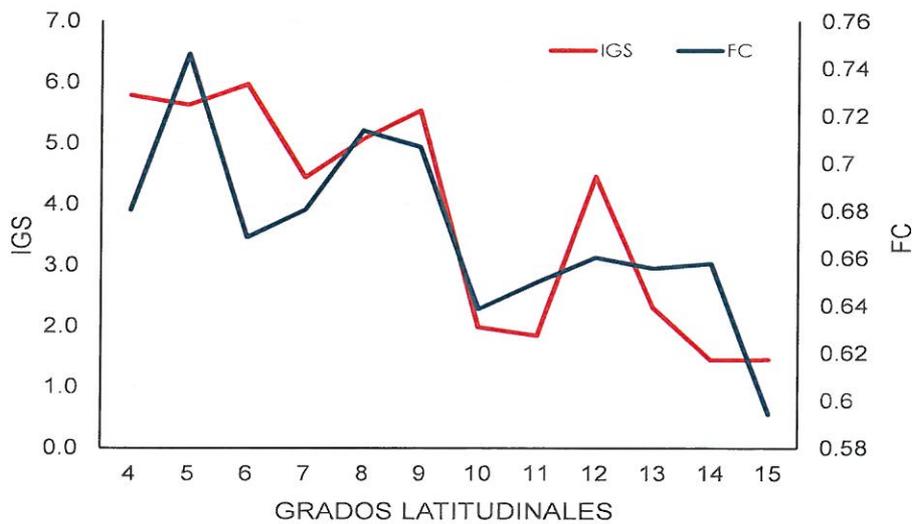


Figura 47. Factor de condición (FC) e índice gonadosomático (IGS) por grado latitudinal de anchoveta.

Los cardúmenes desovantes de anchoveta muestran un núcleo principal de desove entre Salaverry y Chimbote, zona tradicional de desove del recurso. Otros pequeños núcleos secundarios de desove se localizaron frente a Paíta, Pimentel, Chancay- Callao y Pisco (Figura 48).

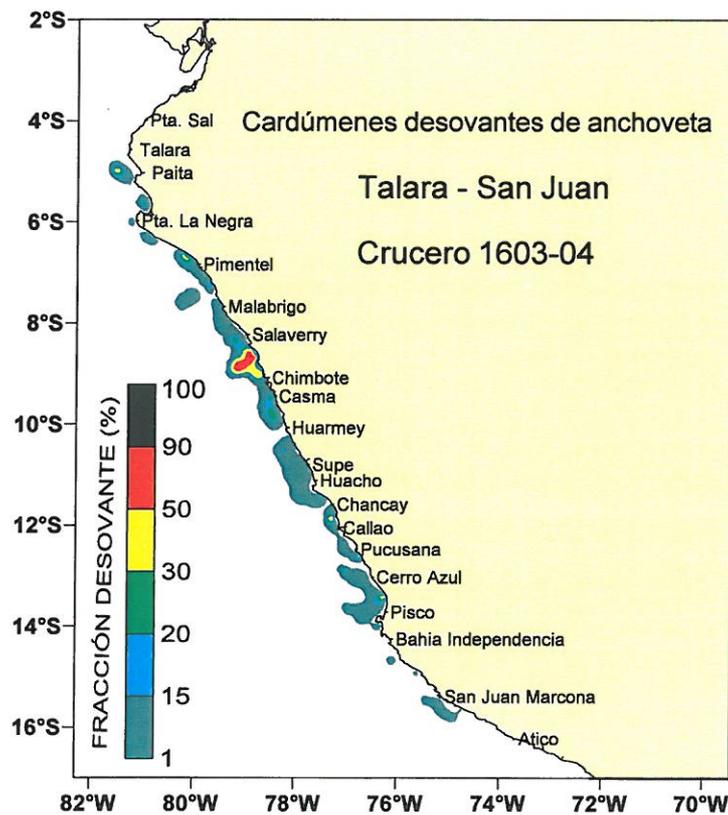


Figura 48. Distribución espacial de cardúmenes desovantes de anchoveta.



Estado reproductivo de otras especies

Caballa

Se muestrearon 39 individuos, los cuales se encontraron en el estadio virginal en ambos sexos; siendo el rango de talla muestreada desde 15 cm hasta 21 cm de LH.

Samasa

Se catalogaron 161 individuos hembras adultas de samasa. Para toda el área evaluada, el recurso tuvo una actividad reproductiva (AR = Maduros + desovantes) de 56.5% y un índice gonadosomático (IGS) de 4.2; presentando los mayores valores, tanto de AR como de IGS, en en 9°S (Figura 49). Estos valores indican que, en general, el recurso se encontró reproductivamente activo.

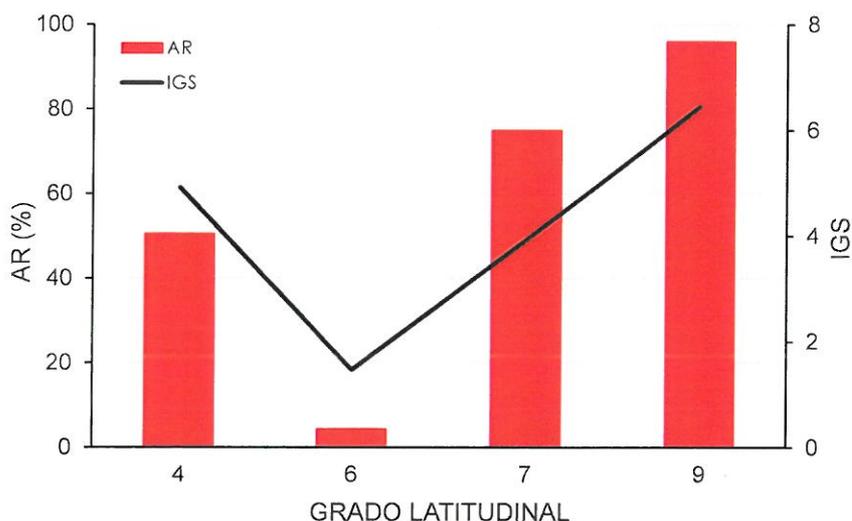


Figura 49. Actividad reproductiva (AR) e índice gonadosomático (IGS) de samasa *Anchoa nasus* por grado latitudinal

Vinciguierria

Se catalogaron un total de 63 ejemplares de esta especie con un rango de tallas entre 45 y 73 mm de LT (Figura 50). En el caso de los machos, predominó los individuos expulsantes (55.6%) y en el caso de las hembras, estas se encontraron mayoritariamente en estadio madurante (49.4%).

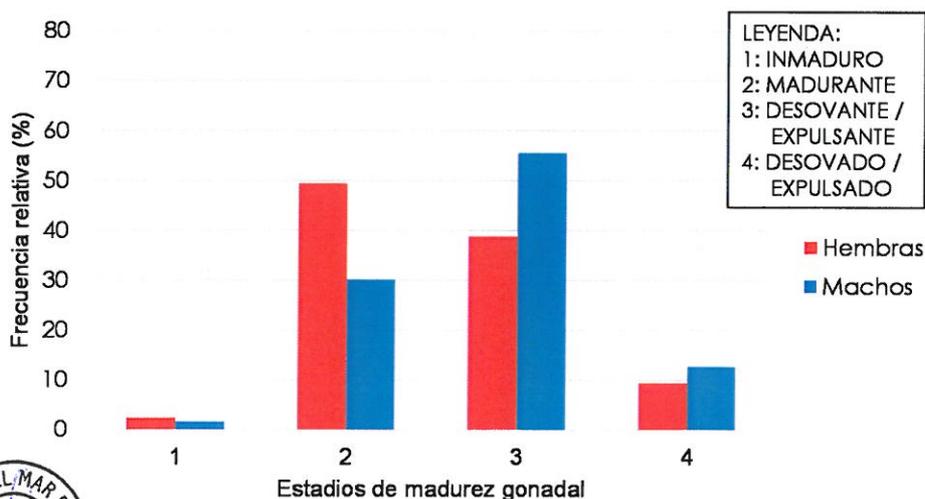


Figura 50. Estadios de madurez gonadal de vinciguierria por sexo.



4.4 Avistamientos de aves marinas

Composición y riqueza

Durante el crucero se registraron un total de 38 especies de aves marinas, distribuidas en 5 órdenes y 11 familias. El orden Procellariiformes (albatros y petreles) fue el más representativo con 15 especies, seguido del orden Charadriiformes (gaviotas y gaviotines) con 13 especies, Suliformes (piqueros y cormoranes) con 7 especies, Pelecaniiformes (pelícanos) con 2 especies, y Sphenisciformes (pingüinos) con 1 especie. Las familias que registraron mayor diversidad de especies fueron la familia Laridae (10 especies), la familia Procellariidae (6 especies) y la familia Hydrobatidae (5 especies) (Figura 51).

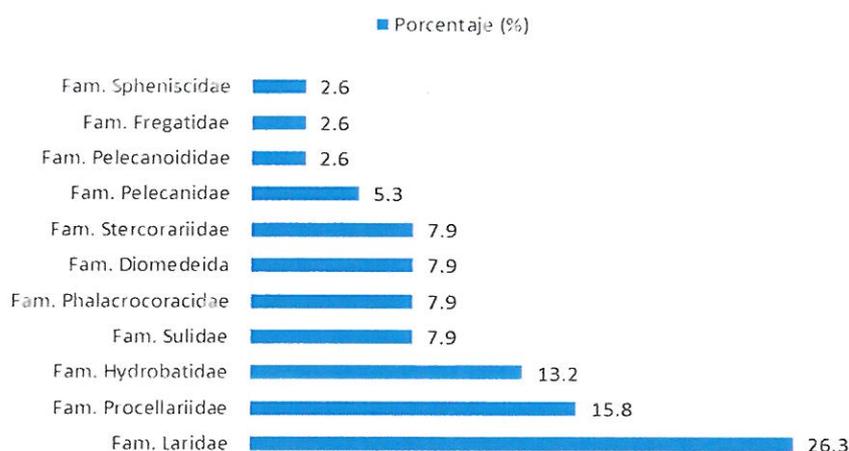


Figura 51. Representatividad de familias de aves marinas por número de especies.

Abundancia

Se registraron un total de 58 031 aves marinas (promedio de 19.87 aves por milla, rango: 1-5608, n=2920 mn con registro de avistamiento). Las especies más abundantes fueron piquero peruano (*Sula variegata*) representando el 30.42% (17 654 individuos), pardela oscura (*Puffinus griseus*) con el 15.27% (8 862 individuos), piquero pata azul (*Sula nebouxii*) con el 14.97% (8 687 individuos), *Phalacrocorax bougainvillorum* con el 13.41% (7 781 individuos) y el género *Leucophaeus sp.* (incluyendo gaviota de Franklin (*L. pipixcan*) y gaviota reidora (*L. atricilla*)) con 10.92% (6 339 individuos) (Tabla 7).

Distribución

Las aves marinas estuvieron presentes a lo largo de todo el crucero de evaluación. Sin embargo, las abundancias más importantes se registraron frente a la costa de Paita, Casma, Supe, Pucusana, Cerro Azul y San Juan. En Casma se registró el mayor número de aves (14 174 individuos), mientras que el menor número de aves se obtuvo en Chala (Figura 52 y Figura 53).



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



M. ÑIQUEN

Tabla 7. Abundancia relativa en porcentaje de especies observadas.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	% de las observaciones	
SPHENISCIFORMES	SPHENISCIDAE	<i>Spheniscus humboldti</i>	Pingüino de Humboldt	0.01	
PROCELLARIIFORMES	DIOMEDEIDA	<i>Phoebastria irroratra</i>	Albatros de Galápagos	0.39	
		<i>Thalassarche salvini</i>	Albatros de Salvini	0.23	
		<i>Thalassarche sp.</i>	Albatros	0.002	
		<i>Procellaria aequinoctialis</i>	Petrel de Mentón Blanco	0.06	
	PROCELLARIIDAE	<i>Procellaria parkinsoni</i>	Petrel de Parkinson	0.33	
		<i>Procellaria sp.</i>	Petrel	0.03	
		<i>Pterodroma externa</i>	Petrel de Juan Fernández	0.03	
		<i>Pterodroma sp.</i>	Petrel	0.01	
		<i>Puffinus bulleri</i>	Pardela de buller	0.04	
		<i>Puffinus creatopus</i>	Pardela Pata Rosada	0.46	
		<i>Puffinus griseus</i>	Pardela Oscura	15.27	
		<i>Puffinus sp.</i>	Pardela	0.33	
		HYDROBATIDAE	<i>Oceanites oceanicus</i>	Golondrina de Mar de Wilson	0.40
			<i>Oceanites gracilis</i>	Golondrina de Mar Chica	0.12
	<i>Oceanites sp.</i>		Golondrina de la Tempestad	3.10	
	<i>Oceanodroma hornbyi</i>		Golondrina de Mar Acollarada	0.50	
	<i>Oceanodroma markhami</i>		Golondrina de Mar de Markham	0.18	
<i>Oceanodroma tethys</i>	Golondrina de Mar Peruana		0.07		
PELECANOIDIDAE	<i>Pelecanoides garnotii</i>	Potoyunco Peruano	0.84		
SULIFORMES	SULIDAE	<i>Sula dactylatra</i>	Piquero Enmascarado	0.002	
		<i>Sula nebouxii</i>	Piquero de Pata Azul	14.97	
		<i>Sula variegata</i>	Piquero Peruano	30.42	
	PHALACROCORACIDAE	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormorán Neotropical	0.06	
		<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	Cormorán de Pata Roja	0.01	
		<i>Phalacrocorax bougainvillorum</i>	Cormorán Guanay	13.41	
		<i>Phalacrocorax sp.</i>	Cormorán	0.002	
FREGATIDAE	<i>Fregata magnificens</i>	Avefregata Magnífica	0.04		
PELECANIFORMES	PELECANIDAE	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano Pardo	0.03	
		<i>Pelecanus thagus</i>	Pelicano peruano	0.94	
		<i>Pelecanus sp.</i>	Pelicano	0.19	
CHARADRIIFORMES	STERCORARIIDAE	<i>Stercorarius macconnicki</i>	Salteador del Polo Sur	0.002	
		<i>Stercorarius pomarinus</i>	Salteador Pomarino	0.02	
		<i>Stercorarius sp.</i>	Salteador	0.07	
	LARIDAE	<i>Creagrus furcatus</i>	Gaviota Tijereta	0.05	
		<i>Larus belcheri</i>	Gaviota Peruana	0.07	
		<i>Larus dominicanus</i>	Gaviota Dominicana	0.09	
		<i>Larus sp.</i>	Gaviota	0.01	
		<i>Larosterna inca</i>	Zarcillo	4.93	
		<i>Leucophaeus atricilla</i>	Gaviota Reidora	0.13	
		<i>Leucophaeus pipixcan</i>	Gaviota de Franklin	7.02	
		<i>Leucophaeus modestus</i>	Gaviota Gris	0.18	
		<i>Leucophaeus sp.</i>	Gaviota	3.77	
		<i>Sterna sp.</i>	Gaviotín	0.63	
		<i>Thalasseus maximus</i>	Gaviotín Real	0.01	
		<i>Xema sabini</i>	Gaviota de Sabine	0.55	



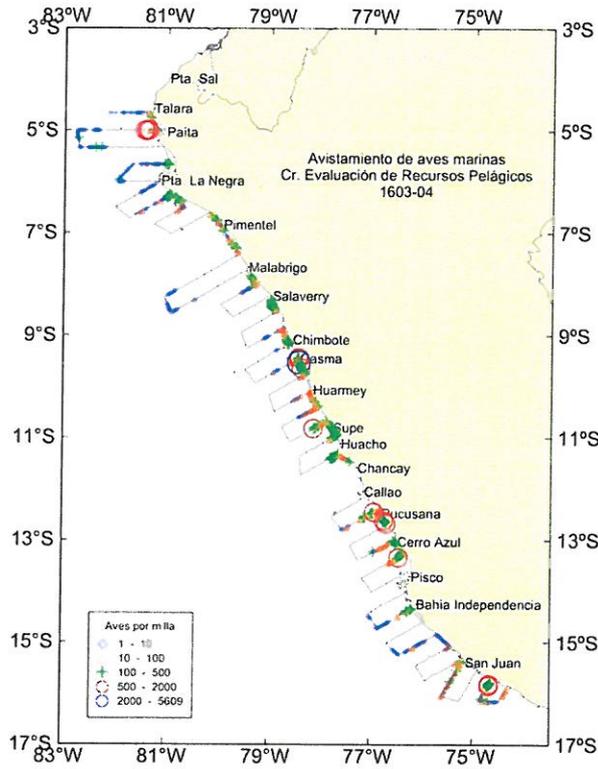


Figura 52. Trayecto y observaciones de aves marinas indicando el número de aves por milla náutica.

La distribución espacial de las aves guaneras (*Sula variegata*, *Phalacrocorax bougainvilliorum*, y *Pelecanus thagus*) mostró que una importante proporción de los individuos avistados se obtuvieron entre los 9°S y 10°S (Figura 54). El piquero peruano (*S. variegata*) fue la especie más representativa dentro del grupo de aves guaneras (17 654 individuos), distribuyéndose entre los 4°S y los 15°S. El guanay (*P. bougainvilliorum*) se distribuyó entre los 4°S y 15°S (7 781 individuos); mientras que *P. thagus* se encontró entre 8°S y 16°S en cantidades menores (547 individuos). Es importante notar que el piquero pata azul (*Sula nebouxii*) fue abundante en el norte (04° a 09°S) y con avistamientos aislados en el 10°S y 12°S, contrariamente a la especie *S. variegata*, que incrementa su abundancia a partir de la latitud 07°S.

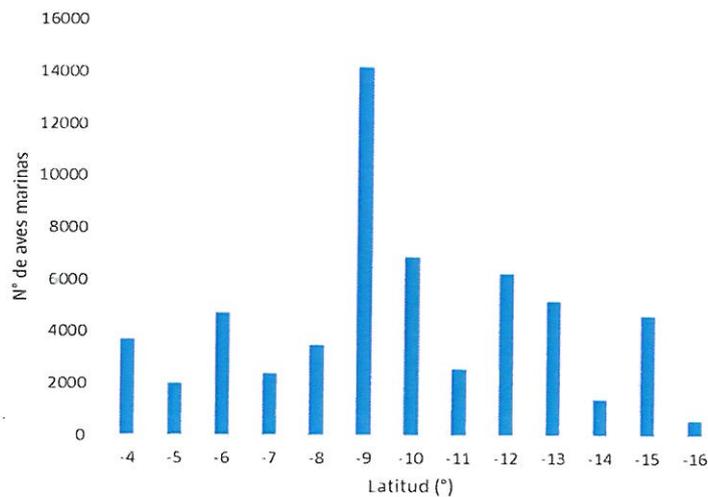


Figura 53. Número de aves marinas avistadas en cada grado de latitud

La presencia de grupos de aves guaneras que se encontraban alimentándose o forrajeando en la zona costera estuvo asociada a la presencia de registros acústicos de anchoveta (Figura 55 y Figura 56).



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



M. ÑIQUEÑ

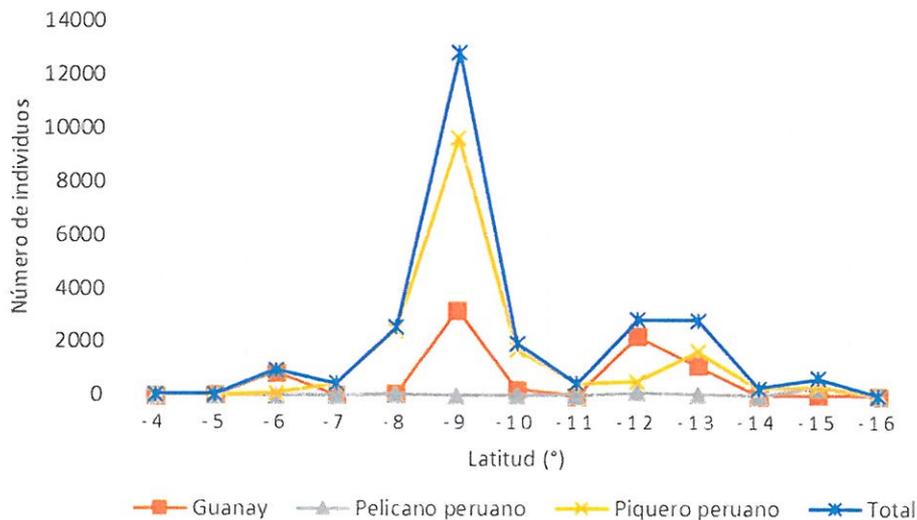


Figura 54. Abundancia de aves guaneras (piquero, guanay y pelicano) según latitud.

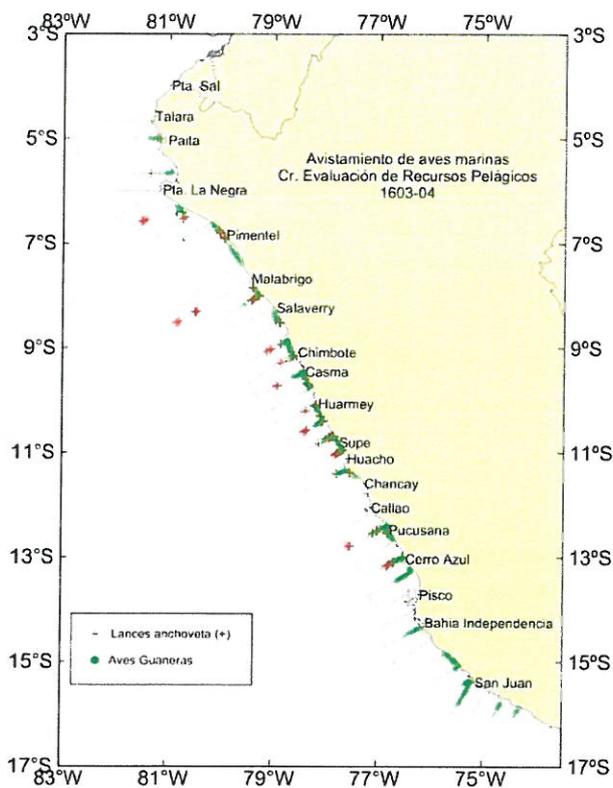


Figura 55. Distribución de aves guaneras (piquero, guanay y pelicano) en relación con los lances positivos de anchoveta.

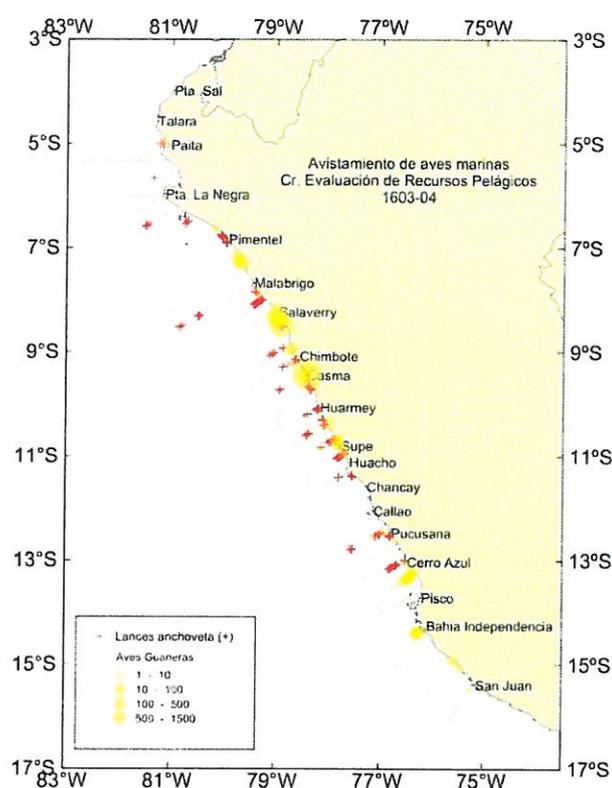


Figura 56. Distribución de aves guaneras (piquero, guanay y pelicano) registradas alimentándose/forrajeando.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
DIRECCION EJECUTIVA TECNICA
C. AGUILAR

El orden Procellariiformes (albatros, pardelas, petreles y golondrinas de la tempestad) estuvo presente durante todo el recorrido del crucero. La distribución espacial mostró el mayor número de individuos entre los 15° y 16°S en zonas cercanas a la costa, aunque también fueron abundantes entre 11° y 13°S (Figura 57).

La pardela oscura (*Puffinus griseus*) fue la segunda especie con mayor número de individuos avistados y fue observada en todo el trayecto, siendo abundante en los 15° y 16°S.

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
AFDPER

INSTITUTO DEL MAR DEL PERU
DGIRP

El albatro de Galápagos (*Phoebastria irrorata*) fue avistada entre los 04° y 14°S, con mayores concentraciones entre los 06° y 10°S. El albatro de Salvini (*Thalassarche salvini*) fue avistado entre 9°S y 16°S, con mayor abundancia entre 14°S y 16°S.

La familia Lariidae (gaviotas y gaviotines) se registró durante todo el trayecto, observándose una mayor abundancia entre las latitudes 08° y 13°S; siendo *L. pipixcan* y *L. atricilla* las más abundantes especialmente entre los 10° y 13°S.

La familia Hydrobatidae (golondrinas de la tempestad) también fue avistada a lo largo de todo el crucero con mayores concentraciones en el norte (05°S). El género *Oceanites* sp. (*O. oceanicus*, y *O. gracilis*) fue especialmente abundante en el norte (05°S), y moderadamente en el centro (entre 08° y 13°S).

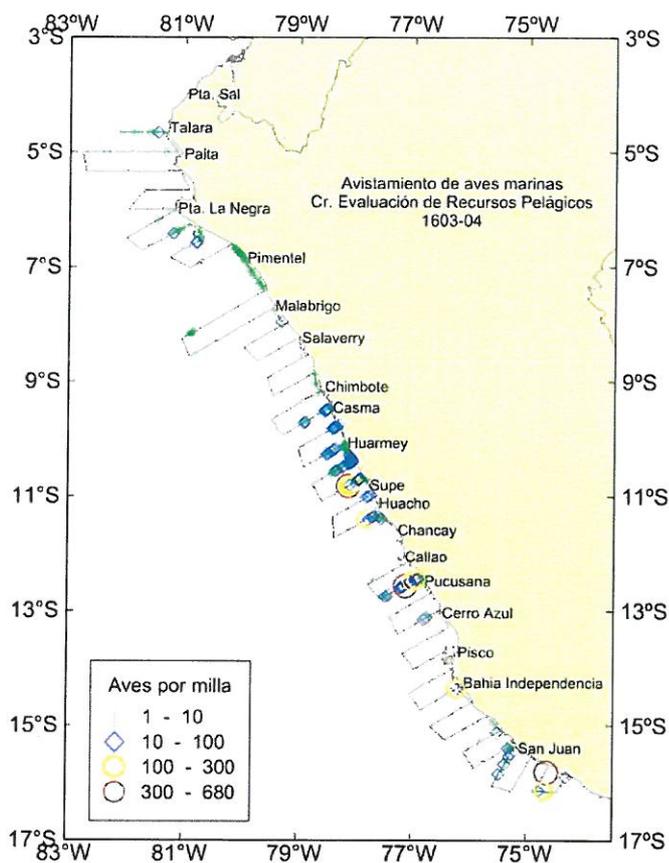


Figura 57. Abundancia y distribución del orden Procellariiformes (albatros, pardelas y golondrinas de la tempestad) registradas en el crucero.

5. DISCUSION

Ante la presencia del evento El Niño en el Perú a partir de abril 2015 (Comunicado Oficial ENFEN N° 07-2015), la costa peruana recibió el impacto de una serie de ondas Kelvin que elevó la TSM en el 2015, originando en la zona norte anomalías de +6.1°C (22 set), +6°C (08 dic) en Paita y +4.5°C (28 mayo) y +4.2°C (27 diciembre) en Chicama. En marzo del 2016, se inició la fase de declinación del evento El Niño (Comunicado Oficial ENFEN N° 06-2016). Ante este panorama se ejecutó el presente crucero (*Crucero de Evaluación de Recursos Pelágicos 1603-04*). Durante esta evaluación, dentro de las 100 mn, se encontró temperaturas menores con respecto a la evaluación efectuada con el PpR 068 de Paita y Chicama ejecutada el mes de Marzo, a diferencia de la masa de agua ASS (> de 35.1 ups) que se mantienen próximas a la costa desde Paita a Bahía Independencia originando aguas de mezcla (entre las ASS y ACF) al sur de Punta La



Negra (Figura 58). Las zonas de Afloramiento más importantes para la fertilidad del mar se encontraron frente a Pimentel, Malabrigo y San Juan debido a los bajos contenidos de oxígeno y pH. Por lo tanto, estas condiciones oceanográficas muestran que existe una tendencia hacia la normalización en la región El Niño 1+2 acorde al Comunicado Oficial ENFEN N° 08-2016 a lo largo de la costa del Perú. Debido al inicio del arribo de la onda Kelvin fría y a los procesos de afloramiento ecuatoriales y costeros, se concluye condiciones oceanográficas favorables para la especie anchoveta, ya que la productividad en abril 2016 presentó mejores condiciones para los recursos pelágicos por la amplitud de las concentraciones mesotróficas de clorofila-a a comparación de marzo 2016.

Estas condiciones cálidas en el verano en la costa peruana registradas en el presente crucero permitió que la anchoveta se repliegue hacia la costa para encontrar condiciones apropiadas para su reproducción y que fue encontrada en núcleos conformados principalmente por ejemplares adultos en la zona norte. Otros cardúmenes migraron hacia el sur por las evidencias encontradas de amplia abundancia en el grado 15°S. En estos eventos El Niño, se observa una disminución de la biomasa de anchoveta e incremento en la biomasa de otras especies pelágicas (e.g., merluza, caballa, perico). Sin embargo, la magnitud de los impactos está en función a la intensidad del evento así como de los antecedentes previos a la acción de El Niño.

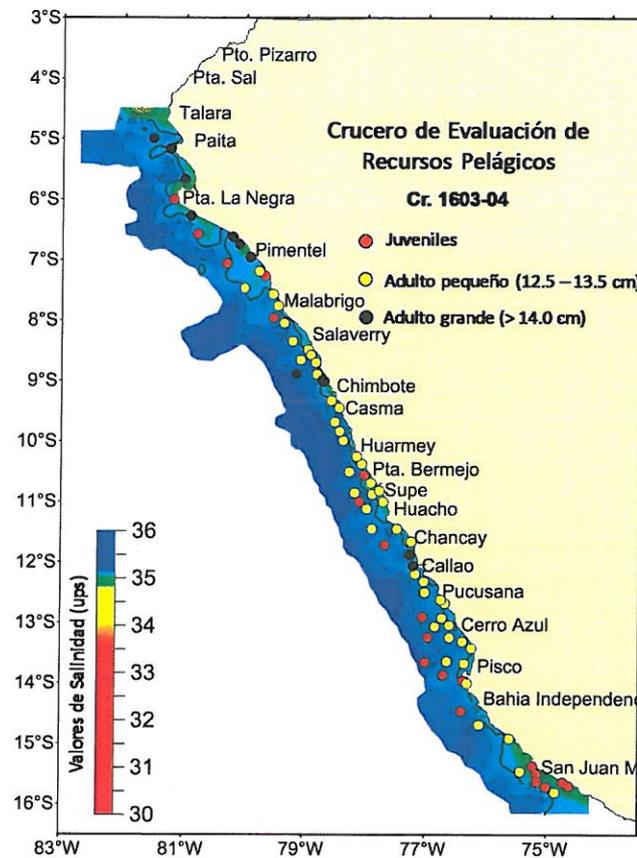


Figura 58. Distribución de anchoveta en relación a la salinidad superficial del mar (SSM).



Si bien se observaron ejemplares juveniles a lo largo del área evaluada, la mayor abundancia de juveniles se distribuyeron en zonas marcadas de agua de mezcla (entre las ASS y ACF). El mayor contingente se registró al sur de Pucusana (12°30'S), área donde se identificaron procesos de afloramiento costeros. Otro núcleo de juveniles fue registrado entre Punta La Negra (06°S) y Chicama (07°S). Estas observaciones indicarían que la anchoveta busca las mejores áreas para su desarrollo.

Las estructuras de tallas de anchoveta correspondientes a los últimos cruceros presentan correspondencia en el tiempo. En el presente crucero se observó el crecimiento de 6 meses de



las cohortes de 9.5 cm y 11.5 cm encontradas durante el crucero realizado en invierno del año anterior.

En cuanto a la captura total de *Engraulis ringens* "anchoveta" por las embarcaciones participantes tuvo un 47% de la captura total. Tabla 8. Si comparamos este porcentaje de captura de la anchoveta en relación a los anteriores cruceros se puede observar que existe una alta variabilidad según temporada. Estos cambios se encontraron influenciados por las anomalías en los procesos oceanográficos presentes durante la realización del crucero. En el presente crucero el ingreso de ASS desde el norte de Salaverry hasta Callao impactó sobre la disponibilidad y accesibilidad del recurso.

Tabla 8. Capturas de anchoveta en kilogramos en los últimos cruceros

Crucero	ver 2013	inv 2013	ver 2014	inv 2014	ver 2015	inv 2015	ver 2016
Total	39 768.8	26 380.8	82 742.7	14 033.3	25 229.3	10 699.4	23 928.0
Anchoveta	23 664.2	20 345.2	13 631.2	4 887.7	20 549.1	6 802.7	11 257.2
Anchoveta (%)	59.50	77.12	16.47	34.83	81.45	63.58	47.05

El seguimiento de la pesquería de la anchoveta en el norte de Chile por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) registró desembarques de anchoveta durante la segunda quincena de marzo con un total de 630 TM, periodo donde se presentó cierres de pesca debido a que el porcentaje de juveniles fue elevado (~75%) (Tabla 9). En Perú, el seguimiento de la pesquería de anchoveta realizado por IMARPE desde inicios de abril mostraron que los registros de desembarques del recurso se realizó de forma continua y similar al norte de Chile. En Chile se viene regulando las capturas según zonas de pesca debido a la alta presencia de juveniles (~40%) (Figura 59).

La evaluación en el sur del área prospectada por el crucero (14°S y 15°S), realizada en la última semana de abril, registró una presencia de ejemplares juveniles de 36 y 70% respectivamente.

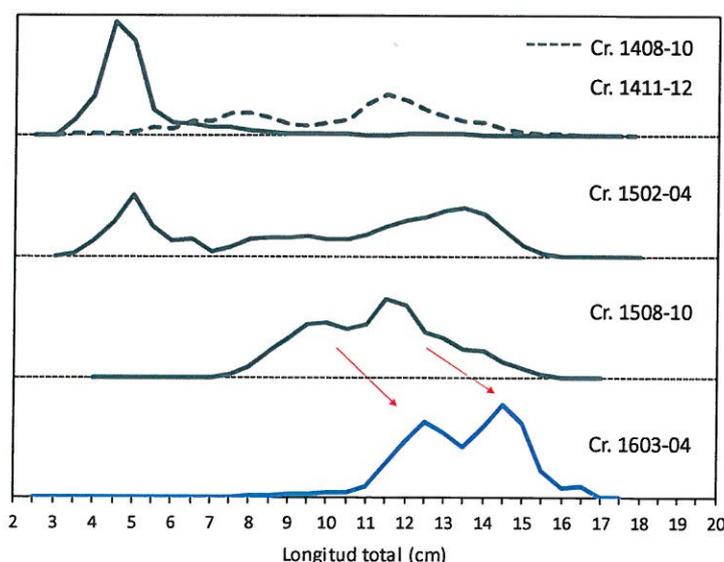


Figura 59. Estructuras de tallas de anchoveta de los cinco últimos cruceros de evaluación de recursos pelágicos.



Tabla 9. Desembarque semanal de anchoveta en el norte de Chile y sur Perú (febrero – abril 2016)

Periodo (Semanal)	Desembarque (t)		Juveniles (%)
	Norte Chile	Sur Perú	
18 - 24 Abril	0	1 898	
11 - 17 Abril	0	6 400	~40%
4 - 10 Abril	0	6 486	
28 Marzo - 3 Abril	8	1 094	
21 - 27 Marzo	330	0	~75%
14 - 20 Marzo	149	0	
7 - 13 Marzo	143	0	
29 Febrero - 6 Marzo	0	0	
22 - 28 Febrero	0	52	
15-21 Febrero	0	0	
8 - 14 Febrero	0	0	
1 - 7 Febrero	394	158	

En cuanto al aspecto reproductivo de la anchoveta se observó una disminución de la FD e IGS de norte a sur (de 04° a 09°S). Los valores superiores a su valor crítico, indicador de desove masivo, disminuyeron a partir de 10°S, siendo los 13°S, 14°S y 15°S, los valores propios de periodos de reposo gonadal. Esto significa que en la evaluación se observó la fase de declinación del desove de verano, desove que llegó a su término durante la presente evaluación. Además, en los valores del factor de condición (FC) también se observó un gradual descenso de norte a sur, producto del gasto energético generado por el desove respectivo. Por grupos de talla, tanto los adultos pequeños (de 12 a 14 cm) como los adultos grandes o megadesovadores (mayor a 14,5 cm) también se observa la declinación del desove de norte a sur, mostrando los adultos pequeños en los últimos grados evaluados, valores propios de periodos de inactividad reproductiva.

Se registraron algunas especies costeras, con distribución principal en la zona norte, asociadas a aguas cálidas como en el caso del “falso volador”, “chiri” y “Pez corneta” a lo largo del área evaluada.

Se observó una importante abundancia de aves guaneras (25 982 individuos) influenciada por la presencia de *Sula variegata* en su mayoría. No obstante, la alta cantidad obtenida en los 09°S (para las tres principales aves guaneras) tiene un contraste respecto de la disminución observada en la zona centro. Esto puede ser explicado por la disminución de alimento disponible a partir de la latitud 13°S (Cerro Azul) hacia el sur. En el caso contrario, mayores cantidades de aves en la latitud 09°S (Malabrigo) concuerda con valores elevados en los lances de anchoveta, lo cual coincide con la presencia de islas que son usadas como lugares de aposentamiento y reproducción (Islas Guañapes e Isla Macabi). Es importante notar la presencia de especies migratorias tal como *L. atricilla* y *L. pipixcan* dado que influyen sustancialmente en los valores de abundancia de esta familia, dado que estas se encuentran en el hemisferio sur durante el invierno y en el hemisferio norte, por ende lo que influirá los resultados obtenidos en distintas temporadas del año. Se registró la presencia de 5 individuos de pingüino de Humboldt cerca de la costa en Huacho y San Juan.



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



M. ÑIQUEÑ

6. CONCLUSIONES

Del presente estudio se concluye que:

1. La TSM presentó valores menores de 21°C al sur de Chancay hasta 60 mn, en comparación de los valores de 20°-25°C observados de Talara a Huacho hasta 100 mn del mar peruano. Con respecto al mes de marzo, las condiciones térmicas en la superficie del mar fueron cálidas para la estación de otoño con anomalías de hasta +5°C frente a Paita – Pimentel, por fuera de 20 mn entre Malabrigo - Supe y -1°C frente a San Juan.
2. En el área evaluada predominaron las ASS, exceptuando la zona costera donde se observaron procesos de mezcla entre ASS y AES al norte de Sechura y ASS con ACF desde Punta La Negra a Chancay, Huarmey a Huacho y San Juan. Las Aguas Costeras Frías (ACF) estuvieron fuertemente reducidas al igual que las zonas de afloramiento costero, siendo el más representativo frente a San Juan. Entre Punta La Negra y Chala se encontró aguas de mezcla entre ASS y ACF en núcleos frente a Pimentel y Chimbote, mientras que ACF se distribuyó dentro de las 20 mn muy cerca de costa entre bahía Sechura y Chimbote, dispersándose hacia la zona oceánica en el sur del área muestreada.
3. La velocidad de los vientos se presentaron generalmente débiles (menor a 4 m/s) permitiendo el avance de aguas cálidas del oeste hacia la costa, a diferencia de Pisco a San Juan donde predominaron vientos moderados a fuertes.
4. La especie de mayor captura fue la anchoveta con el 47% de la captura total. La anchoveta fue registrada cerca de la costa generalmente en áreas discontinuas y tuvo un amplio rango de tallas de 3.0 cm a 17.0 cm de LT, con grupo modales en 14.5 cm y 12.5 cm. Espacialmente, se observó ejemplares juveniles de anchoveta a lo largo de la zona de evaluación principalmente al sur de Pisco (13°) dentro de las 10 mn de la costa. Reproductivamente, la anchoveta mostró la declinación y término de su desove de verano. Las especies indicadoras de aguas cálidas (e.g., bonito y caballa) se distribuyeron dentro de cardúmenes de anchoveta, registrando tallas juveniles para poder acoplarse. Se registraron algunas especies de aguas cálidas, tal es el caso del "falso volador", "chiri", "pez corneta" a lo largo del área evaluada. La samasa en general, mostró valores que indican que estuvo reproductivamente en actividad.
5. Las principales capturas de invertebrados fueron constituidas por múnida y pota. El calamar gigante se caracterizó por la alta presencia de ejemplares juveniles (menor a 10 cm de LM) con moda en 3 cm de LM.
6. La abundancia de las aves marinas está directamente relacionada a la presencia de anchoveta y se concentró principalmente frente a la costa de Casma, Paita, Pucusana y Punta San Juan. En Paita se destaca la presencia de piquero pata azul. La abundancia de aves marinas fue mayor a la obtenida durante el Crucero 1508-10.



C. AGUILAR



A. CHIPOLLINI M.



M. NIQUEN

ANEXOS

Relación de personal participante en el muestreo y elaboración del Informe:

BIC JOSÉ OLAYA BALANDRA

		Etapa
1	Ing. Ramiro Castillo Valderrama	CS – CCH
2	Blga. Cecilia Liliana Peña Tercero	CS – CCH
3	Blgo. Julio César Limache Valenzuela	CS – SC
4	Blgo. Manuel Antonio Mauricio Alpiste	CS – SC
5	Blgo. David Omar Castillo Cruz	CS – SC
6	Blga. Betsy Del Carmen Buitron Diaz	CS – SC
7	Blga. María Lorena Bobbio Velarde	CS – SP
8	Bch. Deivis Alexander Cueva Shapiama	CS
9	Bch. Ivo Alexis Vásquez Castro	CS – CSJ
10	Blgo. Luis La Cruz Aparco	CCH
11	Ing. Oswaldo Miguel Flores	CPR
12	Ing. Germán Roberto Velaochaga Carpio	CS – SC
13	Ing. Eric Fernando Yalico Cavero	CS – SC
14	Téc. Jorge Alberto Pazos Villalobos	CS – SC
15	Ing. Enrique Gustavo Tello Alejandro	CS – CCH
16	Téc. Miguel Ángel Sarmiento Díaz	CS – CCH
17	Blgo. Jonathan Angello Correa Acosta	CS – CCH
18	Bch. Camila Blancas Albán	SC
19	Blgo. Javier Castillo Alva	CCH
20	Blga. Ericka Espinoza Lopez	CCH
21	Blgo. Justo Liza Santa Cruz	CCH
22	Ing. Jesús Ledesma Rivera	CCH
23	Dr. Gerardo Herbozo Jiménez	CCH
24	Bch. Martin Santivañez Yuffra	CCH
25	Bch. Julia Fuertes Canavo	CCH



BIC LUIS FLORES PORTUGAL

	Etapa
1 Blgo. Danny Ulloa Espejo	CS – CSJ
2 Blgo. Luis La Cruz Aparco	CS – CSJ
3 Bach. Anacé Pablo Caqui	CS – CSJ
4 Tec. Jairo Calderón Marttel	CSJ
5 Lic. Germán Chacón Nieto	CS – CSJ
6 Blgo. Leonardo Aldana Jacinto	CS – CSJ
7 Blgo. Héctor Sarmiento Bendezu	CS – CSJ
8 Blgo. Jesús Sánchez Puchulan	CS – CSJ
9 Ing. Walter García Díaz	CS
10 Téc. Carlos Robles Cáceres	CS – CSJ
11 Blgo. Manuel Ochoa Madrid	CS – CSJ

L/P IMARPE IV y V

	Etapa
1 Pablo Saravia Martínez	CS – CB
2 Pedro Huamán Olazabal	CS – CB
3 Rodolfo Coca Balazar	CS – CB
4 William Calderón Vivar	CS – CB
5 Walter Castañeda Cóndor	CS – CB
6 Nestor Saavedra Correa	CS – CB
7 Jairo Calderón Marttel	CS – CB

PERSONAL DE LA SNP QUE SE EMBARCÓ EN EL BIC OLAYA

1 Alexander Zuzunaga Ramos (SNP)	TS
2 Anibal Aliaga Rosales (SNP)	SC
3 Salvador Peraltilla Neyra (SNP)	CSJ

LEYENDA

Etapa	Puertos
CS	Callao – Salaverry
SP	Salaverry – Paita
PT	Paita – Talara
ST	Salaverry – Talara
TS	Talara – Salaverry
SC	Salaverry – Callao
CSJ	Callao – San Juan
CCH	Callao – Chala
CB	Callao – B. Independencia
CPR	Callao – Puerto Rico



C. AGUILAR

Callao, 02 de mayo del 2016.



A. CHIPOLLINI M.



M. ÑIQUEN



PERÚ

Ministerio
de la Producción

Instituto del Mar
del Perú

"Decenio de las personas con discapacidad en el Perú"
"Año de la consolidación del Mar de Grau"

CARGO

OFICIO N° 245 -2016-IMARPE/CD

Callao, 10 MAYO 2016

Señor
JUAN CARLOS REQUEJO ALEMÁN
Viceministro de Pesca y Acuicultura
Ministerio de la Producción
Calle Uno Oeste N° 060, Urbanización Córpac
San Isidro.-

Asunto : Informe Ejecutivo Crucero 1603-04 de "Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos"

Es grato dirigirme a usted para saludarlo cordialmente y a la vez alcanzarle el Informe Ejecutivo de Crucero 1603-04 de "Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos" a bordo del BIC. José Olaya Balandra – BIC Luis Flores Portugal – L/Ps: IMARPE V – IMARPE IV, del 29 de marzo al 30 de abril de 2016.

Hago propicia la oportunidad para reiterarle las expresiones de mi mayor consideración y estima personal.



C. AGUILAR



Atentamente,

Contralmirante (*)
Germán A. Vásquez Solís Talavera
Presidente del Consejo Directivo
Instituto del Mar del Perú (Imarpe)