

**INIDEP**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO**INFORME DE
INVESTIGACIÓN**

Número

135

Páginas

20

Fecha de aprobación

06 DIC 2018

Dirección

DIRECCIÓN DE PESQUERIAS DE INVERTEBRADOS, PECES
PELAGICOS Y AMBIENTE MARINO

Programa / Gabinete

Pesquerías de Peces Pelágicos

Actividad

PPEL 30. Estudio espacial de registros acústicos de anchoita en distintas
épocas del año.**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE ANCHOITA (*Engraulis anchoita*) ENTRE 34°30' Y
41°S EN NOVIEMBRE DE 2016 DURANTE UNA CAMPAÑA DE EVALUACION DE
MERLUZA**

A partir de los datos acústicos y oceanográficos obtenidos en una campaña de investigación dirigida a evaluar el efectivo norte de merluza, se estudió la distribución de anchoita en relación con la temperatura y la salinidad superficial del mar así como también con la estabilidad de la columna de agua. La campaña se realizó en el BIP "E.L. Holmberg" durante la primavera de 2016 y en el área comprendida entre 34°30' y 41°S. El sector costero no fue cubierto por la campaña, por lo tanto es esperable que una fracción importante de la población de anchoita no sea registrada. Aun así, la suma de los registros de retrodispersión acústica (sA) de anchoita ($2.305.000 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$), estuvo en el rango de los hallados en los cruceros dirigidos a la especie en el periodo 1995 - 2008 ($1.378.000 - 3.946.000 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$), y superó los estimados en los últimos seis. A su vez, la densidad media observada estuvo comprendida dentro de los valores hallados en los cruceros dirigidos a anchoita entre 1995 y 2008. A partir de las condiciones oceanográficas se pudo caracterizar el área de estudio, hallando valores de los parámetros temperatura y salinidad de superficie, así como de estabilidad de la columna de agua, esperables en primavera. Ante la falta de campañas de investigación dirigidas a la evaluación directa de este recurso, la última realizada data de 2008, y considerando las limitaciones propias de un muestreo no dirigido a su evaluación, este trabajo permite caracterizar la distribución y abundancia de la población bonaerense de anchoita.

Citar indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

SOLICITADO POR

Institución

Cargo

PREPARADO POR

PREPARADO POR

APROBADO POR

Firma:

BURATTI, CLAUDIO
Nombre: CESAR

Firma:

SCARLATO, NORBERTO
Nombre: ALFONSO

Jefe de Programa / Gabinete

Firma:

Nombre: ORLANDO, PAULA

Dr. MARCELO PAJARO
A/C DIRECCION
Pesquerías de Invertebrados,
Peces Pelágicos y Ambiente Marino

Firma:

Nombre: MARTOS, PATRICIA

Director Nacional de Investigación

Firma:

CABREIRA, ARIEL
Nombre: GUSTAVODr. OTTO C. WÖHLER
DIRECTOR
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO
INIDEP

Distribución y abundancia de anchoíta (*Engraulis anchoita*) entre 34°30' y 41°S en noviembre de 2016 durante una campaña de evaluación de merluza

Buratti, C.C., Orlando, P.; Martos, P.; Cabreira, A.G. y Scarlato, N.A.

Resumen

A partir de los datos acústicos y oceanográficos obtenidos en una campaña de investigación dirigida a evaluar el efectivo norte de merluza, se estudió la distribución de anchoíta en relación con la temperatura y la salinidad superficial del mar así como también con la estabilidad de la columna de agua. La campaña se realizó en el BIP "E.L. Holmberg" durante la primavera de 2016 y en el área comprendida entre 34°30' y 41°S. El sector costero (profundidades menores a 45 metros) no fue cubierto por la campaña, por lo tanto es esperable que una fracción importante de la población de anchoíta no fuera registrada. Aun así, la suma de los registros de retrodispersión acústica (sA) de anchoíta ($2.305.000 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$), estuvo en el rango de los hallados en los cruceros dirigidos a la especie en el periodo 1995 – 2008 ($1.378.000 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$ – $3.946.000 \text{ m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$), y superó los estimados en los últimos seis. A su vez, la densidad media observada estuvo comprendida dentro de los valores hallados en los cruceros dirigidos a anchoíta entre 1995 y 2008. A partir de las condiciones oceanográficas se pudo caracterizar el área de estudio, hallando valores de los parámetros temperatura y salinidad de superficie, así como de estabilidad de la columna de agua, esperables en primavera. La presencia de anchoíta asociada preferentemente a regiones de estabilidad de la columna de agua así como la localización de las mayores abundancias en el sector norte ha sido destacada anteriormente en este stock. Ante la falta de campañas de investigación dirigidas a la evaluación directa de este recurso, la última realizada data de 2008, y considerando las limitaciones propias de un muestreo no dirigido a su evaluación, este trabajo permite caracterizar la distribución y abundancia de la población bonaerense de anchoíta.

Introducción

La anchoíta (*Engraulis anchoita*) presenta una amplia distribución en el Atlántico Sudoccidental, desde Vitoria (20°S) en Brasil hasta el sur del Golfo San Jorge (~ 47°S), en Argentina (Hansen, 2004; Madureira *et al.*, 2009). Habita en profundidades comprendidas entre 10 m y 200 m, tolerando amplios rangos de salinidad (14 – 35) y de temperatura (8 – 23°C). Por tal razón, esta especie se asocia generalmente a regiones frontales o de marcados gradientes termohalinos (Hansen *et al.*, 2001; Martos *et al.*, 2005; Madureira *et al.*, 2009; Auad y Martos, 2012).

A partir de estudios merísticos, morfométricos y del análisis de parámetros poblacionales en larvas, juveniles y adultos, se han identificado tres efectivos de anchoíta: el stock del sudeste de Brasil, que se distribuye al norte del Cabo de Santa Marta Grande (~ 28°S), el stock del sur de Brasil – Uruguay

y provincia de Buenos Aires (28-41°S) y el *stock* patagónico, entre 41-48°S (Hansen *et al.*, 1984; Ratti, 1986; Hansen, 1994; Hansen, 2011; Carvalho y Castello, 2013).

La anchoíta es el recurso íctico más abundante del Atlántico sudoccidental (Hansen, 1994). Sin embargo, a pesar del potencial pesquero, su explotación ha sido siempre modesta y con marcada tendencia declinante en los últimos años (Orlando *et al.*, 2017). España es el principal importador de anchoíta argentina y el volumen de las capturas en el mar Argentino depende fuertemente de los resultados de la temporada de pesca de anchoa (*Engraulis encrasicolus*) en el mar Cantábrico. En los últimos años, la recuperación del *stock* de anchoa y por ende, la obtención de mayores rendimientos, ha provocado una merma en la demanda hacia otros países, entre ellos Argentina.

Las campañas de evaluación directa del efectivo bonaerense son realizadas por los buques del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) durante el mes de octubre en el área comprendida entre 34° y 41°S. Dichas prospecciones se planifican en coincidencia con periodo de máxima actividad reproductiva de esta especie. Las estimaciones directas de biomasa durante el periodo 1993-2008 han sido muy variables, oscilando entre valores de 1.450.000 y 5.300.000 toneladas (Madirolas *et al.*, 2013). Los resultados que surgen de las mismas son utilizadas como índices de ajuste en los modelos de evaluación (Hansen *et al.*, 2015). Sin embargo y debido a distintos motivos, los cruceros de investigación han perdido continuidad, siendo el último en completarse el del año 2008. Por ello, la información proveniente de campañas dirigidas a otras especies es aprovechada con distintos objetivos. En ese sentido, Castro Machado y Hansen (2006), Buratti (2008 a y b) y Buratti *et al.* (2010) han utilizado información acústica y biológica obtenida en campañas de merluza (*Merluccius hubbsi*) para caracterizar la distribución de anchoíta patagónica en diferentes épocas del año. De manera similar, se presenta un análisis oportunístico sobre la distribución y abundancia de anchoíta bonaerense, durante una campaña de investigación dirigida a evaluar el efectivo norte de merluza durante la primavera de 2016. Los resultados de ese análisis se comparan con las nueve campañas realizadas durante primavera en el periodo 1995 a 2008, dirigidas a evaluar la abundancia puntual de anchoíta bonaerense.

Materiales y métodos

1.

C

Características del crucero de investigación

La campaña (codificada "EH-02/16") se llevó a cabo entre el 31 de octubre y el 25 de noviembre de 2016 en el buque Dr. Eduardo L. Holmberg, con los objetivos de estimar índices de abundancia total y por clase de edad de merluza, así como las abundancias relativas del resto de los recursos que se distribuyen hasta unos 300 metros de profundidad. El área de cobertura de la campaña, así como las posiciones de los 117 lances de pesca y de las 43 estaciones oceanográficas se muestran en la Figura 1. Los lances se efectuaron con una red de arrastre de fondo Engel, de 35,5 m de relinga superior y 50 m de relinga inferior, equipada con portones polivalentes de 1.200 kg. La luz de malla en el copo y en un forro interno fue de 100 mm y 24 mm, respectivamente. El desempeño y la geometría de la red (abertura entre portones y apertura vertical) fueron monitoreados en tiempo real con sensores de telemetría inalámbrica SCANMAR.

1.1. Adquisición y procesamiento de los datos oceanográficos

En las estaciones oceanográficas se utilizó un CTDSBE19. Se tomaron muestras de agua de fondo para la calibración de salinidad del instrumento, las cuales fueron medidas en el laboratorio mediante un salinómetro Guildline Autosal. Se procesaron las estaciones con el paquete de rutinas SBE Data Processing (Sea-Bird Electronics, 1997), obteniéndose datos filtrados y decimados cada 1m de profundidad. Los mismos fueron almacenados en la “Base Regional de Datos Oceanográficos” (BaRDO)-INIDEP”, siguiendo los controles de calidad según Baldoni *et al.* (2008).

Mediante el *software* Ocean Data View (<https://odv.awi.de>) (Schlitzer, R., 2016), se graficaron la distribución horizontal de temperatura y de salinidad en superficie, y se realizaron perfiles de los diferentes parámetros en estaciones seleccionadas según diferencia en sus estructuras verticales, para observar la distribución de la anchoíta en la columna de agua. Los datos de temperatura, salinidad y sA fueron distribuidos en grillas regulares para realizar un diagrama TS de superficie ponderado mediante el sA (Surfer 8.0, Golden Software, 1995).

Para analizar la estructura de la columna de agua se calculó el parámetro de estabilidad de Simpson (1981). Esto permitió sub-dividir la región, según el grado de estratificación, en cuatro categorías, siguiendo el criterio utilizado para el área por Hansen *et al.* (2001) y Martos *et al.* (2005) Se determinaron así las siguientes regiones:

(i) valores de estabilidad <9,99: representó zonas donde la columna de agua puede considerarse homogénea;

(ii) valores entre 10 y 69,99: asociados con la presencia de frentes marinos y cuyo valor medio, la línea de estabilidad de $40 \text{ J} \cdot \text{m}^{-3}$, fue usada por Martos y Sánchez (1997) para definir la posición media de los frentes;

(iii) valores entre 70 y 129,99: correspondientes a zonas definitivamente estables, las cuales se hallan relativamente cerca de los frentes; y

(iv) índices de estabilidad > 130: propios de zonas marinas altamente estables, lejos de los frentes oceánicos.

1.2. Adquisición y procesamiento de los datos acústicos

Los registros se obtuvieron con una ecosonda científica SIMRAD EK-500 asociada a un transductor *split-beam* de 38 kHz, y conectada a una computadora HP-9000. Los valores del coeficiente sA surgieron del procesamiento *in situ* de los datos mediante el *software* Simrad Bergen Echointegrator (BEI 500), el cual permite asignar valores de ecointegración a los registros ecoicos característicos de la especie. Los datos se almacenaron en tiempo real, con una resolución espacial (ESDU) de una milla náutica.

Se utilizaron valores del coeficiente de retrodispersión sonora por unidad de área (sA), expresados en unidades de $\text{m}^2 \cdot \text{mn}^{-2}$, correspondientes a la especie, registrados mediante barridos acústicos continuos de los trayectos entre lances (Tabla 1). Al igual que en trabajos previos (Buratti,

2008 a y b; Buratti *et al.*, 2010), para evitar la violación del supuesto de inmovilidad relativa, se descartaron valores de sA correspondientes a las unidades cuyo recorrido acústico demandó más de treinta minutos (velocidad del barco < 2 kn). La conversión de los valores de sA en densidad de biomasa se efectuó siguiendo la secuencia de pasos utilizada por Hansen y Madirolas (1996).

En un crucero dirigido a evaluar la abundancia de anchoíta (o cualquier pez pelágico), los registros acústicos deben ser vinculados con los pesos y las longitudes medias de los ejemplares que los produjeron. Por ello, se realizan lances con red de media agua para identificar a que especie corresponden y para obtener muestras de la misma. Como se mencionó anteriormente, dicha campaña fue dirigida para el estudio de la especie merluza, mediante arrastres del tipo demersal con red de fondo. Por tal razón, la obtención de muestras quedó supeditada a la captura ocasional de anchoíta. En la Tabla 2 se presentan la longitud y el peso medio de las muestras de anchoíta obtenidas en cuatro del total de lances efectuados. A pesar de no ser un crucero destinado a calcular su abundancia, se efectuó una estimación de biomasa total a partir de las muestras obtenidas. Para ello, y considerando la distribución de anchoíta y la posición de los lances donde se logró capturarla, se dividió en dos el área total de estudio a la latitud 38°S (áreas norte y sur), y se calcularon las superficies en mn^2 (Figura 1A). La biomasa se obtuvo multiplicando la superficie de cada área por el valor medio de densidad de anchoíta (en $\text{t} \cdot \text{mn}^{-2}$) correspondiente.

Para construir intervalos de confianza alrededor de las estimaciones de biomasa total de anchoíta en las dos áreas, se empleó un procedimiento de remuestreo no paramétrico (*bootstrap*) y el método de los percentiles (Efron, 1979). Se efectuaron 5.000 simulaciones o pseudomuestras, cada una de 300 extracciones de la variable densidad. Al igual que en trabajos previos (Buratti 2008a y b, Buratti *et al.*, 2010), la cantidad de extracciones surgió de dividir el número de datos por 6 (número adecuado sin perder demasiada información, para evitar la autocorrelación entre valores acústicos vecinos).

1.3. Descripción del área

La región donde se distribuye la anchoíta bonaerense (Figura 1) es una de las más planas de la plataforma continental argentina, con una pendiente suave y profundidades medias de 80 m (Lonardi y Ewing, 1971). Está caracterizada por la presencia del Río de la Plata (RP), que descarga sus aguas sobre la plataforma con una tasa media de 20.000 a 25.000 m^3/s y constituye la segunda cuenca de drenaje de Sudamérica (Urien, 1972; Framiñan y Brown, 1996; Guerrero *et al.*, 1997). En latitudes cercanas a su desembocadura hacia afuera de la plataforma, se encuentra la denominada Confluencia Brasil/Malvinas, región frontal de intensa variabilidad de mesoescala, producto del encuentro de la Corriente de Malvinas, la cual fluye hacia el norte hasta aproximadamente 38°S, y la Corriente de Brasil fluyendo hacia el sur (Piola *et al.*, 2000).

La descarga del RP genera una pluma de baja salinidad con una estructura de cuña salina permanente, consistente en una capa superficial diluida y menos densa y una capa de fondo salina y densa, originada en la plataforma (Guerrero, 1998). La pluma presenta grandes fluctuaciones estacionales: en primavera y verano se extiende hasta aproximadamente 32°S y hacia aguas profundas alcanzando el talud, mientras que en otoño e invierno las aguas del RP se expanden hacia más de los 28°S, cubriendo las costas de Uruguay y Brasil (Piola *et al.*, 2000; Guerrero *et al.*, 2014). Dada la escasa profundidad en el área, la distribución de propiedades está controlada por los vientos y, en menor medida, por la descarga del Río de la Plata (Guerrero *et al.*, 1997).

El agua de pluma del RP (APRP), caracterizada por $SSS < 33,5$, se mezcla con distintas masas de agua: aguas de las capas subsuperficiales que se encuentran debajo y hacia afuera de la pluma, Aguas Subantárticas de Plataforma (ASAP), derivadas de la Plataforma Continental Patagónica, frías y con salinidad aproximada de 33,7, y Aguas Subtropicales de Plataforma (ASTP), ubicadas hacia el norte de la plataforma bonaerense, influenciadas por la corriente de Brasil, cálidas y con salinidad cercana a 35 (Piola *et al.*, 2000). Las ASAP y ASTP forman una marcada transición en temperatura y salinidad denominada Frente Subtropical de Plataforma (FSTP) (Piola *et al.*, 2000; Guerrero *et al.*, 2014). El FSTP se extiende hacia el sur, desde la plataforma costera a 32°S alcanzando el talud cerca de los 36°S, y su ubicación es cercana a la isohalina de 34,5. Este frente es la prolongación en plataforma del frente de Confluencia Brasil/Malvinas.

Hacia el sur del estuario que conforma el RP, entre las latitudes de 38° y 39°S, la plataforma se angosta en forma pronunciada, separando dos áreas independientes con profundidades menores de 50 m: el propio estuario del RP y el área denominada “El Rincón” (en adelante, ER). La zona de ER también se define como un ambiente de estuario, que en su porción litoral recibe aportes continentales del Río Negro y del Río Colorado, con caudales medios anuales de 850 y 130 m³/s, respectivamente (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, 2002); mientras que en su zona externa está influenciada por aguas que ingresan por advección desde el Golfo San Matías (GSM) en el sur, con valores máximos de salinidad (33,7 – 34,2) (Lucas *et al.*, 2005). Se genera así separando estas aguas, un frente costero paralelo a la línea de costa (Guerrero y Piola, 1997; Guerrero, 1998).

En esta región, las aguas costeras de profundidades menores a 50 m son verticalmente homogéneas todo el año debido a la mezcla inducida por viento y mareas (Martos y Píccolo, 1998; Lucas *et al.*, 2005); mientras que la plataforma media presenta estratificación vertical estacional, con la termoclina estableciéndose durante primavera-verano. Esto genera la formación de un frente de plataforma media durante primavera - verano cerca de la isobata de 50 m a lo largo de la provincia de Bs As, separando las aguas costeras verticalmente homogéneas de las estratificadas de plataforma media (Martos y Píccolo, 1998; Lucas *et al.*, 2005; Romero *et al.*, 2006). Este frente presenta una expresión moderada en la superficie ($\sim 0,02^{\circ}\text{C km}^{-1}$), pero con gradientes más fuertes en el fondo, siendo detectado tanto por datos *in situ* como en modelos numéricos (*e.g.*, Auad y Martos, 2012).

Resultados y Discusión

Condiciones físicas del área durante la campaña

La distribución de temperatura y salinidad en superficie durante el crucero de investigación se muestran en las Figuras 2 y 3. La temperatura en superficie presentó un rango de 8,92 a 19,04°C, donde las isolíneas siguieron la batimetría, presentando zonas de intensos gradientes en el encuentro de las diferentes masas de agua. Los valores máximos de temperatura se encontraron en el sector norte y externo del área de estudio. En el resto del área se observó un gradiente desde aguas más cálidas en el sector costero hacia aguas más externas y frías. La salinidad de superficie fue de entre 33,17 y 35,16, con mínimos cercanos a la desembocadura del Río de la Plata y máximos en el área norte sobre el sector externo. La distribución de temperatura y salinidad permitió identificar valores que definen la presencia del APRP y del ASAP (Figura 4). Coincidente con la ubicación de los máximos de temperatura y

salinidad en el sector más externo del área norte, se observaron intensos gradientes marcando la presencia del FSTP (Piola *et al.*, 2000 y 2005; Guerrero *et al.*, 2014).

Debido a que la anchoíta es una especie pelágica, en este trabajo no se muestran los campos horizontales de fondo, pero cabe señalar algunas características importantes. La temperatura de fondo presenta menores valores que el campo de superficie con un rango de 4,25 a 14,06°C, y con importantes gradientes sobre plataforma media cercanos a 50 m de profundidad, indicando la presencia del frente de plataforma media. La salinidad en el fondo presentó mayores valores que el campo de superficie, y se mantuvo dentro del rango 33,52 a 35,16, indicando presencia de ASAP. Las aguas frontales de FSTP sobre el fondo, se hicieron evidentes en ambos parámetros.

Los valores de estabilidad de la columna de agua permitieron caracterizar a las áreas menos profundas como homogéneas, seguidas por una estrecha zona con valores de entre 10 y 70 J/m³ correspondiente a una región de frentes. El resto del área se presentó estable, localizándose la máxima estratificación en la región del FSTP. El diseño de la campaña de merluza no abarca el sector costero, por lo tanto estas aguas más homogéneas prácticamente no fueron investigadas.

Distribución y abundancia de anchoíta

La campaña cubrió un área de 44.000 mn². Si bien durante el derrotero acústico se obtuvieron registros entre los 33 y 673 metros, la mayor parte del mismo (95%) recorrió profundidades entre los 45 m y 330 metros, rango donde se efectuaron los lances de pesca.

Se obtuvieron 2.955 registros acústicos, de los cuales 39% correspondieron a anchoíta. En los cruceros dirigidos a evaluar esta especie realizados entre 1995 y 2008, el promedio de registros positivos fue en cambio del 58%. Como se mencionó más arriba, la campaña de merluza recorrió principalmente profundidades entre 45 y 330 m, mientras que las de anchoíta abarcan profundidades entre 15 y 110 m aproximadamente (Cabreira y Madirolas 2007). El *stock* de anchoíta que se distribuye en el sur de Brasil, Uruguay y provincia de Buenos Aires realiza un ciclo migratorio anual (Castello, 1997; Hansen, 2004). En primavera, los cardúmenes se aproximan al sector costero y de plataforma media para reproducirse, cuando la temperatura superficial del mar alcanza 13°C – 16°C (Pájaro, 1998; Hansen, 2004). Debido a que el sector costero con profundidades menores a 45 m no fue cubierto por la campaña estudiada, una fracción importante del área de distribución de la población de anchoíta no fue evaluada acústicamente. Aun así, la suma de los registros de sA de anchoíta (2.305.000 m²*mn⁻²) obtenidos, estuvo en el rango de los hallados en los cruceros dirigidos a anchoíta en el periodo 1995 – 2008 (1.378.000 m²*mn⁻² – 3.946.000 m²*mn⁻²), y además superó los estimados en los últimos seis (Figura 5).

La densidad media de anchoíta observada en la campaña de merluza de 2016 también se ubicó dentro de los valores hallados en esos cruceros (Figura 6), tratándose probablemente de agregaciones reproductivas habituales en primavera, principalmente desde el sector costero hacia plataforma media.

La presencia de anchoíta fue masiva en el norte del área cubierta por la campaña (Figura 7). Similares resultados se obtuvieron al analizar los registros acústicos obtenidos en los cruceros de investigación dirigidos a la especie. En ellos, que vale recordar cubren un área diferente a los destinados a evaluar la merluza, la presencia de anchoíta en el sector norte ha sido casi siempre mayoritaria respecto a otras áreas (Figura 7).

Se dispuso de cuatro lances con captura de anchoíta para estimar longitudes y pesos medios y derivar valores en t/mn^2 a partir de los registros originales de integración (Figura 1 A). Dos lances en cada una de las áreas definidas permitieron derivar valores de densidad para luego estimar la biomasa en cada sector.

La superficie del área norte fue de $15.160 mn^2$, y la densidad media de anchoíta en ella totalizó $87,6 t \cdot mn^{-2}$, por lo que la biomasa estimada fue de $1.366.000 t$ (Tabla 3, Figura 8A). Este valor se encuentra en el rango obtenido en los cruceros dirigidos a anchoíta ($1.431.000 t - 5.321.000 t$). El aporte de cada área a la biomasa total fue marcadamente desigual dado que el área sur presentó una densidad de $14 t \cdot mn^{-2}$ y una biomasa de $407.249 t$ (Tabla 3, Figura 8B). Los valores medios de biomasa de cada área obtenidos a partir de los remuestreos resultaron similares a los valores aritméticos (Tabla 3.). Los coeficientes de variación de la estimación aritmética de la biomasa a partir de los datos acústicos fueron 7% y 22% (16% y 48,5% en el caso del *bootstrapping*) para las áreas norte y sur, respectivamente.

Han sido mencionadas en otros trabajos las limitaciones metodológicas de utilizar datos acústicos de anchoíta obtenidos en campañas de recursos demersales para estimaciones puntuales de abundancia (Castro Machado y Hansen, 2006; Buratti 2008 a y b; Buratti *et al.*, 2010). Dichas estimaciones son consideradas “groseras” debido a que la campaña de merluza se realiza utilizando un diseño de muestreo pre estratificado con el objetivo de optimizar la estimación de abundancia por el método de área barrida, y cubre el área de distribución del efectivo norte de merluza. En cambio, solo abarca parcialmente el área de distribución de anchoíta, ya que el sector con profundidades menores a 50 m es pobremente muestreado. Además, no se efectúa pesca con red de media agua que permita corroborar si los registros ecoicos pertenecen a anchoíta, y vincular las tallas y pesos con los registros positivos de anchoíta mediante el método de eointegración. Aun así, el valor de biomasa total estimado a partir de los datos colectados en la campaña de merluza del año 2016 hace suponer una relativa estabilidad en la abundancia de esta especie.

El uso de la información colectada en campañas no dirigidas a anchoíta permite conocer principalmente su distribución en áreas o épocas del año menos frecuentadas, pero de ninguna manera puede reemplazar a un crucero diseñado para obtener estimaciones directas de abundancia precisas. Por ello, como se mencionó en varios informes, es importante destacar la necesidad de efectuar una campaña de anchoíta con el fin de actualizar el conocimiento sobre la distribución en primavera, estimar la abundancia y caracterizar la estructura en longitudes y edades del efectivo bonaerense de anchoíta; más aún, cuando el último crucero completo se realizó en 2008.

Abundancia de anchoíta en relación con las condiciones oceanográficas

En primavera, el stock bonaerense de anchoíta alcanza su máxima extensión en latitud hacia el sur cuando, cumpliendo con su ciclo migratorio anual, los cardúmenes están presentes en aguas costeras y de la plataforma intermedia de la Provincia de Buenos Aires (Hansen, 2000). En esta zona encuentra condiciones apropiadas para su reproducción, que se relacionan con el transporte de Ekman, la estabilidad de la columna de agua y el enriquecimiento trófico (Bakun y Parrish, 1991; Sánchez y Ciechomski, 1995; Pájaro *et al.*, 2008; Marrari *et al.*, 2013).

Durante la campaña efectuada en primavera de 2016, la anchoíta se halló en un rango de temperatura de superficie comprendido entre $10^{\circ}C$ y $18^{\circ}C$. Estos resultados concuerdan con los hallados

por Martos *et al.* (2005), quienes al analizar campañas primaverales de evaluación de anchoíta en la década del '90 determinaron que, si bien la anchoíta se distribuyó a temperaturas de superficie comprendidas entre 8,2°C y 16,9°C, el rango de 12°C a 16,5°C fue el más favorable. La mayor abundancia de anchoíta en la campaña analizada se encontró en un estrecho rango de temperatura superficial del mar, comprendido entre 11°C y 14,5°C (Figura 2). Similares resultados fueron obtenidos por Hansen *et al.* (2001) al analizar la distribución diurna del stock patagónico de anchoíta durante cuatro cruceros realizados a fines de primavera.

En relación con la salinidad de superficie, la presencia de anchoíta ocurrió entre 33,2 y 34,1. Estos valores concuerdan con los hallados por Martos *et al.* (2005), quienes destacaron que la salinidad de superficie fue significativa en las variaciones de biomasa relativa de anchoíta en las primaveras de 1993 a 1996, aunque la mayor presencia de la especie se limitó principalmente a valores mayores a 33,5.

Durante la campaña de investigación la anchoíta se distribuyó preferentemente en aguas estratificadas (Figura 9). Estos resultados también coinciden con los expuestos por Martos *et al.* (2005), quienes al analizar la distribución de anchoíta destacaron que, si bien se la encontró en las cuatro categorías de estratificación, las mayores abundancias se hallaron en sectores caracterizados por la estabilidad de la columna de agua. En cambio durante la primavera, la anchoíta que se distribuye al sur de 41°S (stock patagónico) ocupa preferentemente ambientes con marcados gradientes térmicos o termohalinos, registrados por lo general en zonas frontales, o bien asociados verticalmente a la presencia de una termoclina (Hansen *et al.*, 2001; Buratti 2006; Buratti 2008 a y b; Buratti *et al.*, 2010).

En la Figura 10 se presentan ecogramas, perfiles de temperatura y abundancia relativa de anchoíta en estaciones realizadas durante el día (A) y por la noche (B). En ellas se observa que los ejemplares, ya sea formando cardúmenes durante el día o bien una capa dispersa por la noche, se hallaron en o sobre la termoclina. Esto resultados coinciden con los obtenidos por Martos *et al.* (2005) para el mismo stock, así como los destacados por Hansen *et al.* (2002) para el efectivo patagónico.

En resumen, las condiciones oceanográficas observadas durante la campaña de evaluación de merluza realizada en 2016 permitieron caracterizar el área de estudio, hallando valores de los parámetros temperatura y salinidad de superficie, así como de estabilidad de la columna de agua, frecuentes en primavera. La presencia de anchoíta asociada preferentemente a regiones de estabilidad de la columna de agua, principalmente en o sobre la termoclina, así como la localización de las mayores abundancias en el sector norte, han sido destacados anteriormente en este stock. Ante la falta de campañas de investigación dirigidas a la evaluación directa de este recurso, el presente trabajo es un aporte al conocimiento de la distribución y abundancia de la población bonaerense de anchoíta, considerando las limitaciones propias de un muestreo no dirigido a su evaluación.

Bibliografía

AUAD, G. & MARTOS, P. 2012. Climate variability of the northern Argentinean shelf circulation: impact on *Engraulis anchoita*. International Journal of Ocean and Climate Systems, 3(1): 17-43.

BAKUN, A. & PARRISH, R.H. 1991. Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats: the anchovy (*Engraulis anchoita*) of the southwestern Atlantic. ICES Journal of Marine Science, Volume 48, Issue 3, 1 November 1991, Pages 343–361.

BALDONI, A.; MOLINARI, G.; GUERRERO, R. & KRUK, M. 2008. Base Regional de Datos Oceanográficos (BaRDO) INIDEP. Informe de Investigación N° 13, 1-25.

BURATTI, C.C.; CABREIRA, A. & MARTOS, P. 2006. Patrones de distribución del efectivo patagónico de anchoíta (*Engraulis anchoita*) en primavera tardía durante los años 1998, 1999 Y 2004. Informe Técnico Oficial N° 45, 16 pp.

BURATTI, C.C. 2008a. Áreas de presencia y biomasa de anchoíta (*Engraulis anchoita*) durante una campaña de evaluación de merluza realizada entre 41° y 48°S durante agosto-octubre de 2007. INIDEP. Informe Técnico Oficial N° 27, 13 pp.

BURATTI, C.C. 2008b. Distribución y abundancia de anchoíta (*Engraulis anchoita*) durante una campaña de evaluación de merluza realizada en enero-febrero de 2008 entre 43°30' y 47°30'S. INIDEP Informe Técnico Oficial N° 65, 12 pp.

BURATTI, C.C.; ALVAREZ COLOMBO G. & MARTOS, P. 2010. Distribución y abundancia de anchoíta (*Engraulis anchoita*) entre diciembre de 2008 y abril de 2009 al sur de 43°S. Análisis de información reunida durante cuatro campañas de investigación de merluza. INIDEP Informe Técnico Oficial N° 2, 17 pp.

CABREIRA, A.G., MADIROLAS, A., 2007. Caracterización hidroacústica de los cardúmenes del stock bonaerense de anchoíta (*Engraulis anchoita*). Informe Técnico INIDEP N° 38/07.

CARVALHO, F.M. & CASTELLO, J.P. 2013. Argentine anchovy (*Engraulis anchoita*) stock identification and incipient exploitation in southern Brazil. Latin American Journal of Aquatic Research. 41: 820-827.

CASTELLO, J.P. 1997. Anchoíta (*Engraulis anchoita*, Engraulidae, Pisces) no sul do Brasil. Vol. I. Tesis doctoral University Río Grande do Sul, Brasil, 84 pp.

CASTRO MACHADO, F. & HANSEN, J.E. 2006. Registros acústicos de anchoíta obtenidos entre las latitudes de 43° y 47°S, durante una campaña de evaluación de merluza llevada a cabo en agosto de 2005. INIDEP Informe Técnico Interno N° 09, 7 pp.

EFRON, B. 1979. Bootstrap Methods: Another look at the Jackknife. The Annals of Statistics Vol. 7, No. 1: 1-26.

FRAMIÑAN, M.B. & BROWN, O.B. 1996. Study of the Río de la Plata turbidity front, Part I: Spatial and temporal distribution, Continental Shelf Research 16 (10), 1259 – 1282.

GUERRERO, R.A. 1998. Oceanografía física del estuario del Río de la Plata y el sistema costero de El Rincón. Noviembre, 1994. INIDEP Informe Técnico, N° 21: 29-54.

GUERRERO, R.A. & PIOLA, A.R. 1997. Masas de agua en la plataforma continental. En Boschi, E.E. (ed.). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Tomo 1. Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales. Publicaciones Especiales INIDEP, Mar del Plata: 107-118.

GUERRERO, R.A.; ACHA, E.M.; FRAMINIAN, M.B. & LASTA, C.A. 1997. Physical oceanography of the Río de la Plata Estuary, Argentina, Continental Shelf Research 17(7), 727 – 742.

GUERRERO, R.A.; PIOLA, A.R.; FENCO, H.; MATANO, R.P.; COMBES, V.; CHAO, Y. & STRUB, P.T. 2014. The salinity signature of the cross-shelf exchanges in the Southwestern Atlantic Ocean: Satellite observations. Journal of Geophysical Research: Oceans, 119(11), 7794-7810.

GOLDEN SOFTWARE. Surfer 8. Contouring and 3D surface mapping for scientists and engineers. Golden Co. USA. Golden Software Inc. 2002

HANSEN, J.E. 1994. Diferencias entre parámetros vitales de las poblaciones bonaerense y patagónica de anchoíta argentina. EN: Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero. Vol. 9 p. 11-24.

HANSEN, J.E. 2000. Anchoíta (*Engraulis anchoita*). EN: Bezzi, S.I., AKSELMAN, R. & BOSCHI, E.E. (eds.). Síntesis del estado de las pesquerías marítimas argentinas y de la Cuenca del Plata. Años 1997-1998, con la actualización de 1999. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata: 205-216.

HANSEN, J.E. 2004. Anchoíta (*Engraulis anchoita*). EN: Sánchez, R.P.; Bezzi, S.I.; eds. Los peces marinos de interés pesquero. Caracterización biológica y evaluación del estado de explotación. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) (Boschi, E.E., ed. El Mar Argentino y sus Recursos Pesqueros) Vol. 4 p. 101-115.

HANSEN, J.E. 2011. Parámetros biológicos relevantes para las pesquerías de anchoíta argentina (*Engraulis anchoita*). Estimaciones resultantes de reunir datos de campañas de investigación (1993 a 2008) y de muestras de capturas comerciales (1986 a 2009). Mar del Plata. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Informe Técnico N° 82, 18 pp.

HANSEN, J.E.; COUSSEAU, M.B. & GRU, D.L. 1984. Características poblacionales de la anchoíta (*Engraulis anchoita*) del Mar Argentino. Parte I. El largo medio al primer año de vida, crecimiento y mortalidad. EN: Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, vol. 4 p. 21-48.

HANSEN, J.E. & MADIROLAS, A. 1996. Distribución, evaluación acústica y estructura poblacional de la anchoíta. Resultados de las campañas del año 1993. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero. Vol.10 p.5-21.

HANSEN, J.E.; MARTOS, P. & MADIROLAS, A. 2001. Relationship between spatial distribution of the Patagonian stock of Argentine anchovy, *Engraulis anchoita*, and sea temperatures during late spring to early summer. Fisheries Oceanography.10(2) p.193-206.

HANSEN, J.E.; GARCIARENA, A.D.; BURATTI, C.C. & ORLANDO, P. 2015. Dinámica de la población y pesca comercial de anchoíta bonaerense entre 1990 y 2014. Recomendaciones de capturas máximas en el año 2015. INIDEP. Informe Técnico Oficial N° 7, 31 pp.

LUCAS, A.J.; GUERRERO, R.A.; MIANZAN, H.W.; ACHA, E.M. & LASTA, C.A. 2005. Coastal oceanographic regimes of the northern Argentine continental shelf (34–43° S). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 65(3), 405-420.

LONARDI, A.G. & EWING, M. 1971. Sediment transport and distribution in the Argentine Basin. 4. Bathymetry of the continental margin, Argentine Basin and other related provinces, canyons and sources of sediments. En L.H. Ahrens, F. Press, S.K. Runcorn y H.C. Urey (Eds.), Physics and Chemistry of the Earth. Progress Series 8, Pergamon Press: 81-121.

MADIROLAS, A.; CABREIRA, A. & HANSEN, J.E. 2013. Revisión y síntesis de las estimaciones acústicas de abundancia de anchoíta argentina (*Engraulis anchoita*) efectuadas entre los años 1993 y 2008. Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero. Vol 23: 35 -48.

MADUREIRA, L.A.S.P.; CASTELLO, J.P.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C.; QUEIROZ, M.I.; SANTO, M.L.; RUIZ, W.A.; ABDALLAH, P.; HANSEN, J.E.; BERTOLOTTI, M.I.; MANCA, E.S.; YEANNES, M.I.; AVDALOV, N. & AMORIN, S. 2009. Current and potential alternate food use of the Argentina anchoíta (*Engraulis anchoita*) in Argentina, Uruguay and Brazil. In: Hasan, M.R. (Ed.). Fish as Feed inputs for Aquaculture: Practice, Sustainability and Implications, 518. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, Rome, pp. 269-285.

MARRARRI, M.; SIGNORINI, S.; McCLAIN, C.; PAJARO, M.; MARTOS, P.; VIÑAS, M.D.; HANSEN, J.E.; Di MAURO, R.; CEPEDA, G. & BURATTI, C.C. 2013. Reproductive success of the Argentine anchovy, *Engraulis anchoita*, in relation to environmental variability at a mid-shelf front (Southwestern Atlantic Ocean). Fisheries Oceanography 22:3, 247-261.

MARTOS, P., & PICCOLO, M.C. 1988. Hydrography of the Argentine continental shelf between 38 and 42° S. Continental Shelf Research, 8(9), 1043-1056.

MARTOS, P. & SANCHEZ, R. 1997. Caracterización oceanográfica de regiones frontales en la plataforma Patagónica en relación con áreas de desove y cría de la anchoíta (*Engraulis anchoita*). In. Abstracts Coloquio Argentino de Oceanografía. IAPSO-IADO (Conicet). Bahía Blanca. Argentina, 4-5 de septiembre. pp 30.

MARTOS, P.; HANSEN, J.E.; NEGRI, R.M. & MADIROLAS, A. 2005. Factores oceanográficos relacionados con la abundancia relativa de anchoíta sobre la plataforma bonaerense (34°–41°S) durante la primavera. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero N° 17: 5–33.

ORLANDO, P.; BURATTI, C.C. & GARCIARENA, A.D. 2017. Anchoíta bonaerense: Dinámica poblacional entre 1990 y 2016. Recomendación de captura máxima en el año 2017. INIDEP Informe Técnico Oficial N° 26. 28 pp.

PÁJARO, M. 1998. El canibalismo como mecanismo regulador denso-dependiente de mortalidad natural en la anchoíta argentina (*Engraulis anchoita*). Su relación con las estrategias reproductivas de la especie. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata. 273 pp.

PÁJARO, M.; MARTOS, P.; LEONARDUZZI, E.; MACCHI, G.J.; VERA DÍAS, M. & BROWN, D. 2008. Estrategia de puesta de la anchoíta (*Engraulis anchoita*) en el Mar Argentino y Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay. INIDEP Informe Técnico Oficial N°11, 14 pp.

PIOLA, A.R.; CAMPOS, E.J.D.; MOLLER, O.O.; CHARO, M. & MARTINEZ, C. 2000. Subtropical Shelf Front off eastern South America. Journal of Geophysical Research: Oceans, 105(C3), 6565 – 6578.

PIOLA, A.R.; MATANO, R.P.; PALMA, E.D.; MOLLER, O.O. & CAMPOS, E.J.D. 2005. The influence of the Plata River discharge on the western South Atlantic Shelf. Geophysical Research Letters, 32(1): 1-4.

RATTI, M.M. 1986. Estudio comparativo de caracteres merísticos y morfométricos de la anchoíta (*Engraulis anchoita*). Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero. Vol. 5 p. 169-182.

ROMERO, S.I.;PIOLA, A.R.; CHARO, M. & GARCIA,C.A.E. 2006.Chlorophyll-a variability off Patagonia based on SeaWiFS data. Journal of Geophysical Research: Oceans 111: (C055021).

SÁNCHEZ, R.P. 1995. Patrones de distribución espacio-temporal de los estadios embrionarios y larvales de la anchoíta (*Engraulis anchoita* Hubbs& Marini) a micro y macro-escala. Su relación con la supervivencia y el reclutamiento. Tesis Doctoral. Universidad, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Buenos Aires. 708 pp.

SÁNCHEZ, R.P. & DE CIECHOMSKI, J.D. 1995. Spawning and nursery grounds of pelagic fish species in the sea-shelf off Argentina and adjacent areas. Scientia Marina 59: 455-478.

SCHLITZER, R. 2018. Ocean Data View. <http://odv.awi.de>.

SIMPSON, J.H. & BOWERS, D. 1981.Models of stratification and frontal movements in shelf seas. Deep-Sea Research 28:727-738.

URIEN, C. 1972. Río de La Plata Estuary environments. Geol. Soc. of Am. Memoi.133, 15 pp.

Tabla 1. Información general y sobre anchoíta colectada en la campaña de evaluación de merluza, incluyendo los valores de biomasa calculados y aquellos estimados mediante *bootstrapp*.

Crucero	“EH-02/16”
Fecha de realización	31/10/2016 - 25/11/2016
Área total (mn ²)	44.000 mn ²

Nº estaciones oceanográficas	43
Nº lances de pesca con red Engel	117
Nº registros acústicos	2.955
sA medio	779,9
Densidad media ($t \cdot mn^{-2}$)	35,50

Tabla 2. Posición de los lances con muestras de anchoíta bonaerense en la campaña de investigación “EH-02/16”. Datos de longitudes y pesos medios.

Nº de lance	Latitud	Longitud	Longitud media (cm)	Peso medio (gr)
111	38°48′	57°53′	14,43	22,01
154	35°53′	53°43′	13,08	15,17
203	36°31′	54°38′	15,53	26,56
209	38°31′	57°27′	12,21	13,52

Tabla 3. Registros acústicos colectados en las dos áreas definidas para las estimaciones de biomasa por *bootstrapp* y resultados del mismo.

	Área Norte	Área Sur
Superficie (mn^2)	15.160	28.310
Nº registros acústicos (ESDU)	1.501	1.454
sA medio	1.300	243
Densidad media ($t \cdot mn^{-2}$)	87,6	14,1
Biomasa media (t)	1.336.666	407.249
CV (%)	16,2	48,5
Intervalo Confianza (95%)	957.000 t - 1.815.000 t	179.000 t – 889.500 t

A

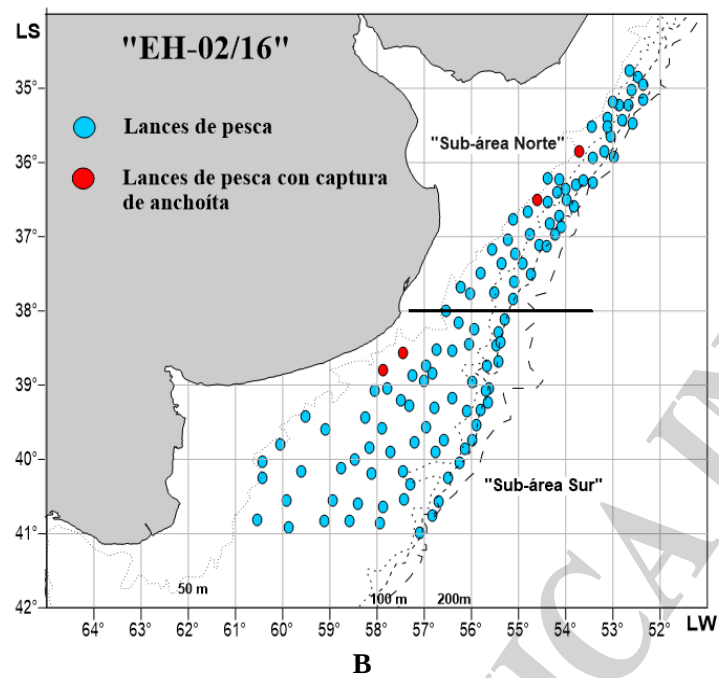
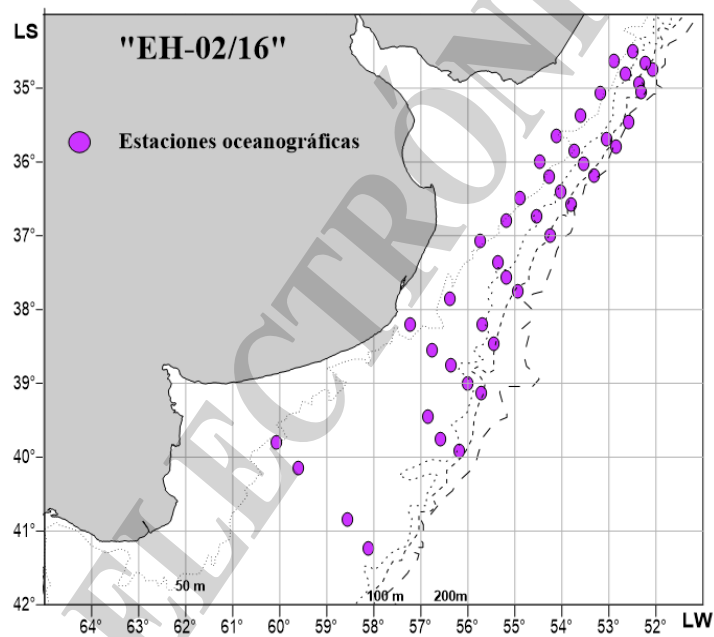


Figura 1. Localización de los lances de pesca (A) y de las estaciones oceanográficas (B) durante la campaña de evaluación de merluza 2016.

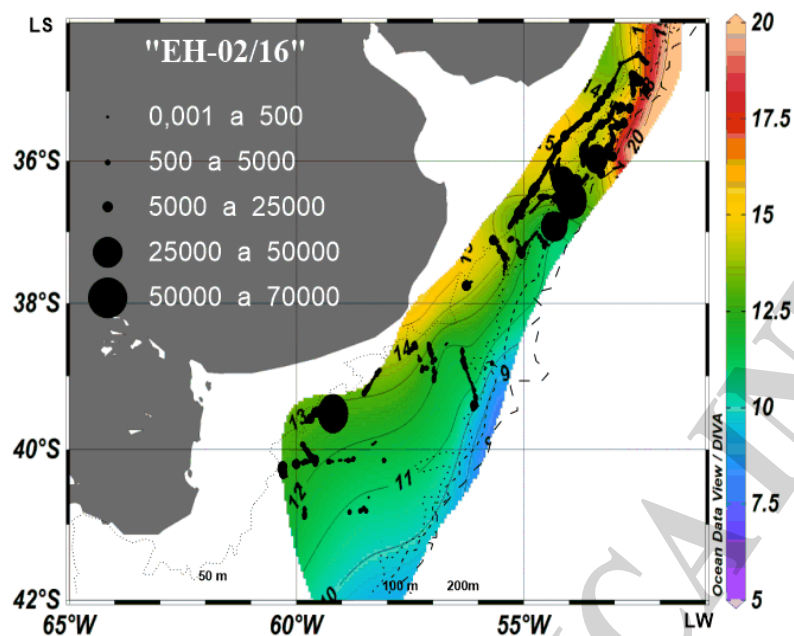


Figura 2. Temperatura superficial del mar y abundancia relativa (valores de sA en $\text{m}^2 * \text{mn}^{-2}$) de anchoíta en la campaña de evaluación de merluza en primavera de 2016.

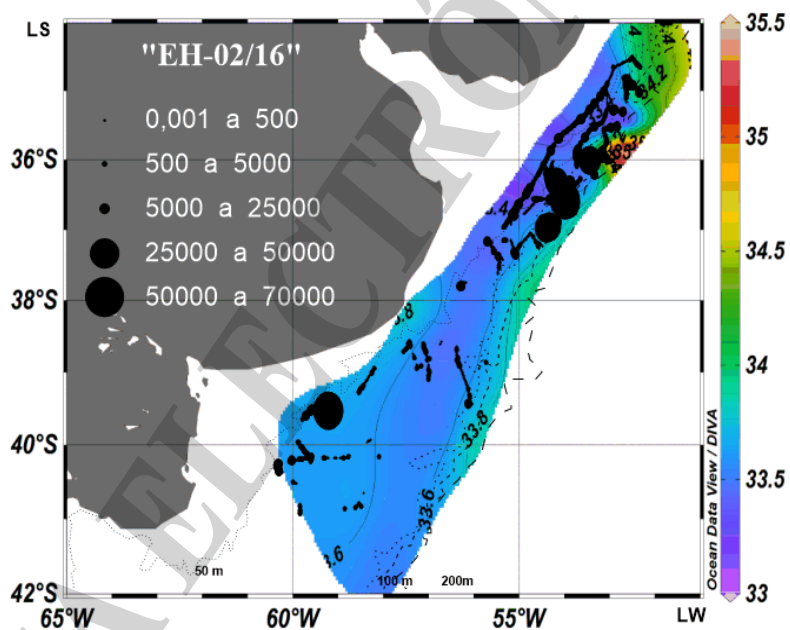


Figura 3. Salinidad superficial del mar y abundancia relativa (valores de sA en $\text{m}^2 * \text{mn}^{-2}$) de anchoíta en la campaña de evaluación de merluza en primavera de 2016.

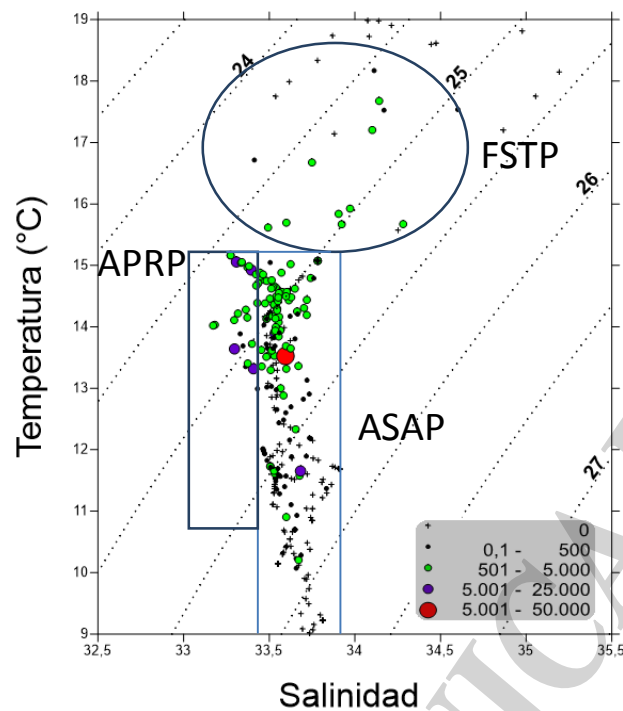


Figura 4. Diagrama TS y abundancia relativa (valores de sA en $\text{m}^2 * \text{mn}^{-2}$) de anchoíta en la campaña de evaluación de merluza de 2016. APRP, ASAP y FSTP son los acrónimos de Agua de la Pluma del Río de la Plata, Agua Subantártica de Plataforma y Frente Subtropical de Plataforma, respectivamente.

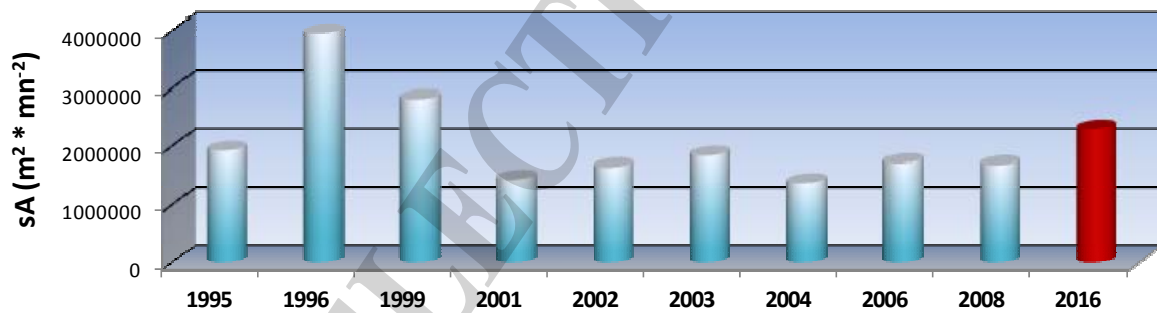


Figura 5. Coeficiente de retrodispersión sonora de la columna de agua (sA) de anchoíta obtenido en las campañas de evaluación de anchoíta bonaerense (años 1995 a 2008) y en la campaña de evaluación de merluza (año 2016).

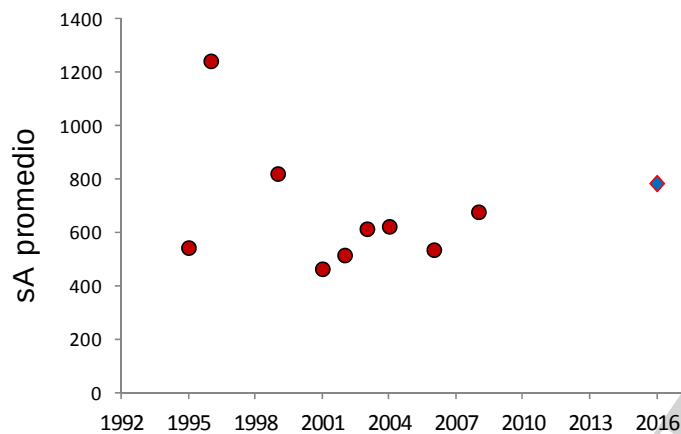


Figura 6. Valores medios del coeficiente de retrodispersión sonora de la columna de agua (sA) de anchoíta obtenidos en las campañas de evaluación de anchoíta bonaerense (años 1995 a 2008) y en la campaña de evaluación de merluza (año 2016).

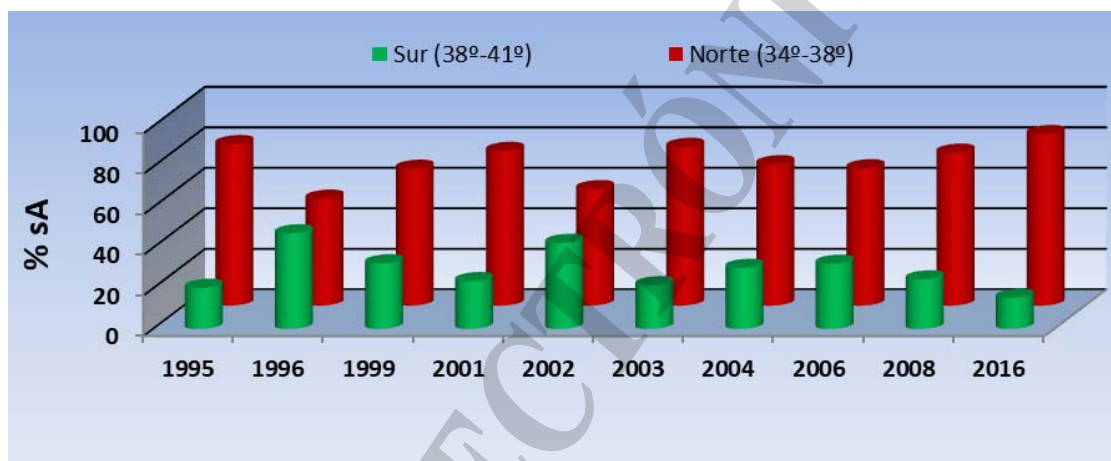


Figura 7. Porcentaje del coeficiente de retrodispersión sonora de la columna de agua (sA) de anchoíta por área de la región de estudio en las campañas de evaluación de anchoíta bonaerense (años 1995 a 2008) y en la campaña de evaluación de merluza (año 2016).

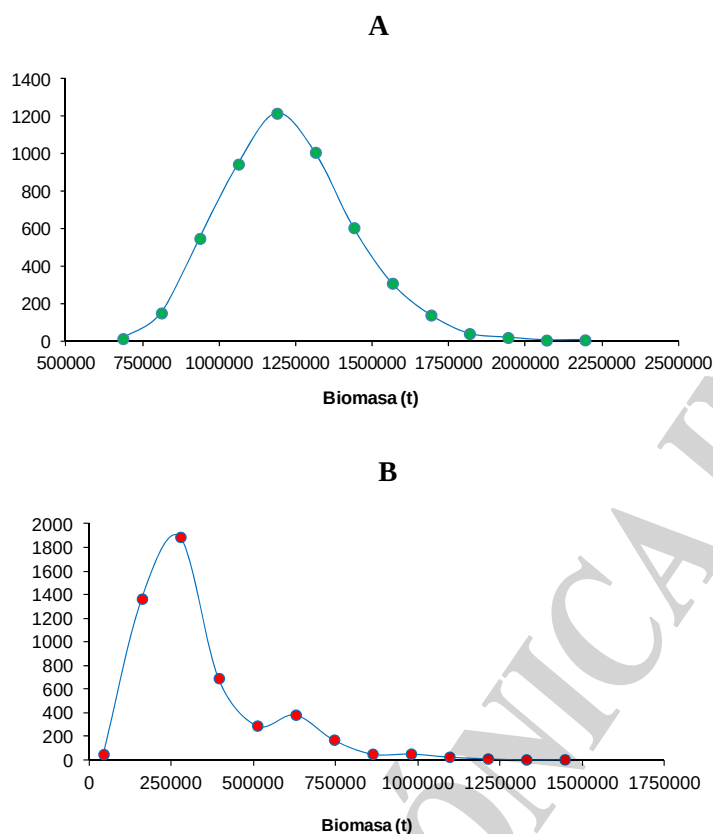


Figura 8. Distribución de frecuencias de los valores de biomasa total de anchoíta obtenidos mediante el *bootstrapp*: A) área norte, B) área sur.

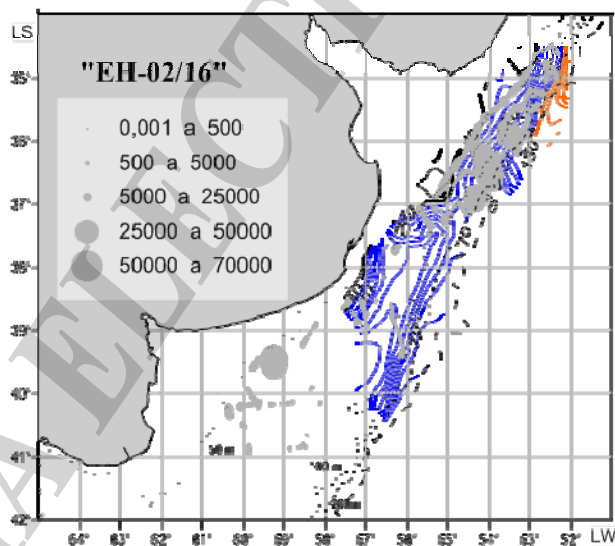


Figura 9. Estabilidad de la columna de agua (J/m^3) y abundancia relativa (valores de sA en $m^2 * mn^{-2}$) de anchoíta en la campaña de evaluación de merluza en primavera de 2016. Islíneas negras, azules y naranjas destacan las regiones frontales, estables y altamente estables respectivamente. La islínea de $40 J/m^3$ define la posición media de los frentes.

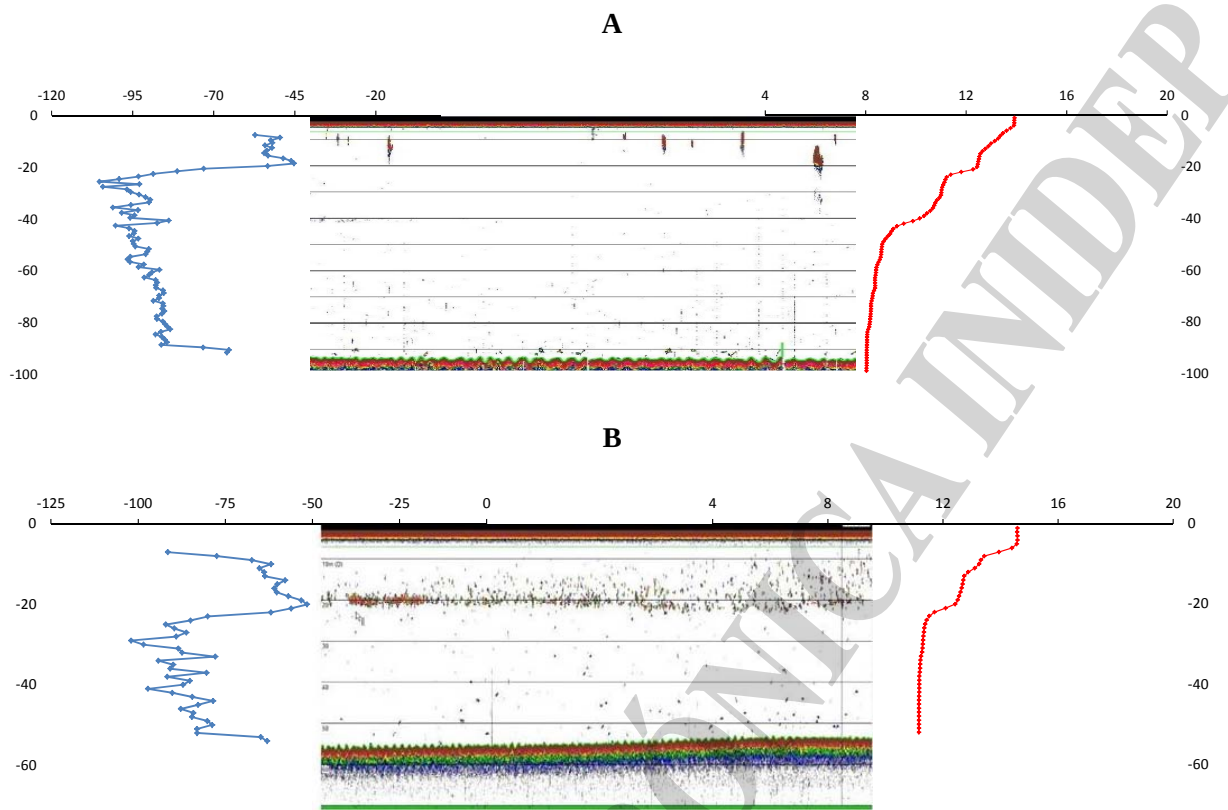


Figura 10. En azul abundancia relativa de anchoíta en la columna de agua (valores de sV en $\text{m}^2 * \text{mn}^{-3}$), en el centro ecogramas de la distribución vertical de anchoíta y en rojo, perfiles de temperatura del mar. A modo de ejemplo se presenta una estación realizada de día (A) y por noche (B).