

Distribución de merluza (*Merluccius hubbsi* Marini, 1933) en el Mar Argentino (41°- 48°S) en relación con parámetros oceanográficos durante el invierno (1996-2003)

Distribution of the Argentine hake (*Merluccius hubbsi* Marini, 1933) in the Argentine Sea (41°- 48°S) in relation to oceanographic parameters during winter (1996-2003)

Elena Louge¹, Raúl Reta^{1,2}, Betina Santos^{1,2} y Daniel Hernandez¹

¹Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

²Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), Paseo Victoria Ocampo N°1, CC 175, B7602HSA
Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina
elouge@inidep.edu.ar

Abstract. Salinity and temperature data recorded during 1996-2003 within the distribution area of the Patagonian stock of Argentine hake *Merluccius hubbsi* were analysed. These oceanographic variables were then related to fluctuations in the abundance of the species by means of a generalized linear model. Mean bottom temperature and salinity fields were graphed and anomalies for this period were estimated. During 1998 and 2002 the highest and lowest mean temperatures were recorded, respectively, showing the most remarkable anomalies. Highest mean salinity was recorded during 1999 and in terms of anomalies during 2003 lowest salinities were recorded for the whole area. Highest juvenile concentrations were found in waters with bottom temperatures between 7°C and 10°C and salinities between 33.3 and 33.8 distributed to the north and within the San Jorge Gulf and in midshelf between the 50 m and 100 m isobaths, to the southern zone of the Valdés Peninsula. Adult concentration was higher at the centre of the shelf, decreasing towards the coastal sector, at approximately 6°C and 9°C and between 33.4 and 33.9. Regression coefficients evidenced highest juvenile abundances in shallow areas with low salinity, and highest adult abundances in regions with low temperature and high salinity. No spatial shifts in the distribution of the species were observed during marked temperature or salinity anomalies.

Key words: Geographical distribution, temperature fields, salinity gradients, Southwest Atlantic

Resumen. Se analizaron las variables de temperatura y salinidad en el invierno durante el período 1996-2003 en el área de distribución del efectivo patagónico de la merluza argentina *Merluccius hubbsi*; estas variables oceanográficas se relacionaron con las variaciones en la abundancia de la especie, a través de un modelo lineal general. Se determinaron los campos medios de fondo y las anomalías de temperatura y salinidad para ese período. El año 1998 presentó la temperatura promedio más alta y el 2002 la más baja, indicando las anomalías más destacadas. La salinidad promedio más alta se registró en 1999 y en términos de anomalías, el 2003 fue, en toda el área, de menor salinidad. Las mayores concentraciones de juveniles se observaron en aguas con temperaturas de fondo entre 7°C y 10°C y salinidades entre 33,3 y 33,8 distribuidas en el interior y norte del Golfo San Jorge y en la plataforma media, entre la isóbata de 50 y 100 m, hasta la zona sur de la Península Valdés. La distribución de adultos se concentró en el centro de la plataforma, disminuyendo hacia el sector costero, aproximadamente entre 6° y 9°C y entre 33,4 y 33,9 de salinidad. Los coeficientes de regresión indicaron que las mayores abundancias de juveniles se hallaron en áreas con menor salinidad y menor profundidad, mientras que las mayores abundancias de los adultos se encontraron en regiones de menor temperatura y mayor salinidad respecto de los juveniles. No se observaron corrimientos espaciales en la distribución de la especie cuando las anomalías de temperatura o salinidad fueron muy marcadas.

Palabras clave: Distribución geográfica, campos de temperatura, gradientes de salinidad, Atlántico sudoeste

Introducción

La merluza argentina (*Merluccius hubbsi* Marini, 1933) es uno de los principales recursos pesqueros de la Argentina. Constituyó entre el 50% y el 60% del volumen de exportaciones (Bertolotti *et al.* 2000) pero en el año 2008 no superó el 26% (M. Bertolotti, com. pers.)¹. La pesquería durante la década del '90 fue sometida a una intensa actividad que provocó altos niveles de sobre

explotación (Cordo 2004), generando la disminución en los índices de abundancia en juveniles y adultos, y la disminución de la proporción entre las edades de la población adulta (Renzi *et al.* 2003).

¹Lic. M. Bertolotti. Directora del Área de Información, Operaciones y Tecnología del Instituto Nacional de Investigaciones y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina.

La merluza argentina presenta una amplia distribución en el Atlántico sudoccidental, concentrándose principalmente entre 34°-48°S. Es demersal, euritérmica y eurihalina, y realiza migraciones tróficas y reproductivas entre la costa y el talud continental (Angelescu & Prenski 1987, Ehrlich 1998). A los efectos del manejo administrativo del recurso, se consideran dos efectivos: uno al norte y otro al sur de 41°S; este último es el que se analiza en el presente trabajo (Bezzi *et al.* 1997). El efectivo sur, llamado efectivo patagónico, se extiende hasta los 48°S, inicia su actividad reproductiva en el área comprendida entre 43° y 45°S durante octubre-noviembre, continúa durante el verano (Ehrlich & Ciechowski 1994, Louge & Christiansen 1992, Pájaro *et al.* 2005) y finaliza durante marzo-abril, cuando los individuos se desconcentran y se distribuyen en la plataforma (Fig. 1); su área de cría está localizada dentro del Golfo San Jorge y aguas adyacentes (Pérez Comas 1990, Villarino & Giussi 1992, Castrucci *et al.* 2003).

La importancia del área del estudio radica en que es el área de crianza permanente; gran parte de esta zona (excepto el Golfo San Jorge) se encuentra vedada a la pesca para proteger a los juveniles durante todo el año y los reproductores en el verano (Aubone *et al.* 2004). Por lo tanto el área de estudio es relevante para el sostenimiento de la población y por consiguiente de la pesquería del efectivo que se distribuye al sur de 41°S.

Teniendo en cuenta que el análisis ambiental constituye una herramienta que puede mejorar la comprensión de la dinámica de poblaciones de organismos marinos, el objetivo de este trabajo fue estudiar las relaciones que existen entre la abundancia del recurso y algunas variables hidrográficas. Antecedentes de este tipo de estudios han sido tratados por algunos autores para la merluza argentina (Angelescu & Prenski 1987, Podestá 1990, Pérez-Comas 1990). Sin embargo, el período 1996-2003 analizado, constituye un nuevo aporte para el entendimiento de la distribución del recurso en el Mar Argentino.

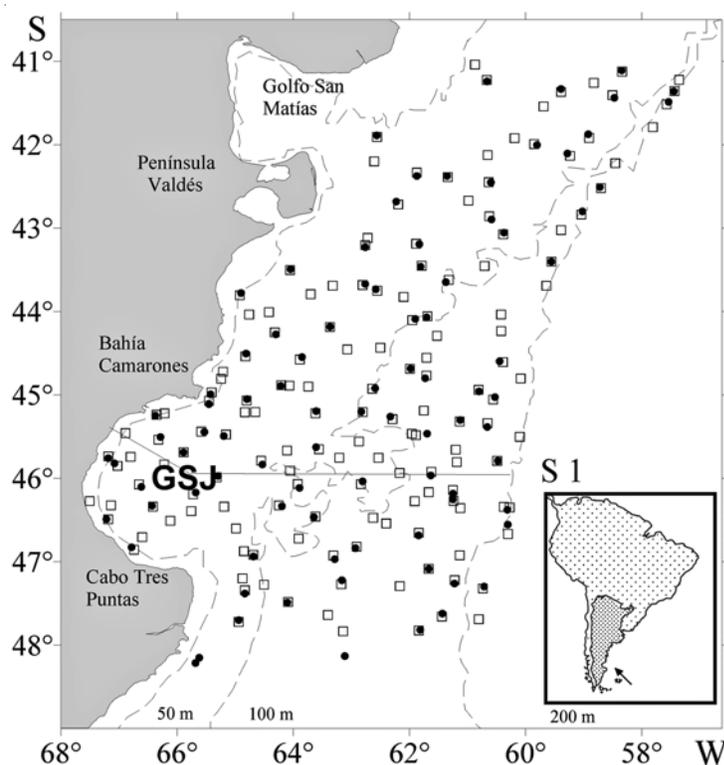


Figura 1

Área de distribución del efectivo sur de la merluza argentina (41°-48°S) durante invierno-primavera.

Estaciones oceanográficas = círculos, lances de pesca = cuadrados, sección oceanográfica = S1

Distribution area of the southern population of the Argentine hake (41°-48°S) during winter and spring.

Oceanographic stations = circles, fishing trawls = squares, and oceanographic section = S1

Desde el punto de vista ambiental, se determinan los campos medios de las variables temperatura y salinidad de la capa de fondo en el área de distribución del efectivo patagónico y se analiza la distribución de las anomalías. Posteriormente se vinculan estos parámetros oceanográficos con la distribución de la merluza juvenil y adulta brindando los rangos de las variables oceanográficas para las mayores abundancias de esta especie, como así también la parametrización de sus relaciones. Por último, se analizan las distribuciones espaciales de la especie en los años con anomalías extremas para estos parámetros oceanográficos.

Descripción del área de estudio

La región de plataforma continental argentina que involucra este estudio se caracteriza por presentar una suave pendiente desde la costa hacia el talud continental con una profundidad entre 50 y 180 m. Las aguas de la plataforma continental son de origen subantártico, modificadas tanto en temperatura como en salinidad. Las temperaturas de la superficie del mar (TSM) son máximas en verano (entre 12° y 20°C) y mínimas en invierno (entre 5° y 10°C) (Louge *et al.* 2002, Lindao 2001, Bogazzi *et al.* 2005). La amplitud de la TSM, aumenta desde la costa (~ 7°C en la región costera frente a Cabo Tres Puntas; ~ 8°C frente a Península Valdés) hacia la región de plataforma media (~ 10°C) y disminuye de norte a sur (Martínez-Avellaneda 2005, Podestá *et al.* 1991, Provost *et al.* 1992). Las TSM máximas se presentan durante la primera quincena de febrero, mientras que las mínimas

lo hacen entre la segunda quincena de agosto y primera semana de septiembre (Martínez-Avellaneda 2005).

Durante el verano se forma una termoclina con fuertes gradientes verticales en la región media de la plataforma que disminuyen hacia la región costera. Durante el otoño/invierno la termoclina se rompe para dejar la columna totalmente homogénea. La Corriente Patagónica ejerce su influencia en la región aportando aguas de baja salinidad desde el sur del Golfo San Jorge. Conforme disminuye la latitud su eje principal fluye en dirección NNE. La Corriente de Malvinas marca el límite externo de las aguas de plataforma, se desplaza sobre el talud hacia el norte, con aguas más frías y salinas (Piola & Rivas 1997).

Material y métodos

Se analizaron las campañas realizadas por los buques de investigación pesquera Dr. E. Holmberg y Capitán Oca Balda durante la temporada fría (julio, agosto, septiembre e inicios de octubre) en los años 1996 a 2003, en el área de distribución del efectivo patagónico de la merluza, entre 41° y 48°S y entre 50 y 400 m de profundidad (Fig. 1, Tabla 1). Se realizaron lances de pesca con redes de arrastre en un diseño de muestreo estratificado al azar, delimitado cada estrato en función de la batimetría y de la latitud (Bambill *et al.* 1996); la distancia recorrida fue de dos millas, con una duración del lance de pesca de 30 minutos.

Tabla 1

Campañas de investigación analizadas durante el período de invierno (1996-2003) para la evaluación de *Merluccius hubbsi*

Research cruises analysed during the winter period (1996-2003) for *Merluccius hubbsi* evaluation

Año	Período	Área	Nº de lances de pesca	Nº de estaciones oceanográficas
1996	13 julio - 23 julio	41°S-44°S	124	79
	8 julio - 7 agosto	44°S-48°S		
1997	19 agosto - 6 septiembre	41°S-45°S	155	55
	12 septiembre - 9 octubre	45°S-48°S		
1998	19 julio - 12 agosto	41°-45°S y 47°-48°S	153	65
	11 julio - 9 agosto	45°S-47°S		
1999	16 julio - 20 agosto	45°S-48°S	154	81
	27 agosto - 16 septiembre	41°S-45°S		
2000	27 julio - 4 septiembre	45°S-48°S	156	90
	24 septiembre - 17 octubre	41°S-45°S		
2001	26 julio - 31 agosto	45°S-48°S	155	107
	16 septiembre - 2 octubre	41°S-45°S		
2002	23 agosto - 18 septiembre	45°S-48°S	123	95
	2 octubre - 20 octubre	41°S-45°S		
2003	20 agosto - 11 septiembre	45°S-48°S	127	91
	19 septiembre - 5 octubre	41°S-45°S		

Los muestreos oceanográficos se realizaron con perfiladores continuos SeaBird modelo Sea Cat 19, registrándose valores de presión, temperatura y conductividad. Los datos derivados de salinidad fueron corregidos con muestras de agua tomadas *in situ* mediante botellas de inversión.

Se construyeron los mapas con valores promedios de temperatura y salinidad de fondo, con una distribución regularmente espaciada de las variables, de acuerdo con la geometría de una grilla de $0,5^\circ \times 0,5^\circ$. En cada nodo de la misma se estimó el valor de la temperatura y salinidad utilizando datos de un entorno convenientemente elegido, a partir de una interpolación lineal siguiendo el método de krigado (Samper-Calvete & Carrera-Ramírez 1990). Posteriormente se procedió al cálculo de la media aritmética para cada punto de grilla. Las anomalías se calcularon a partir de las diferencias entre el campo de cada año y el campo medio.

Se calculó la abundancia de merluza en cada lance de pesca discriminando individuos juveniles (Lt menores de 35 cm), y adultos (mayores o iguales de 35 cm) (Simonazzi 2003), a partir de la expresión:

$$N_i = nc_i (PC / PM) / a \quad (1)$$

siendo:

N_i : abundancia de individuos de la clase de talla i ($N^\circ \text{ mn}^{-2}$)

nc_i : número de individuos en la muestra, de la clase de talla i .

PC : peso de la captura (kg)

PM : peso de la muestra (kg)

a : área barrida (mn^2)

Se confeccionaron los mapas de isolíneas de distribución de abundancia de individuos para el área comprendida entre 41° y 48°S , en los años 1996 a 2003, con el método de krigado.

Para evaluar el efecto de las variables ambientales sobre la distribución de las abundancias de juveniles y adultos, se utilizó un Modelo Lineal General (MLG) (McCullagh & Nelder 1989). El área de distribución del efectivo patagónico evaluado durante el período invernal (julio-agosto-septiembre) se desglosó en dos zonas, debido al desfase temporal que supone estudiar la región en su totalidad: una norte (41° - 45°S) y otra sur (45° - 48°S); a inicios de octubre se analizó únicamente la zona norte.

El modelo que se aplicó tiene la forma:

$$\ln(N) = \mu + b_1 Prof + b_2 TF + b_3 \Delta T + b_4 SF + b_5 \Delta S + AÑO + \varepsilon \quad (2)$$

siendo:

μ : constante del modelo

$Prof$: profundidad del fondo del lance de pesca

TF : temperatura de fondo

ΔT : diferencia entre la temperatura de superficie y de fondo

SF : salinidad de fondo

ΔS : diferencia entre la salinidad de superficie y de fondo

$AÑO$: año del muestreo

b_i : coeficientes de regresión

ε : término de error

La variable categórica 'AÑO', fue incluida en el modelo con el propósito de eliminar el efecto de los cambios de abundancia a lo largo del tiempo.

Para comparar las temperaturas y salinidades medias en la serie de años 1996-2003, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis ya que al efectuar los gráficos de probabilidad normal de ambas variables se veían problemas con la normalidad y homogeneidad de varianzas. Luego se efectuaron comparaciones múltiples de a pares a partir de la prueba de Dunn (Zar 1996).

Resultados y discusión

Estructura vertical de la columna de agua

Los registros de temperatura en la totalidad de la región analizada mostraron homogeneidad de la columna de agua, típica situación de invierno. No obstante, en aquellas campañas realizadas durante los inicios de octubre en el sector norte, se observó una leve termoclina en las capas superficiales del mar. La salinidad también mostró una distribución relativamente homogénea en la columna de agua. Sin embargo, en las zonas próximas al borde de talud se registraron incrementos de la salinidad en la capa de fondo. La sección a los 46°S presentó un perfil vertical con un núcleo de mínima salinidad ($\sim 33,2$) en plataforma media, por el aporte de las aguas de la Corriente Patagónica e incrementos de la salinidad tanto hacia la costa ($\sim 33,4$), como hacia el talud ($\sim 33,8$) (Fig. 2).

Climatología y anomalías de los campos de fondo

El campo medio de temperatura de esta capa mostró una orientación de las isoterms paralela a la costa y a las isóbatas, con temperaturas superiores frente al Golfo San Matías ($\sim 9,5^\circ\text{C}$) y disminuyendo hacia el talud, donde la isoterma de 6°C se ubica cercana a la isóbata de 200 m (Fig. 3). Las mayores anomalías térmicas sucedieron en 1998 con valores $\sim +2,0^\circ\text{C}$, mientras que valores

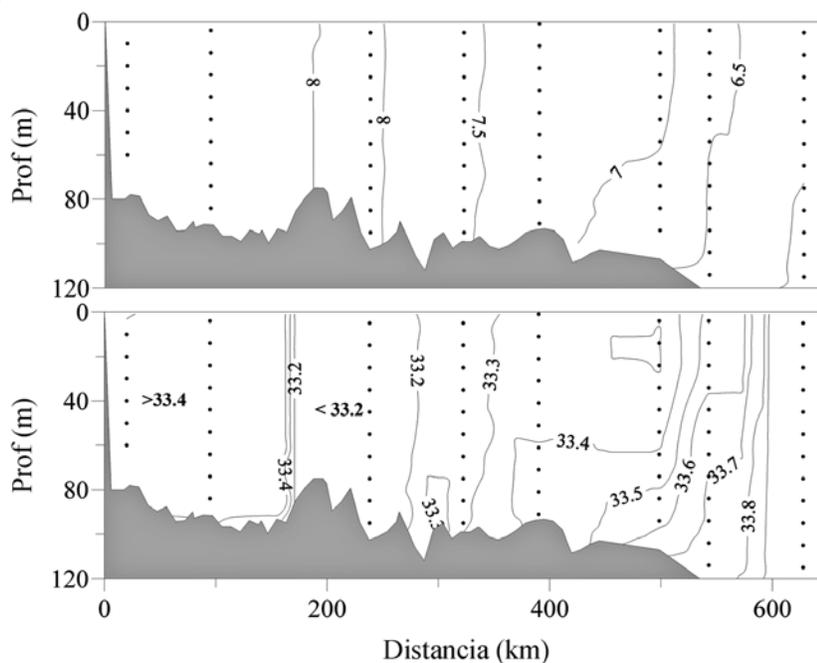


Figura 2

Temperatura y salinidad en la columna de agua correspondiente a la sección S1, indicada en la Fig. 1

Temperature and salinity in the water column corresponding to section S1, shown in Fig. 1

inferiores, entre $\sim -1^{\circ}\text{C}$ y $-1,5^{\circ}\text{C}$, fueron calculados para el año 2002. Sin embargo, se identificaron núcleos de anomalías frías y cálidas para un mismo año, como sucedió en 1996 y 1998 (Fig. 3).

El campo medio de la salinidad de fondo se caracterizó por presentar una cuña de mínima salinidad con su eje central que parte de la región sur del Golfo San Jorge y se orienta hacia el NE, (Corriente Patagónica) sobre la plataforma media, con valores cercanos a 33,2 y que aumentó hacia el norte llegando hasta 33,6 (Fig. 4). La región de plataforma ubicada hacia el este de esta cuña, alcanzó valores de salinidad de hasta 34 y las isohalinas se ubicaron paralelas a la isobata de 200 m; al oeste de la misma, se presentó un menor gradiente de salinidad, caracterizando al área costera patagónica con valores del orden de 33,5. Sobre la región próxima al Golfo San Matías, la salinidad fue mayor a 33,8.

El año 2003 se caracterizó por tener valores de anomalías de salinidad negativas en toda la región alcanzando los $-2,0$. El resto de los años analizados presentó tanto anomalías positivas como negativas en diferentes regiones de la plataforma. Una situación a

destacar fue 1999, con valores positivos en toda la región costera inferior a 100 m de profundidad, que alcanzó su máxima expresión en la costa sur del Golfo San Jorge, y valores negativos desde los 100 m hacia el talud. El año 1996 presentó características inversas respecto a 1999 pero con valores menos extremos.

En la plataforma continental argentina, la Corriente Patagónica fluye desde el sur del Golfo San Jorge en dirección NNE (Brandhorst & Castello 1971); la retracción o el avance de esta corriente de menor salinidad influye fundamentalmente en los campos de salinidad. Tal es el caso observado en 1998 cuando se notó un avance de esta corriente, caracterizando al área con salinidades muy bajas y con temperaturas marcadamente superiores al valor medio. Por el contrario, durante 1999, las salinidades fueron superiores en la región mientras que las temperaturas también fueron elevadas. Mientras que las primeras se asocian al grado de la fuerza de la Corriente Patagónica, las variaciones en temperaturas se hallarían relacionadas con el intercambio de calor con la atmósfera (Rivas & Piola 2002).

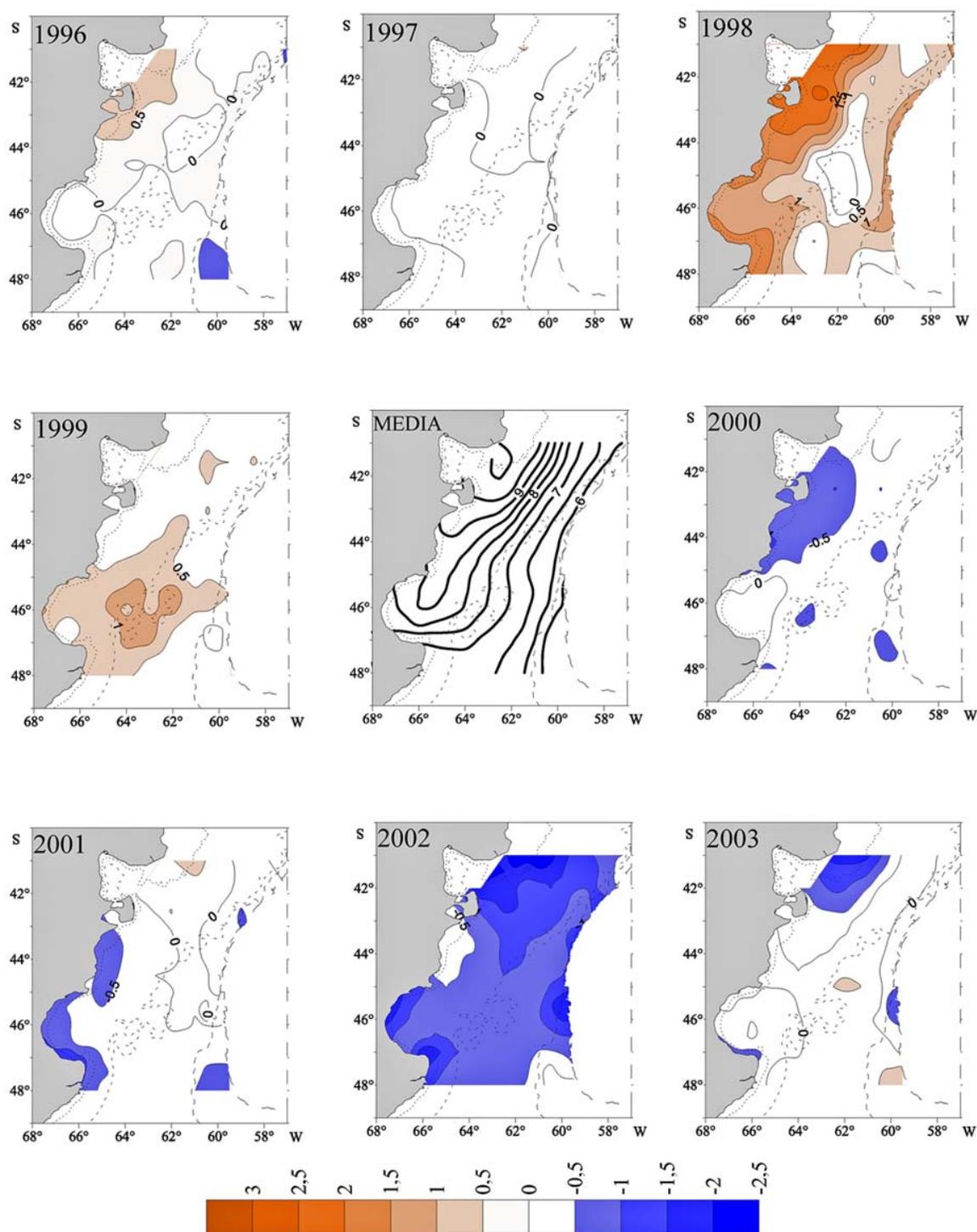


Figura 3

Valores medios de temperatura de fondo para el período 1996-2003 (figura central) y anomalías de temperatura para cada año, en el Mar Argentino (41° y 48°S)

Middle panel shows mean bottom temperature for the period 1996-2003; the other panels show temperature anomalies for each year in the Argentine Sea (41° and 48°S)

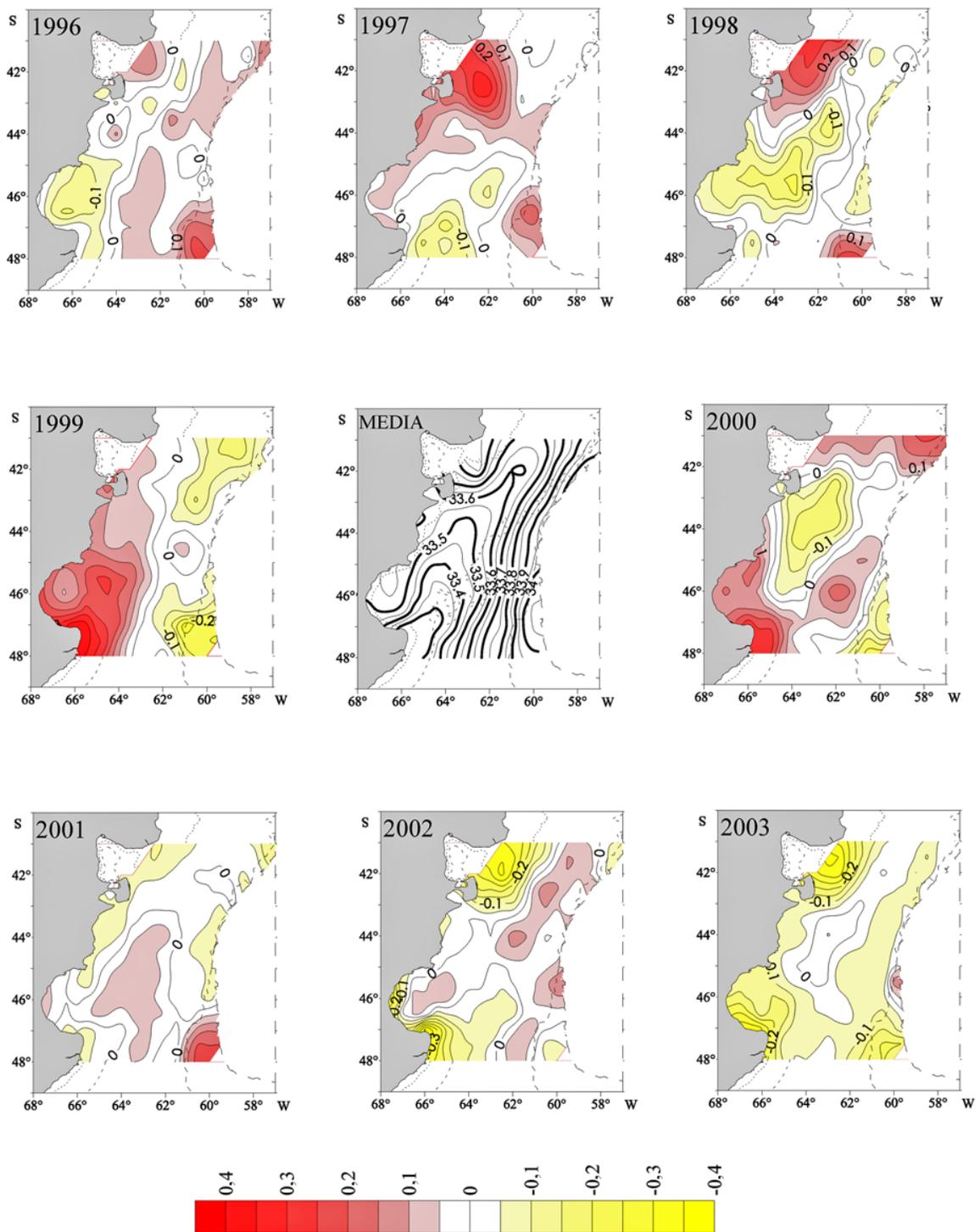


Figura 4

Valores medios de salinidad de fondo para el período 1996-2003 (figura central) y anomalías de salinidad para cada año, en el Mar Argentino (41° y 48°S)

Middle panel shows mean bottom salinity values for the period 1996-2003; the other panels show salinity anomalies for each year in the Argentine Sea (41° and 48°S)

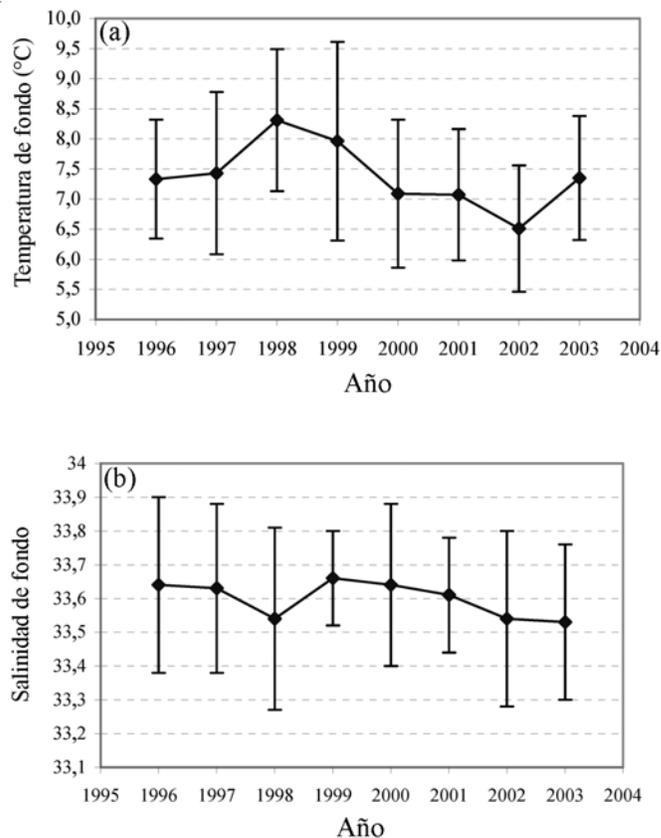


Figura 5

(a) Promedio y desviación estándar anual de la temperatura de fondo tomada en las campañas de investigación, para los años 1996-2003, durante el invierno (julio-agosto-septiembre) entre 41°-48°S. En los años 2000 y 2002 se realizaron en agosto-septiembre-octubre. (b) Promedio y desviación estándar de la salinidad de fondo para los años 1996-2003, durante el invierno (41° y 48°S)

(a) Annual mean and standard deviation of bottom temperature values, recorded during research cruises, for years 1996-2003 during winter (July-August-September), between 41° and 48°S. During the years 2000 and 2002, they were recorded in August-September-October. (b) Mean and standard deviation of bottom salinity values, for the years 1996-2003, during winter (41° and 48°S)

Variaciones interanuales de temperatura y salinidad

Los valores medios de la temperatura y la salinidad de fondo del área completa durante el período 1996 a 2003, señalan que en 1998 se registró la temperatura promedio invernal más alta y con bajas salinidades (Fig. 5). A partir de este año, la temperatura media descendió hasta el 2002, mientras que, a partir de 1999, la salinidad declinó levemente hacia el final del período.

La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis logró establecer diferencias altamente significativas tanto en temperaturas ($H=92,85$; $P<0,0001$) como en salinidad ($H=26,96$; $P<0,001$). En las Tablas 2 y 3 se pueden ver los valores del estadístico Q de Dunn, correspondientes a las comparaciones de a pares. De su análisis surge que

no sólo 1998 fue extremo sino también 1999 debe destacarse como un año relativamente cálido.

Distribución de juveniles y adultos de merluza

En la plataforma media, las mayores concentraciones de juveniles se observaron, durante el invierno, en aguas con temperaturas de fondo entre 7° y 10°C, y entre 33,3 y 33,8 de salinidad y se encontraron distribuidos en el interior y norte del Golfo San Jorge y en plataforma media entre la costa y la isobata de 100 m, hasta la zona sur de la Península Valdés (Fig. 6). La distribución de adultos (Fig. 7) se concentró hacia el este de la plataforma media sobre la isóbata de 100 m con temperaturas ligeramente menores al rango señalado para juveniles, registrándose una disminución de su concentración en el sector costero.

Tabla 2

Valores del estadístico Q de Dunn para comparar los valores de temperatura de fondo durante la época invernal entre años por pares. Período 1996-2003

Dunn's statistic Q values to compare bottom temperatures, considering the years in pairs. Period 1996-2003

Par	Estadístico Q	Diferencia
1996-1997	3,00	(ns)
1997-1998	14,65	(**)
1998-1999	1,59	(ns)
1999-2000	17,60	(**)
2000-2001	0,28	(ns)
2001-2002	10,94	(**)
2002-2003	118,46	(**)

ns: diferencias no significativas ($P \geq 0,05$)

**diferencias altamente significativas ($P < 0,01$)

$Q_{\text{crítico}}(0,05, 8) = 3,12$; $Q_{\text{crítico}}(0,01, 8) = 3,57$

Estas observaciones son concordantes por lo mencionado por Pérez Comas (1990) en su análisis de las concentraciones invernales de la merluza argentina; las abundancias de juveniles y preadultos aumentaron con la temperatura de fondo, mientras que la abundancia de los adultos aumentó con la disminución de la temperatura. Sin embargo, estas relaciones estarían afectadas por la actividad reproductiva y la disponibilidad de alimento. Según Pájaro *et al.* (2005) y Macchi *et al.* (2006), el desplazamiento de las agregaciones reproductivas se encontraría gobernado en gran medida por la temperatura de fondo. Esta asociación no fue observada en el presente trabajo ya que en años anómalos con respecto a la temperatura, como 1998 y 2002, no se observó un cambio significativo en la localización de las concentraciones. Macchi & Pájaro (2005) observaron que las hembras en desove estaban asociadas a temperaturas de fondo más bajas (entre 7° y 8°C) que las señaladas por Pájaro *et al.* (2005). Evidentemente las variables oceanográficas modulan la distribución espacial de juveniles y adultos pero dentro de un rango amplio de temperatura y salinidad ya que como describieron Angelescu & Prenske (1987) los límites térmicos de la merluza varían entre 3° y 18°C y el óptimo térmico, entre 5° y 10°C.

Otra causa que motivaría la permanencia de las concentraciones invernales antes de su desplazamiento a las áreas de reproducción es la disponibilidad de alimento, como calamar y mictófidios, mencionado por

Tabla 3

Valores del estadístico Q de Dunn para comparar los valores de salinidad de fondo durante la época invernal entre años por pares. Período 1996-2003

Dunn's statistic Q values to compare bottom salinity, considering the years in pairs. Period 1996-2003

Par	Estadístico Q	Diferencias
1996-1997	1,82	(ns)
1997-1998	9,63	(**)
1998-1999	11,85	(**)
1999-2000	4,17	(**)
2000-2001	2,19	(ns)
2001-2002	5,14	(**)
2002-2003	2,33	(ns)

ns: diferencias no significativas ($P \geq 0,05$)

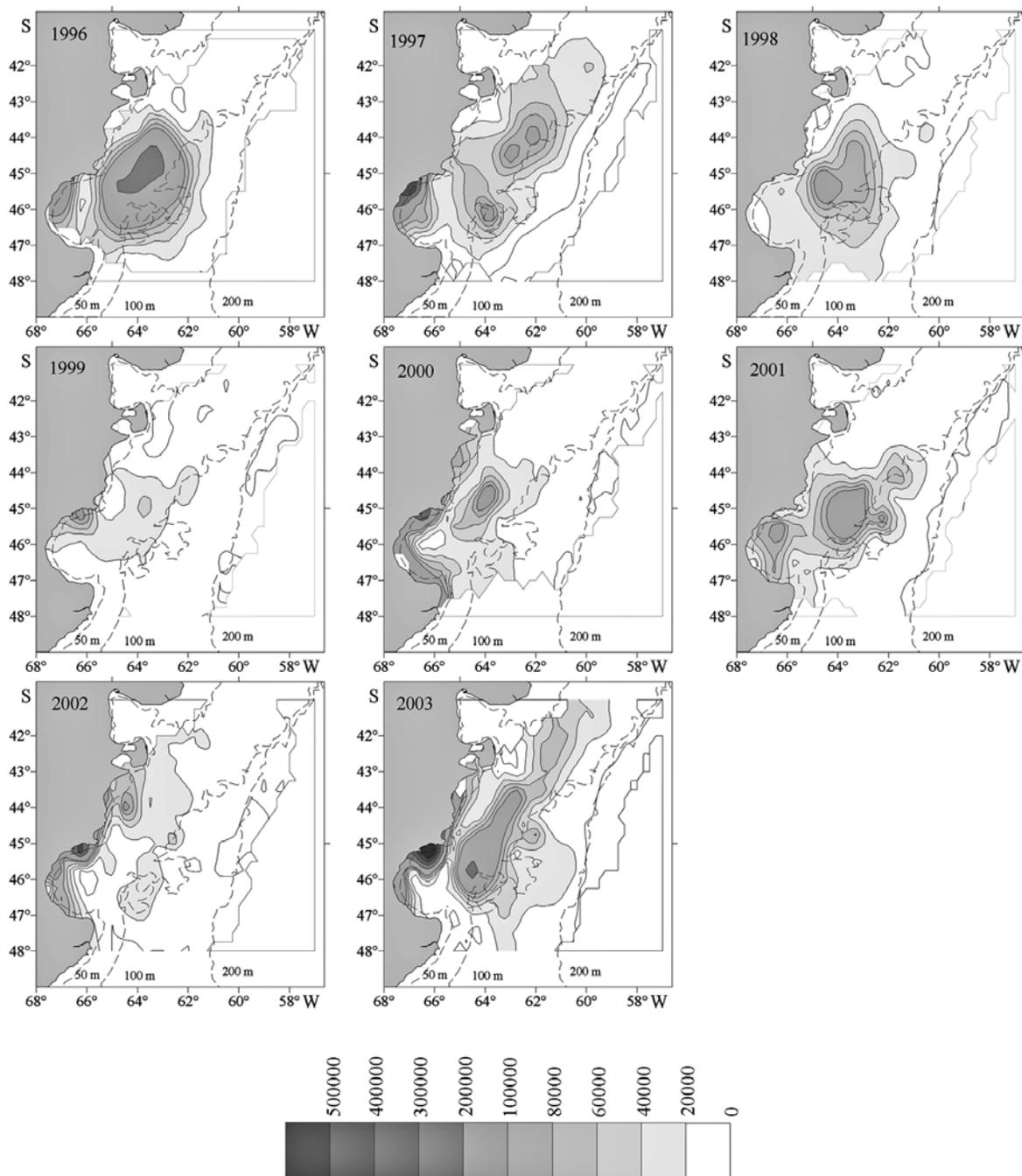
**diferencias altamente significativas ($P < 0,01$)

$Q_{\text{crítico}}(0,05, 8) = 3,12$; $Q_{\text{crítico}}(0,01, 8) = 3,57$

Pérez Comas (1990) o peces varios incluidos la merluza y calamares, observado por Sánchez & García de la Rosa (1999). Los adultos comienzan a concentrarse en el área de alimentación invernal a partir de febrero, completándose el desplazamiento al término del período reproductivo (marzo-abril) (Macchi *et al.* 2007), permanecen en esta área hasta mediados de octubre para luego iniciar un movimiento migratorio con fines reproductivos hacia la costa (Ehrlich 1998, Macchi *et al.* 2007).

Durante el invierno se observó el 37,42% de los individuos muertos por canibalismo, correspondiendo el 93,2% a merluzas menores de 25 cm Lt (edades 0 y 1). El mayor impacto de canibalismo (81,5%) lo ejercen las merluzas de 35 cm a 49 cm Lt (edades 2 a 7) (Sánchez & García de la Rosa 1999).

Se han detectado cambios dietarios de la merluza con la variación de temperatura. Sabatini (2004) mencionó que el calentamiento general que se produjo en la región de estudio en 1998, afectó severamente las estructuras físicas y biológicas del sistema, registrándose un pico de abundancia de zooplancton gelatinoso (ctenóforos). La misma autora citó que se registraron densidades muy bajas de copépodos, alimento principal de los estadios larvales y juveniles de merluza en el área de estudio. En consecuencia, dicho calentamiento habría modificado las condiciones de un hábitat normalmente favorable para la alimentación y el crecimiento de larvas y juveniles de

**Figura 6**

Densidad de juveniles de merluza ($N^{\circ} mn^{-2}$), durante el invierno, para el período 1996-2003 en el Mar Argentino (41° y 48°S)

Density of juvenile hakes ($N^{\circ} mn^{-2}$), during winters for the years 1996-2003 in the Argentine Sea (41° and 48°S)

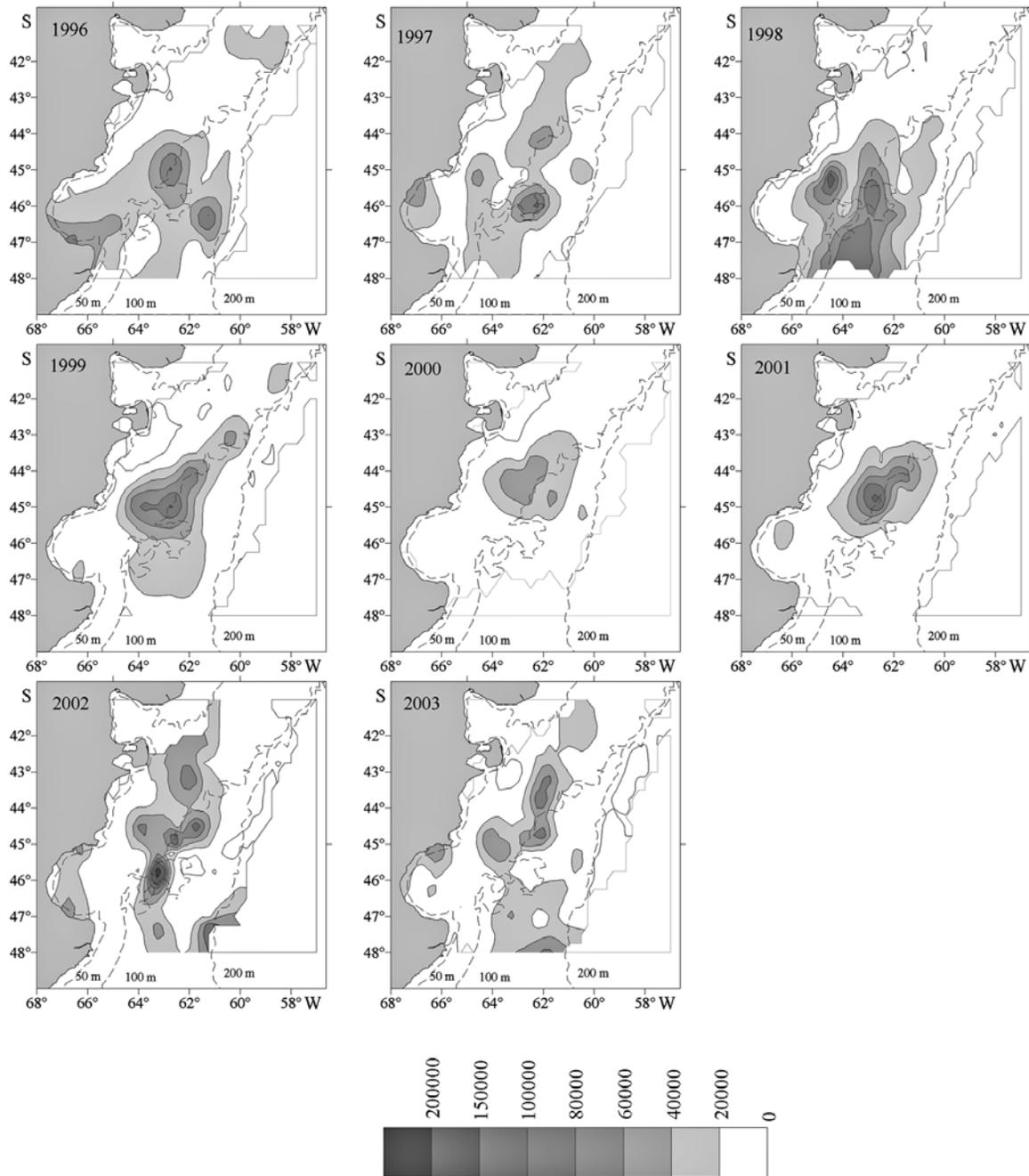


Figura 7

Densidad de adultos de merluza ($N^{\circ} mn^{-2}$), durante el invierno, para el período 1996-2003 en el Mar Argentino (41° y $48^{\circ}S$)

Density of adult hakes ($N^{\circ} mn^{-2}$), during winter, years 1996-2003 in the Argentine Sea (41° and $48^{\circ}S$)

Tabla 4

Estadísticos F para evaluar la significación estadística de los coeficientes de regresión, valores de probabilidad (P), coeficientes de regresión (b) y coeficientes β para valorar la importancia relativa de cada variable, durante el invierno. Región norte (41°S-45°S) en los años 1996, 1997, 1998 y 1999 y en región sur (45°S-48°S) en los años 1996,1998, 1999, 2000 y 2001

F statistic to evaluate the statistical significance of the regression coefficients, probability values (P), regression coefficients (b) and β coefficient to value the relative importance of each variable in winter. North region (41°S-45°S) visited during 1996, 1997, 1998 and 1999 and South region (45°S-48°S) visited during 1996, 1998, 1999, 2000 and 2001

	Norte R ² = 64,63			Juveniles Sur R ² =64,21		
	F	b	β	F	b	β
P	5,06	0,0171(*)	-0,212	29,42	-0,024 (**)	-0,396
TF	18,82	-0,919(**)	-0,604	6,79	0,043 (*)	0,262
Δ T	40,78	-1,958 (**)	-0,681	3,38	0,800 (ns)	0,133
SF	80,34	-8,674 (**)	-0,870	21,7	-3,195 (**)	-0,363
Δ S	4,98	-3,630 (*)	-0,188	1,53	1,474 (ns)	0,085

	Norte R ² = 38,92			Adultos Sur R ² =36,66		
	F	b	β	F	b	β
P	0,16	0,003 (ns)	0,051	11,11	-0,012 (**)	-0,329
TF	22,505	-0,979 (**)	-0,829	14,71	-0,666 (**)	-0,511
Δ T	5,726	-0,791 (*)	-0,323	2,64	-0,712 (ns)	-0,192
SF	36,75	-5,30 (**)	-0,170	16,85	-3,00 (**)	-0,446
Δ S	2,62	-2,869 (*)	-0,170	0,89	-1,206 (ns)	-0,086

ns : diferencias no significativas ($P \geq 0,05$);

* : diferencias significativas ($0,01 \leq P < 0,05$);

** : diferencias altamente significativas ($P < 0,01$)

merluza. Las regiones frontales comparten con las áreas de afloramiento muchas de las características esenciales referidas a la producción planctónica por lo que se advierte que es probable que las variaciones relacionadas con su formación y posición influyan en la producción de nuevos reclutas (Sabatini 2004).

Al utilizar el MLG se verificó la relación entre los residuales estandarizados vs. los valores predictivos y se evaluaron también los normal-plot de los residuales del modelo, obteniendo resultados totalmente satisfactorios (no mostrados aquí). Los coeficientes de determinación R² (porcentaje de varianza explicada por el modelo) fueron de 46% a 64% para los juveniles y de 25% a 38% para los adultos, porcentajes altamente significativos en todos los casos, con un tamaño de muestra entre 114 y 146 lances de pesca, de lo que se concluye que los juveniles fueron más sensibles a las variables ambientales que los adultos.

La mayor abundancia de juveniles durante el invierno, tanto en la zona norte (41°-45°S) como en la zona sur (45°-48°S), ocurrió a menor salinidad y menor profundidad (Tabla 4); estos resultados indicarían la preferencia por las aguas de baja salinidad provenientes de la Corriente Patagónica y las aguas someras de las

regiones costeras (Fig. 4). La abundancia en ambas zonas tuvo un comportamiento opuesto con la temperatura: en la zona norte, con el aumento de la temperatura, se observó una menor concentración de juveniles que se puede atribuir en gran parte a que las temperaturas máximas, cercanas a los 10°C marcaron el límite norte de la distribución; en el sector sur, al disminuir la temperatura, disminuyó la abundancia de la especie cuyo límite sur estaría relacionado a temperaturas más bajas cercanas a 6°C. La tendencia de los juveniles a ocupar áreas costeras se encontró también en *Merluccius merluccius* de las costas del Mar Mediterráneo (Abella *et al.* 2005) donde los individuos más jóvenes se distribuían en aguas someras, mientras que los adultos cerca del talud continental.

La concentración de adultos en las zonas norte y sur, aumentó al disminuir la temperatura y la salinidad, distribuyéndose en aguas más frías que las que ocuparon los juveniles y alejados de las regiones de más salinidad como el borde del talud y la región norte próxima al Golfo San Matías. El borde del talud continental marca el límite Este de la distribución de la especie, donde las aguas de la Corriente de Malvinas, provenientes del sur, que corren a lo largo del talud, alcanzan salinidades superiores a

Tabla 5

Estadísticos F para evaluar la significación estadística de los coeficientes de regresión, valores de probabilidad (*P*), coeficientes de regresión (*b*) y coeficientes β para valorar la importancia relativa de cada variable para las campañas a inicios de octubre (2000-2003)

Statistic F to evaluate the statistic significance of regression coefficients, probability values (*P*), regression coefficients (*b*), and coefficients β to evaluate the relative importance of each variable for cruises at beginning of October (2000-2003)

	Juveniles $R^2 = 46,43$			Adultos $R^2 = 25,14$		
	F	b	β	F	b	β
<i>P</i>	6,241	0,031(*)	-0,260	2,181	0,016(ns)	-0,198
TF	1,611	0,383(ns)	-0,213	10,380	0,854(**)	-0,619
ΔT	0,550	-0,187(ns)	-0,101	0,038	0,046(ns)	0,027
SF	31,700	-6,285(**)	-0,587	37,410	-5,806(**)	-0,709
ΔS	0,185	1,152(ns)	0,051	0,047	0,508(ns)	-0,026

ns: diferencias no significativas ($P \geq 0,05$)

*: diferencias significativas ($0,01 \leq P < 0,05$)

** : diferencias altamente significativas ($P < 0,01$)

33,9 y las temperaturas descienden alrededor de los 6°C. Otras especies de merluza, como *Merluccius bilinearis*, presentaron correspondencia entre las mayores abundancias y el frente de talud ubicado en las costas de Canadá donde existe un gradiente termohalino y condiciones favorables para su alimentación por la mayor densidad de eufáusidos (Sigaev 1996).

Durante el inicio de octubre, la relación entre la densidad de juveniles y las variables profundidad y salinidad, se mantuvo igual que en los meses anteriores; sucedió lo mismo en los adultos, con las variables temperatura y salinidad (Tabla 5). Los coeficientes β para la temporada fría, indican que la salinidad y la temperatura fueron las variables que más se relacionaron con la distribución de juveniles y adultos, y en menor medida la profundidad.

Agradecimientos

A dos árbitros anónimos por sus invaluable aportes a la estructura y contenido del manuscrito. Los comentarios de la Lic. Susana Bezzi son también muy apreciados.

Literatura citada

Abella A, F Serena & M Ria. 2005. Distributional response to variations in abundance over spatial and temporal scales for juveniles of European hake (*Merluccius merluccius*) in the Western Mediterranean Sea. Fisheries Research 71: 295-310.

Angelescu V & B Prenskei. 1987. Ecología trófica de la merluza común del Mar Argentino (Merlucciidae *Merluccius hubbsi*). Parte 2. Dinámica de la alimentación analizada sobre la base de las condiciones ambientales, la estructura y las evaluaciones

de los efectivos en su área de distribución. Contribución INIDEP 561: 1-205.

Aubone A, S Bezzi, G Cañete, R Castrucci, C Dato, G Irusta, A Madirolas, M Pérez, M Renzi, B Santos, M Simonazzi & MF Villarino. 2004. Evaluación y sugerencias de manejo del recurso merluza (*Merluccius hubbsi*). La situación hasta 1999. En: Boschi EE (ed). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros 4: 207-235. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata.

Bambill G, M Pérez, C Dato, O Wöhler, G Cañete & S Bezzi. 1996. Evaluación de merluza (*Merluccius hubbsi*) en la plataforma argentina entre 34°S y 48°S en agosto y septiembre de 1993. Informe Técnico, INIDEP 7: 21-68.

Bertolotti MI, E Errazti & A Pagani. 2000. Contribución Económica y Social de la Actividad Pesquera. Primera Parte: Descripción del Sistema Económico Pesquero 1997 y actualización de indicadores para 1998 y 1999. Informe Técnico Interno, DNI-INIDEP 63: 1-46.

Bezzi S, G Irusta, M Pérez & M Renzi. 1997. Sobre la unidad de población de la merluza. Informe Técnico Interno, DNI-INIDEP 25: 1-12.

Bogazzi E, A Baldoni, A Rivas, P Martos, R Reta, JM Orensanz, M Lasta, P Dell' Arciprete & F Werner. 2005. Spatial correspondence between areas of concentration of Patagonian scallop (*Zygochlamys patagonica*) and frontal systems in the Southwestern Atlantic. Fisheries Oceanography 14(5): 359-376.

Brandhorst W & JP Castello. 1971. Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. I. Las condiciones oceanográficas, sinopsis de conocimiento actual sobre la anchoíta y el plan para su evaluación. Proyecto de Desarrollo Pesquero FAO 29: 1-63.

- Castrucci R, A Aubone, M Pérez & M Renzi. 2003.** Índice de abundancia del grupo de merluza de edad 2 en el área de cría patagónica. Período 1995-1998. Informe Técnico, INIDEP 51: 27-38.
- Cordo H. 2004.** Evaluación del estado del efectivo sur de 41°S de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y estimación de la captura biológicamente aceptable correspondiente al año 2004. Informe Técnico Interno, DNI-INIDEP 17: 1-35.
- Ehrlich M. 1998.** Los primeros estadios de vida de la merluza *Merluccius hubbsi* Marini, 1933 en el Mar Argentino como aporte al conocimiento de su reclutamiento y estructura poblacional. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 318 pp.
- Ehrlich M & J Ciechowski. 1994.** Reseña sobre la distribución de huevos y larvas de merluza (*Merluccius hubbsi*) basada en veinte años de investigaciones. Frente Marítimo 15(A): 37-50.
- Lindau R. 2001.** Climate atlas of the Atlantic Ocean, 514 pp. Springer-Verlag, Berlin.
- Louge E & E Christiansen. 1992.** Dinámica reproductiva de la merluza *Merluccius hubbsi* Marini, 1933 durante su concentración estival de 1988 en la costa de Argentina. Biología Pesquera 21: 3-12.
- Louge E, R Reta & B Santos. 2002.** Variaciones interanuales de la temperatura y salinidad en el área sur de distribución de *Merluccius hubbsi* (41-48° S) durante julio-septiembre (1999-2001) y su relación con la distribución del efectivo. Informe Técnico Interno, DNI-INIDEP 101: 1-18.
- Macchi G & M Pájaro. 2005.** Distribución espacial, estructuras de tallas y longitud de primera madurez de la merluza (*Merluccius hubbsi*) en el área de desove patagónica durante la temporada reproductiva 2004-2005. Informe Técnico Interno, DNI-INIDEP 46: 1-15.
- Macchi G, M Pájaro, B Santos & E Louge. 2006.** Variación espacial de los cardúmenes desovantes de merluza (*Merluccius hubbsi*) en el área norpatagónica entre 1995 y 2006. Su relación con la temperatura. Informe Técnico Interno, DNI-INIDEP 60: 1-12.
- Macchi G, M Pájaro & C Dato. 2007.** Spatial variations of the Argentine hake (*Merluccius hubbsi* (Marini, 1933)) spawning shoals in the Patagonian area during a reproductive season. Revista de Biología Marina y Oceanografía 42(3): 345-356.
- Martínez-Avellaneda N. 2005.** Ciclo anual y variabilidad de baja frecuencia de la temperatura superficial del mar en el Océano Atlántico Sudoccidental. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 133 pp.
- McCullagh P & JA Nelder. 1989.** Generalized linear models, 511 pp. Chapman and Hall, London.
- Pájaro M, G Macchi & P Martos. 2005.** Reproductive pattern of Patagonian stock of Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). Fisheries Research 72: 97-108.
- Pérez-Comas JA. 1990.** Biology and distribution of the Argentine hake (*Merluccius hubbsi*). Considerations on its stock structure. Migrations and dynamics of its nursery ground at San Jorge Gulf (Argentina). Master Thesis, University of Washington, Seattle, 179 pp.
- Piola A & A Rivas. 1997.** Corrientes en la Plataforma continental. En: Boschi EE (ed). El Mar Argentino y sus recursos pesqueros 1: 119-132. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Mar del Plata.
- Podestá GP. 1990.** Migratory pattern of Argentine Hake *Merluccius hubbsi* and oceanic processes in the Southwestern Atlantic Ocean. Fishery Bulletin 88: 167-177.
- Podestá GP, OB Brown & RH Evans. 1991.** The annual cycle of satellite-derived sea surface temperature in the Southwestern Atlantic Ocean. Journal of Climate 4: 457-467.
- Provost C, O García & V Garçon. 1992.** Analysis of satellite sea surface temperature time series in the Brazil-Malvinas Current Confluence Region: Dominance of the annual and semiannual periods. Journal of Geophysical Research 97: 17.841-17.858.
- Renzi M, B Santos & M Simonazzi. 2003.** Estructura por edad y sexo de la población de merluza. Informe Técnico, INIDEP 51: 57-76.
- Rivas AL & AR Piola. 2002.** Vertical stratification at the shelf off northern Patagonia. Continental Shelf Research 22: 1549-1558.
- Sabatini M. 2004.** Características ambientales, reproducción y alimentación de la merluza (*Merluccius hubbsi*) y la anchoíta (*Engraulis anchoíta*) en su hábitat reproductivo patagónico. Síntesis y Perspectivas. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero 16: 5-25.
- Samper-Calvete FJ & J Carrera-Ramírez. 1990.** Geoestadística. Aplicaciones a la hidrología subterránea, 484 pp. Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, Barcelona.
- Sánchez F & S García de la Rosa. 1999.** Alimentación de (*Merluccius hubbsi*) e impacto del canibalismo en la región comprendida entre 34°50' -47°S del atlántico Sudoccidental. Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero 12: 77-93.
- Sigaev IK. 1996.** Ecological conditions of silver hake concentration on the Scotian shelf area. NAFO Science Council Studies 24: 109-124.
- Simonazzi M. 2003.** Relación largo-peso y largo-edad de primera madurez sexual de la merluza. Informe Técnico INIDEP 51: 11-26.
- Villarino MF & A Giussi. 1992.** Distribución geográfica por grupos de edad de la merluza común (*Merluccius hubbsi*) durante 1982 en el Mar Argentino entre los 35°-47°S. Boletín del Instituto Español Oceanografía 8(2): 339-353.
- Zar HJ. 1996.** Biostatistical analysis, 662 pp. Prentice Hall, Upper Saddle River.