

Research Article

Caracterización de agregaciones de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) en la zona centro-sur de Chile

Dante Queirolo, Víctor Zamora, Carlos Hurtado, Ivonne Montenegro, Teófilo Melo, José Merino, Erick Gaete & Roberto Escobar

Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Casilla 1020, Valparaíso, Chile

RESUMEN. Se realizó la caracterización mensual de las agregaciones de merluza de cola usando registros acústicos obtenidos por equipos SIMRAD EK60 y ES60 a bordo de tres embarcaciones multipropósito que operaron en la Unidad de Pesquería Centro-Sur durante el año 2003, para lo cual se emplearon descriptores morfológicos y batimétricos. En cuanto a su morfología, las agregaciones mostraron una amplia variabilidad, explicada por su nivel de cohesión y tendencia a formar agregaciones de gran extensión horizontal, mientras que batimétricamente se determinó que el 90% de éstas se ubicaron preferentemente entre 300 y 450 m. Existe evidencia de asociación entre diversos descriptores y estos a su vez con otros factores como talla media, temperatura del agua, latitud y mes, lo que permite describir apropiadamente la forma de las agregaciones y su ubicación en la columna de agua. Algunas relaciones relevantes corresponden a: profundidad de las agregaciones respecto a la profundidad del fondo ($r = 0,55$), altitud de las agregaciones respecto a la profundidad del fondo ($r = 0,72$), altitud de las agregaciones respecto al índice de profundidad relativa ($r = -0,98$) y profundidad de las agregaciones respecto a la talla media ($r = 0,66$).

Palabras clave: agregaciones, descriptores morfológicos, descriptores batimétricos, merluza de cola, *Macruronus magellanicus*, Chile.

Characterization of Chilean hoki (*Macruronus magellanicus*) aggregations off central-southern Chile

ABSTRACT. A monthly characterization of Chilean hoki aggregations was done using acoustic records obtained with SIMRAD EK60 and ES60 devices aboard three multipurpose vessels that operated in the central-southern fishery unit during 2003; this considered morphological and bathymetric descriptors. The wide morphological variation of the aggregations was explained by their cohesion level and tendency to form large horizontal aggregations whereas, bathymetrically, 90% of the aggregations were located between 300 and 450 m. Evidence of associations between various descriptors was found, and these were, in turn, associated with other factors such as mean size, water temperature, latitude, and month, allowing an adequate description of the shape of the aggregations and their location in the water column. The relevant relationships were: aggregation depth with regard to bottom depth ($r = 0.55$), aggregation altitude with regard to bottom depth ($r = 0.72$), aggregation altitude with respect to the relative depth index ($r = -0.98$), and aggregation depth with respect to mean size ($r = 0.66$).

Keywords: aggregations, morphological descriptors, bathymetric descriptors, Chilean hoki, *Macruronus magellanicus*, Chile.

INTRODUCCIÓN

La merluza de cola (*Macruronus magellanicus* Lönnberg, 1907) es una especie euribática gadiforme que habita en aguas de los océanos Pacífico y Atlántico (Aguayo, 1974). En Chile se distribuye desde Coquimbo (30°S) al extremo sur, y desde la costa hasta las 200 mn, incluyendo el área cercana al archipiélago de Juan Fernández. Entre las regiones de Valparaíso (32°10'S) y de la Araucanía (39°23'S) la merluza de cola se distribuye en la plataforma y talud continental en profundidades comprendidas entre 20 y 700 m, mientras que hacia el sur se distribuye entre 100 y 600 m (SUBPESCA, 2006). Esta especie presenta un comportamiento de características pelágicas en ejemplares juveniles, a diferencia de su fase adulta donde presenta hábitos demersales (Lillo *et al.*, 2000).

La pesquería de este recurso se realiza en dos unidades de pesquería; la Demersal-Austral (PDA) y la Centro-Sur (PCS). En la PDA su extracción la realiza la flota arrastrera con desembarques que han fluctuado principalmente entre 15.000 y 47.000 ton en la última década. En la PCS en tanto, hasta el año 2000 su extracción la realizó principalmente la flota cerquera sobre agregaciones juveniles del stock, sin embargo, en el período 2001-2004 este recurso presentó un comportamiento mayoritariamente demersal, operando sobre él la flota arrastrera (SUBPESCA, 2004) con desembarques que fluctuaron entre 23.000 y 136.000 toneladas (SERNA PESCA, 2005).

Respecto al equipamiento para la detección del recurso, tanto la flota cerquera como arrastrera en la Unidad de Pesquería Centro-Sur disponen de ecosondas que pueden ser satisfactoriamente empleados con fines de investigación científica, entre los que destaca su uso para la estimación de biomasa y la caracterización de agregaciones mediante descriptores batimétricos y morfológicos conforme lo indicado por Scalabrin (1997). En este sentido, el presente trabajo busca caracterizar las agregaciones de merluza de cola en la PCS, utilizando descriptores estimados a partir de observaciones acústicas registradas durante faenas de búsqueda y captura del recurso.

MATERIALES Y MÉTODOS

La recopilación de la información se efectuó durante salidas de pesca comercial realizadas por tres embarcaciones multipropósito que operaron entre febrero y diciembre de 2003 en el área comprendida entre 35°00'S y 41°30'S. El equipamiento acústico correspondió a ecosondas SIMRAD modelos EK60 y ES60 con transductores ES38B de 38 kHz de haz dividido,

ángulo nominal del haz de 6,8°, potencia de 2,5 kW, longitud del pulso 1 ms, tasa de muestreo de 1 ping/s y sensor magnético de inclinación vertical y horizontal, los cuales fueron calibrados según el procedimiento estándar recomendado por SIMRAD (2003). Se programó el almacenamiento de los ecogramas acústicos en formato digital en un computador conectado a la red interna de cada embarcación, los cuales fueron procesados mediante la utilización del software Engauge Digitizer 4.0. El proceso se basó en el ingreso del sistema de referencia asociado a cada ecograma, que corresponde a sus coordenadas de latitud, longitud y profundidad, a partir de lo cual se establecieron las dimensiones características de las agregaciones y su ubicación relativa en la columna de agua. Debido a las dimensiones de las agregaciones detectadas, no se consideraron correcciones por efecto del ángulo del haz acústico, estimándose un error inferior al 10% en longitud.

Para la identificación del recurso objetivo, se realizaron lances de pesca con redes de arrastre de mediana de cuatro paneles con longitudes de relinga total entre 900 y 1.050 m, empleando tamaños de malla de 100 mm en el túnel y copo. En cada lance se realizó un muestreo de longitud total a un número mínimo de 100 ejemplares, lo que permitió verificar la presencia del recurso y caracterizar su composición en términos de estructuras de talla. Junto con la captura, se registró la temperatura del agua en la relinga superior de la red, posición geográfica del lance, fecha, velocidad de arrastre y profundidad media de la red.

Para caracterizar las agregaciones de merluza de cola se utilizaron descriptores de dos tipos; a) morfológicos, que permiten explicar el tamaño y forma de las agregaciones, y b) batimétricos, que definen la posición de las agregaciones en la columna de agua (Scalabrin & Massé, 1993; Freón *et al.*, 1993). Los descriptores morfológicos correspondieron a longitud (L), altura (H), elongación (E) y área transversal (A), mientras que los de tipo batimétrico fueron la profundidad de la agregación (P), profundidad del fondo (PF), profundidad relativa (PR) y altitud (ALT) (Fig. 1).

En base a la información obtenida, el análisis de las agregaciones se realizó en forma mensual, permitiendo de este modo la búsqueda de características o patrones estacionales del recurso. Para mejorar la explicación de la varianza total de los descriptores, se incluyó las variables talla (longitud total), temperatura del agua, latitud y mes. En particular, la definición de los descriptores morfológicos fue la siguiente:

a) Longitud (L): longitud o extensión máxima de la agregación (m).

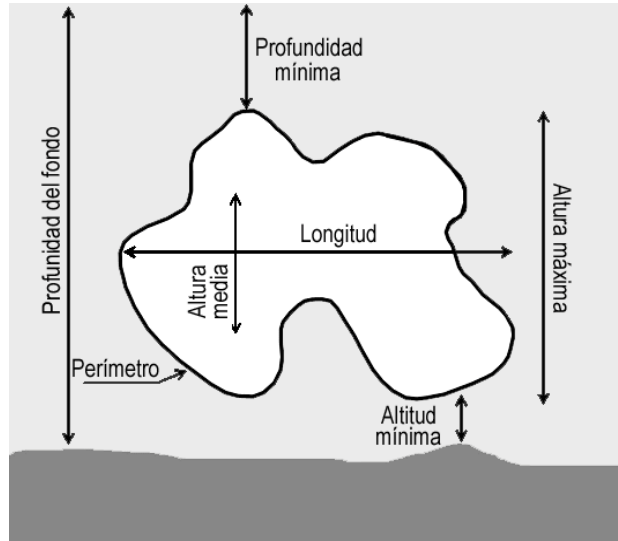


Figura 1. Descriptores morfológicos y batimétricos. Adaptado de Bahri & Freón (2000).

Figure 1. Morphological and bathymetric descriptors. Adapted from Bahri & Freón (2000).

b) Altura (H): altura promedio de la agregación (m) en secciones verticales discretas determinadas cada 12 m de separación horizontal.

c) Elongación (E): relación entre la longitud máxima (L) y la altura promedio de la agregación (H), donde valores elevados se asocian a agregaciones de forma elíptica, mientras que valores menores se asocian a agregaciones de forma circular.

$$E = \frac{H}{L}$$

d) Área (A): área de la sección transversal de la agregación (m²), definida como la sumatoria de las áreas de las secciones verticales registradas entre pulsos de separación horizontal (S_h).

$$A = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \frac{(H_i + H_{i+1})}{2} \cdot S_h$$

Por su parte, los descriptores batimétricos se definen de la siguiente manera:

a) Profundidad (P): profundidad promedio de la agregación (m) en la columna de agua, considerada desde la superficie hasta su posición vertical central, determinada a partir de la profundidad del fondo (PF), la altitud (ALT) y altura promedio (H) de la agregación.

$$P = PF - \left(ALT + \frac{1}{2} H \right)$$

b) Profundidad del fondo (PF): profundidad promedio del fondo marino en el trayecto horizontal donde se distribuye la agregación (m).

c) Profundidad relativa (PR): posición relativa de la agregación con respecto a la profundidad del fondo, definida como:

$$PR = \frac{P}{PF}$$

donde valores de PR cercanos a 1 indican que la agregación se encuentra más próxima al fondo marino.

d) Altitud (ALT): distancia mínima de la agregación (m) medida entre el fondo y su límite batimétrico inferior.

Dada la relevancia de la variable día-noche en el comportamiento de diversas especies demersales, se realizó el análisis no paramétrico de Kolmogorov-Smirnov (K-S) para comparar las distribuciones de los registros morfológicos y batimétricos de las agregaciones en función a esta variable. Por otra parte, para establecer el nivel de asociación lineal entre pares de variables batimétricas y morfológicas se realizó un análisis de correlación, determinándose en cada caso la significancia estadística de las asociaciones ($\alpha < 0,01$), siendo la hipótesis nula que el coeficiente de correlación lineal es igual a cero ($H_0: \rho = 0$). Si el estadístico de contraste p determinado a partir del coeficiente de correlación lineal r y el tamaño de la muestra n es menor que α , se rechaza la hipótesis nula al nivel de significancia α . En este análisis se incorporaron las variables talla media (TALLA), temperatura (TEMP), latitud (LATITUD) y mes (MES) de los lances de arrastre, las cuales permiten relacionar la forma y posición de las agregaciones con respecto a un parámetro biológico, a una característica ambiental y a la distribución espacial y temporal, respectivamente.

Posteriormente, se realizó un análisis factorial de componentes principales para representar las variables en un espacio factorial de pequeña dimensión y así poder obtener un número menor de variables no correlacionadas como combinación lineal de las variables originales y explicar un nivel aceptable de su varianza (Pérez, 2004). Se empleó el método de rotación ortogonal (VARIMAX) el cual permite redistribuir la varianza de los primeros factores a los últimos obteniendo un patrón de factores simple y significativo. Se

utilizó el índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) como medida de suficiencia de muestreo (MSA), considerando que un valor superior a 0,6 es recomendado para la aplicación de un análisis factorial (Hair *et al.*, 1999). Los análisis estadísticos se realizaron empleando el software SPSS® versión 10.0.

RESULTADOS

Se realizaron 63 salidas de pesca comercial destinadas a la búsqueda, detección y captura de merluza de cola, mediante lo cual se identificaron y procesaron 440 registros acústicos de sus agregaciones. Se efectuaron 246 lances de identificación para comprobar la validez de dichos registros, lográndose 217 lances exitosos. En términos generales, la captura estuvo compuesta por un 95,4% de merluza de cola, 4,1% de jibia (*Dosidicus gigas*) y 0,5% de merluza austral (*Merluccius australis*), demostrando la característica mono-específica de las agregaciones. A partir del muestreo de longitud total de 32.872 ejemplares, se observó que presentó una distribución de talla unimodal, con longitudes totales que fluctuaron entre 45 y 100 cm. Las tallas medias observadas fluctuaron entre 68,7 y 77,3 cm en diciembre y abril, respectivamente (Fig. 2).

El *p*-valor asociado al estadístico de contraste del análisis K-S fue mayor a 0,05 para todos los descriptores morfológicos y batimétricos analizados respecto a su variación día-noche, lo cual determinó la no existencia de diferencias significativas entre las características y ubicación relativa de las agregaciones. De este modo, se realizó el análisis conjunto de la información en forma independiente a esta variable.

Descriptores morfológicos

Los descriptores morfológicos muestran que las agregaciones poseen gran variabilidad en su forma, observándose un amplio rango de dimensiones en longitud y altura, influyendo también sobre la elongación y el área de las agregaciones. En términos generales, la longitud (L) fluctuó entre 38 y 10.379 m, con mayor frecuencia relativa (70%) de agregaciones menores a 2.500 m (Tabla 1, Fig. 3a), presentando una disminución sostenida desde febrero (1.988,7 m) a mayo (963,9 m), para luego aumentar a longitudes en torno a 2.200 m en los meses restantes. Por su parte, la altura (H) fluctuó entre 4 y 159 m durante el año, observándose que el 78% de las agregaciones presentaron una altura que varió entre 20 y 70 m (Fig. 3b). Se observó también que las agregaciones presentaron una tendencia de alturas mayores en el primer semestre respecto a las del segundo semestre (Tabla 1).

Como consecuencia de lo anterior, la elongación (E) presentó magnitudes mayores entre febrero y junio, alcanzando un máximo de 417,5 en diciembre. No obstante lo anterior, el 80% de las agregaciones presentó una elongación inferior a 70, o sea, que la longitud de éstas fue 70 veces su altura (Fig. 3c). Además, se observó que la elongación media mensual más baja se registró en mayo, concordando con la disminución en la longitud máxima registrada en dicho mes (Tabla 1). El área transversal también presentó gran variabilidad, fluctuando entre 960 y 496.000 m², estimándose en términos relativos que el 70% de las agregaciones presentaron un área inferior a 125.000 m² (Fig. 3d). De acuerdo a la variación mensual, se puede apreciar que las de mayores áreas las agregaciones se registraron en febrero-abril y noviembre-diciembre, superando en estos meses los 400.000 m² (Tabla 1).

Descriptores batimétricos

Los descriptores batimétricos permitieron identificar la distribución de las agregaciones de merluza de cola en la columna de agua, las que se encontraron entre 187 y 536 m. En términos de variación mensual, se determinó que la profundidad media de las agregaciones fluctuó entre 330 m (septiembre) y 462 m (junio), sin establecerse una tendencia temporal de esta variable (Tabla 2). No obstante lo anterior, se encontró una marcada preferencia en su distribución vertical entre 300 y 450 m, rango en que se observó más del 90% de las agregaciones (Fig. 4a). La profundidad del fondo asociada a la presencia del recurso se encontró entre 202 y 772 m, lo que en términos del valor central permitió identificar una mayor frecuencia (90%) en fondos entre 350 y 600 m (Fig. 4b).

Al analizar el índice de profundidad relativa de las agregaciones (PR), se determinó que entre febrero y abril el recurso se ubicó a una profundidad equivalente al 77% de la profundidad del fondo, mientras que entre mayo y diciembre se ubicó en torno al 85% (Tabla 2). La mayoría de las agregaciones observadas (85%) se localizó a una profundidad que fluctuó entre el 70 y 95% de la profundidad del fondo (Fig. 4c). En forma complementaria, la altitud (ALT) permitió apreciar que a medida que aumentó el índice de profundidad relativa, este descriptor disminuye, constataándose que las agregaciones en este caso se encuentran más próximas al fondo marino. En términos independientes al mes, se encontró que las agregaciones se ubicaron en promedio entre 18,9 y 97,6 m sobre el fondo. A medida que la profundidad del fondo aumentó, las agregaciones presentaron mayor altitud (Tabla 2). Además, el 85% de las agregaciones presentó una altitud inferior a 100 m (Fig. 4d).

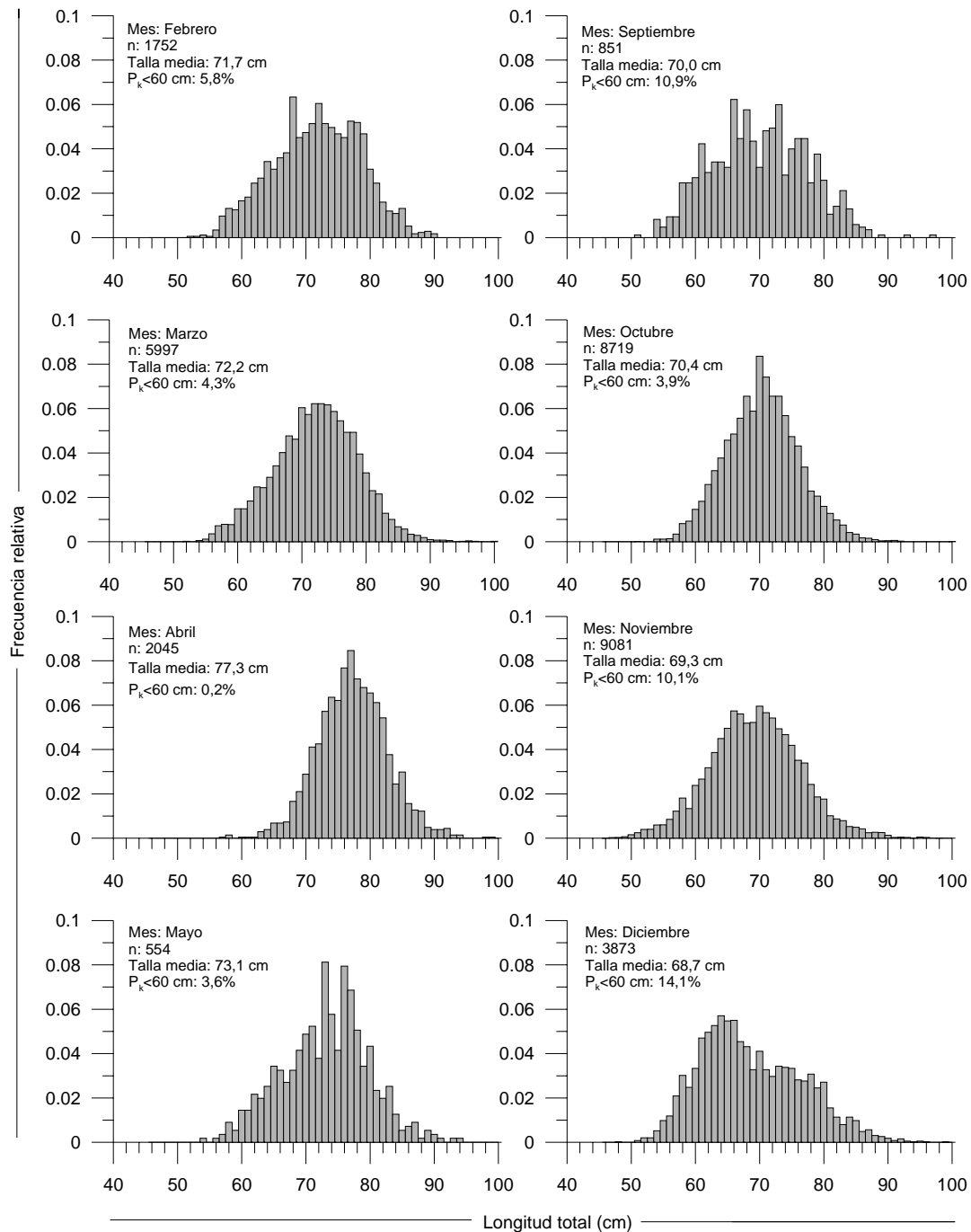


Figura 2. Distribución de frecuencia mensual de la longitud total de merluza de cola.

Figure 2. Monthly frequency distribution of the total length of Chilean hoki.

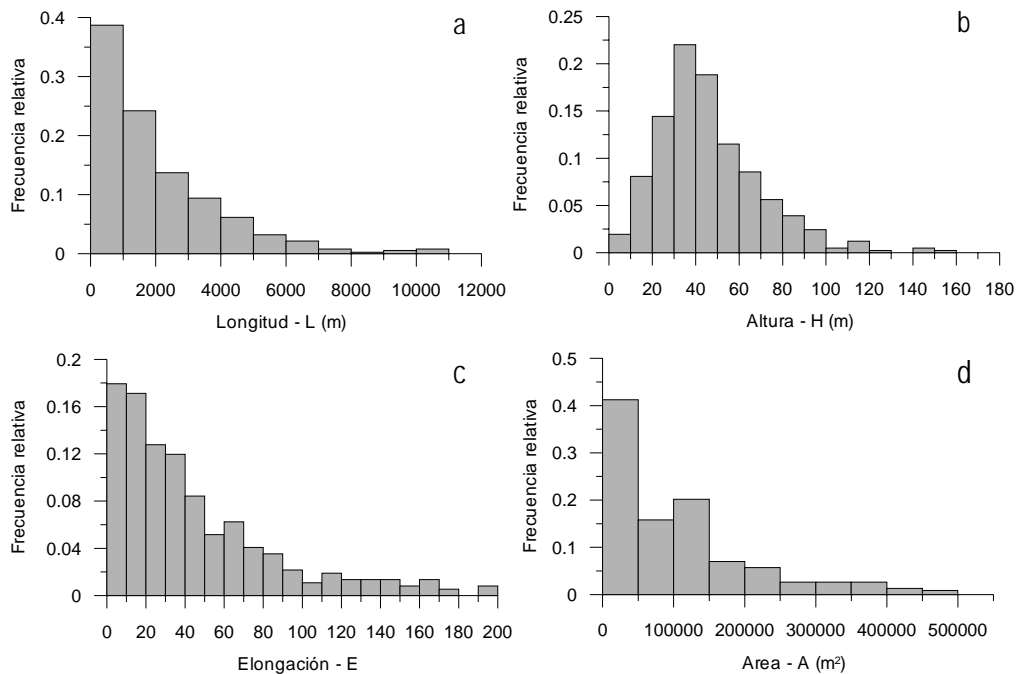
Análisis de correlación y de componentes principales

El análisis de correlación permitió establecer la existencia de múltiples asociaciones entre las variables, tales como profundidad de la agregación y profundidad del fondo ($r = 0,55$; Fig. 5a), altitud y profundidad

del fondo ($r = 0,72$; Fig. 5b), índice de profundidad relativa y altitud ($r = -0,98$; Fig. 5c), y talla media y profundidad de la agregación ($r = 0,66$; Fig. 5d) (Tabla 3). En la aplicación preliminar del análisis de componentes principales (ACP) se utilizaron todas las variables originales como activas, entregando un total de

Tabla 1. Valores mínimos, máximos y promedio mensuales de los descriptores morfológicos de agregaciones de merluza de cola.**Table 1.** Monthly minimum, maximum and mean of the morphological descriptors of Chilean hoki aggregations.

Descriptor	Datos	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Longitud (m)	Mínima	718	38	109	112	1.574	889	148	65	82	74
	Media	1.989	1.883	1.506	964	2.454	2.811	1.902	1.648	2.174	2.459
	Máxima	5.260	6.299	5.184	4.253	3.334	4.611	5.149	10.379	10.061	8.872
Altura (m)	Mínima	41,3	10,0	17,5	33,0	70,5	12,0	4,0	10,0	7,5	15,0
	Media	67,1	50,0	66,0	83,7	75,3	46,0	36,0	39,7	43,8	41,5
	Máxima	87,6	150,0	119,2	159,0	80,0	86,0	77,0	99,4	115,0	127,0
Elongación	Mínima	9,8	1,5	3,1	2,1	19,7	18,5	5,9	3,2	4,7	2,4
	Media	29,4	40,7	23,3	14,1	33,5	77,9	66,8	41,2	49,6	66,0
	Máxima	60,1	142,1	75,7	53,3	47,3	168,5	204,5	269,6	198,0	417,5
Area (m ²)	Mínima	28.424	960	2.722	6.240	124.302	10.859	1.432	1.297	4.227	1.300
	Media	141.289	94.828	112.693	95.310	181.776	127.448	69.973	53.646	124.169	149.788
	Máxima	472.059	419.447	438.249	381.200	239.250	224.684	314.474	186.020	619.500	437.963
N° de agregaciones	n	10	85	45	10	2	13	24	71	114	66

**Figura 3.** Frecuencia relativa de los descriptores morfológicos de las agregaciones; a) longitud, b) altura, c) elongación, y d) área.**Figure 3.** Relative frequency of the morphological descriptors of the aggregations: a) length, b) height, c) elongation, and d) area.

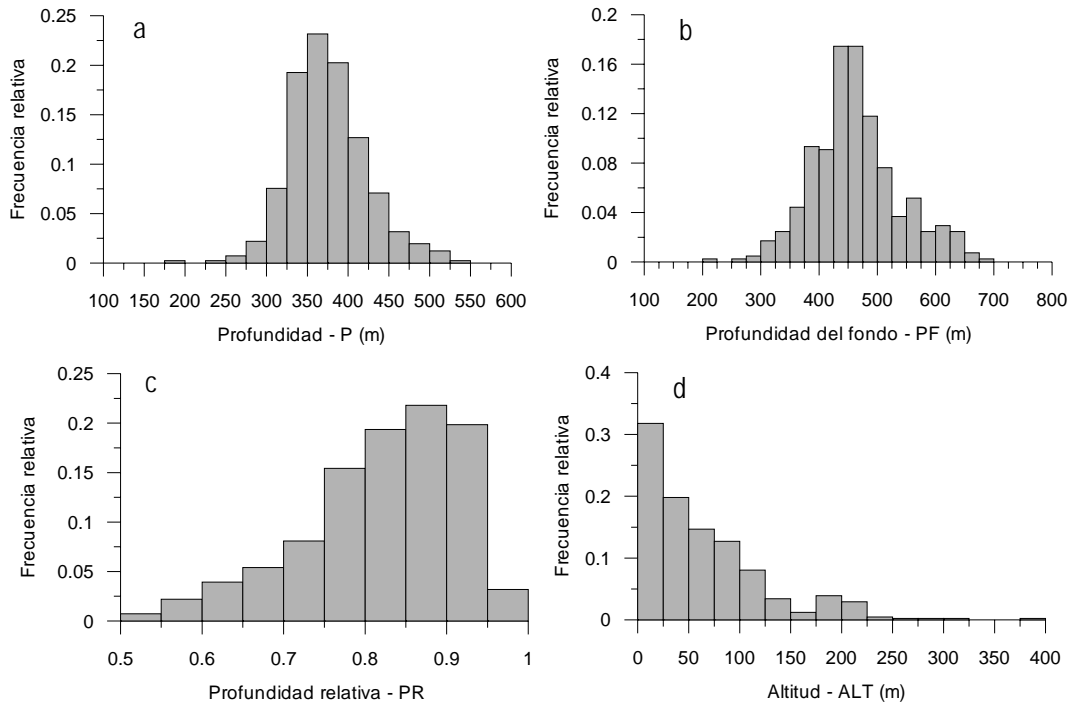


Figura 4. Frecuencia relativa de los descriptores batimétricos de las agregaciones; a) profundidad, b) profundidad del fondo, c) profundidad relativa, y d) altitud.

Figure 4. Relative frequency of the bathymetric descriptors of the aggregations: a) depth, b) bottom depth, c) relative depth, and d) altitude.

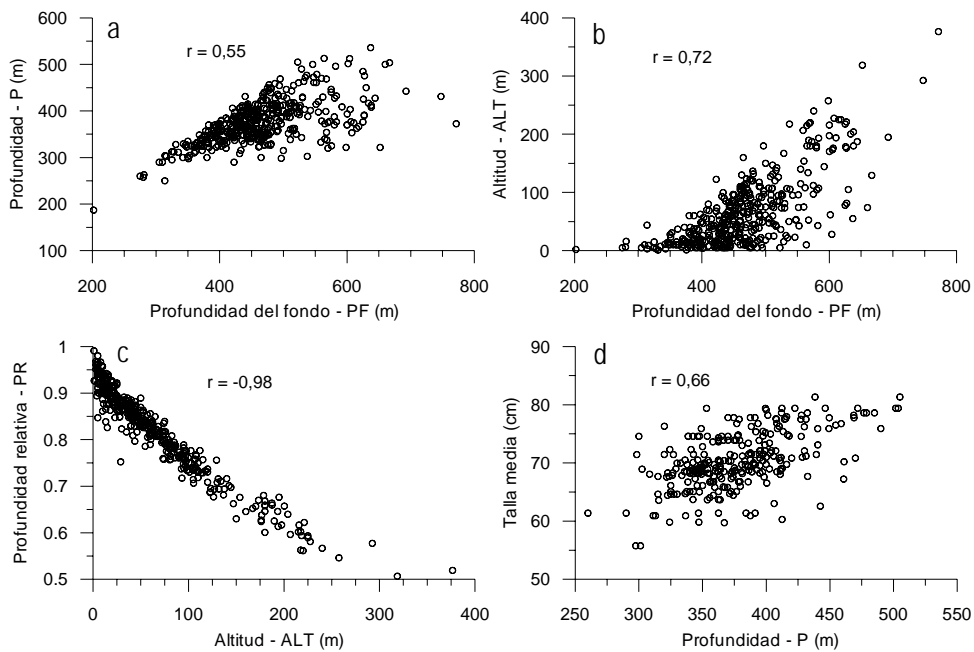


Figura 5. Asociaciones entre variables; a) profundidad de la agregación y profundidad del fondo, b) altitud y profundidad del fondo, c) índice de profundidad relativa y altitud, y d) talla media y profundidad de la agregación.

Figure 5. Associations between variables: a) aggregation depth and bottom depth, b) altitude and bottom depth, c) relative depth index and altitude, and d) mean size and aggregation depth.

Tabla 2. Valores mínimos, máximos y promedio mensuales de los descriptores batimétricos de agregaciones de merluza de cola.**Table 2.** Monthly minimum, maximum and mean of the bathymetrical descriptors of Chilean hoki aggregations.

Descriptor	Datos	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Profundidad (m)	Mínima	348	290	320	258	424	290	187	320	260	315
	Media	377	363	421	381	462	376	330	390	360	394
	Máxima	416	476	504	513	500	497	445	470	433	536
Fondo (m)	Mínima	385	310	445	280	473	328	202	387	275	348
	Media	506	467	552	442	567	422	367	488	454	452
	Máxima	606	630	748	564	660	582	477	693	772	637
Profundidad relativa	Mínima	0,63	0,58	0,56	0,75	0,76	0,69	0,76	0,55	0,51	0,57
	Media	0,76	0,78	0,77	0,86	0,83	0,89	0,90	0,81	0,82	0,88
	Máxima	0,90	0,96	0,94	0,92	0,90	0,97	0,99	0,94	1,35	0,97
Altitud (m)	Mínima	17	10	10	5	14	1	1	5	5	5
	Media	94	80	98	19	44	23	19	78	72	37
	Máxima	176	228	293	44	74	123	81	258	377	240
N° de agregaciones	n	10	85	45	10	2	13	24	71	114	66

Tabla 3. Matriz de correlaciones entre factores usados en el análisis (* $p < 0,1$ y ** $p < 0,05$). TEMP: temperatura del agua, L: longitud, H: altura, E: elongación, A: área, P: profundidad, PF: profundidad del fondo, PR: profundidad relativa, ALT: altitud.**Table 3.** Correlation matrix between factors used in the analysis (* $p < 0.1$ and ** $p < 0.05$). TEMP: water temperature, L: length, H: height, E: elongation, A: area, P: depth, PF: bottom depth, PR: relative depth, ALT: altitude.

Variable	Latitud	Mes	Temp	Talla	L	H	E	A	P	PF	PR	ALT
Latitud	--											
Mes	0,606**	--										
Temp	0,517**	0,571**	--									
Talla	-0,656**	-0,432**	-0,531**	--								
L	-0,144*	0,132*	0,055	-0,061	--							
H	-0,419**	-0,326**	-0,283**	0,464**	0,123	--						
E	0,021	0,237**	0,187**	-0,148*	0,864**	-0,181**	--					
A	-0,236**	-0,023	-0,083	0,062	0,878**	0,443**	0,548**	--				
P	-0,516**	-0,188**	-0,385**	0,654**	0,097	0,434**	-0,036	0,188**	--			
PF	-0,448**	-0,328**	-0,416**	0,574**	-0,095	0,414**	-0,128*	0,011	0,552**	--		
PR	0,099	0,267**	0,169*	-0,105	0,201**	-0,087	0,125	0,155*	0,226**	-0,675**	--	
ALT	-0,084	-0,204**	-0,169*	0,127	-0,209**	0,004	-0,098	-0,201**	-0,162*	0,721**	-0,979**	--

tres componentes que explicaron un 74,7% de la variabilidad, siendo el valor de la medida de suficiencia de muestreo (MSA) igual a 0,507, considerado insuficiente para la aplicación de un análisis factorial. Por lo tanto, mediante la eliminación y posterior incorporación de cada variable original, el mejor valor de MSA se logró con la exclusión de las variables batimétricas profundidad relativa y altitud, obteniéndose un valor de MSA de 0,605. De este modo se determinó que las variables en conjunto se encuentran significativamente correlacionadas y, por lo tanto, existe un ajuste apropiado de los datos a un modelo de análisis factorial. Luego, el análisis de componentes principales identificó tres componentes que en conjunto explicaron el 75,0% de la variabilidad total. El componente 1 compuesto por la profundidad del fondo, talla, profundidad de la agregación y la altura media de la agregación, explicó el 27,4% de la variabilidad total. El componente 2 compuesto por la elongación, área y longitud, explicó el 26,1% de la variabilidad total, mientras que el componente 3 compuesto por latitud, mes y temperatura, explicó el 21,5% de la variabilidad total (Tabla 4).

Tabla 4. Variables extraídas a partir del análisis multivariado de componentes principales (ACP). TEMP: temperatura del agua, L: longitud, H: altura, E: elongación, A: área, P: profundidad, PF: profundidad del fondo, PR: profundidad relativa, ALT: altitud, PV: porcentaje de variable explicada, PA: porcentaje acumulado.

Table 4. Extracted variables from the multivariate principal component analysis (ACP). TEMP: water temperature, L: length, H: height, E: elongation, A: area, P: depth, PF: bottom depth, PR: relative depth, ALT: altitude, PV: percentage of explained variance, PA: accumulated percentage.

Variable	Componente 1	Componente 2	Componente 3
Latitud			0,679
Mes			0,908
Temp			0,742
Talla	0,755		
L		0,994	
H	0,644		
E		0,855	
A		0,893	
P	0,869		
PF	0,766		
PV	27,4%	26,1%	21,5%
PA	27,4%	53,5%	75,0%

DISCUSIÓN

El análisis de la información acústica registrada a bordo de las embarcaciones permitió caracterizar las agregaciones de merluza de cola, identificándose sus dimensiones y su distribución batimétrica en la columna de agua durante el período en estudio. Las agregaciones de merluza de cola presentaron un amplio rango de variabilidad en términos de su altura y longitud, hecho que determina diferencias en la magnitud del área transversal y la elongación. Lo anterior es coincidente con lo expuesto por Lillo *et al.* (2001) y Barbieri *et al.* (2003), quienes señalan el amplio rango de variabilidad de las agregaciones en términos de su geometría, debido a su nivel de cohesión y tendencia a formar agregaciones de gran extensión horizontal (estratos). Es importante señalar que la geometría de las agregaciones no determina por sí sola la biomasa del recurso, dado que esta variable se encuentra relacionada con el nivel de concentración o densidad de la especie; sin embargo, permite tener una visión del tipo de agregación y sus patrones de distribución espacial.

A partir del análisis batimétrico de las agregaciones, se determinó aquellos rangos de profundidad de mayor preferencia de la fracción demersal del stock, observándose que el 90% éstas se distribuyó entre 300 y 450 m. El recurso tiende a mantener un rango batimétrico en forma independiente de la profundidad del fondo marino, lo cual se refleja tanto en la altitud como en el índice de profundidad relativa, observándose que a medida que la profundidad del fondo aumenta el recurso mantiene su distribución en torno a 400 m, lo cual se asociaría principalmente a sus hábitos tróficos, tal como ha sido descrito para *Macruronus novazelandiae* por McClatchie *et al.* (2005). Además, se aprecia una estratificación a la talla de merluza de cola con respecto a la profundidad, encontrándose que los ejemplares de mayor tamaño se ubican en zonas más profundas, lo cual también fue descrito por Lillo *et al.* (2000), Melo *et al.* (2002) y Barbieri *et al.* (2003). Este patrón también se ha observado en *M. novazelandiae*, obteniéndose las mayores capturas entre 300 y 550 m de profundidad, con longitudes medias que se incrementan en profundidad desde 350 a 800 m (Livingston *et al.*, 2002).

Melo *et al.* (2004) señalan que merluza de cola se alimenta principalmente de peces teleósteos de las familias *Searciidae* y *Myctophidae* y en menor proporción de crustáceos (*Euphausia mucronata*, *Heterocarpus reedi*, Sergestidae), observándose diferencias en la importancia relativa de las presas durante el año, sin embargo el ítem principal no varía, correspondiente a peces teleósteos. Además, Melo *et al.* (2004) indican que no existen diferencias significativas en el

contenido estomacal entre día y noche, observándose que las presas están compuestas esencialmente por los mismos grupos mencionados. No obstante lo anterior, existiría una alternancia en las especies que componen la dieta, ya que en el día son más recurrentes los eufáusidos, sergéstidos y mictófidios, mientras que en la noche aumenta la participación de *H. reedi* y seársidos. Dichos resultados indicarían que la merluza de cola es una especie con hábitos de alimentación oportunista, característica que podría explicar sus patrones de comportamiento y agregación espacio-temporales.

Lo anterior se ve reforzado por el análisis de correlación, el cual permitió confirmar la existencia de asociaciones significativas entre variables, destacando la importancia relativa de la profundidad del fondo y la profundidad de las agregaciones, apreciándose asociaciones con variables morfológicas (altura y área), biológica (talla), ambiental (temperatura) y espacio-temporales (latitud y mes). Esto indicaría que los patrones de distribución de merluza de cola podrían ser efectivamente explicados con un seguimiento periódico de las agregaciones (i.e. mensual), contribuyendo a la comprensión de la dinámica del stock que pudiese estar fuertemente condicionada por sus hábitos de alimentación. Es importante destacar que el presente trabajo se encuentra restringido a la operación comercial de la flota, sin embargo un registro efectivo de las variables relevantes proporciona valiosa información del recurso, más aún en un período de gran abundancia de esta especie en la unidad de pesquería centro-sur. Se destaca también que el equipamiento acústico utilizado en este trabajo y disponible también en otras naves de la flota, permite efectuar estudios de esta naturaleza, ya que corresponden en su mayoría a equipos acústicos científicos o compatibles. McClatchie *et al.* (2005) señalan que la única manera de estudiar los movimientos de *M. novaezelandiae* consiste en obtener información estacional desde la flota comercial, lo cual puede ser también sugerido para la merluza de cola en Chile.

REFERENCIAS

- Aguayo, M. 1974. Estudio de la edad y crecimiento de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg, 1907). Invest. Pesq. (Chile), 19: 1-43.
- Bahri, T. & P. Freón. 2000. Spatial structure of coastal pelagic schools descriptors in the Mediterranean Sea. Fish. Res., 48: 157-166.
- Barbieri, M., S. Lillo, A. Saavedra, R. Céspedes, L. Adasme, V. Ojeda, A. López, L. Cid, P. Rojas, B. Menares & V. Catasti. 2003. Evaluación de reclutamiento de merluza de cola, año 2001. Inf. Téc. FIP-IT/2001-21: 186 pp.
- Freón, P., M. Soria, C. Mullon & F. Gerlotto. 1993. Diurnal variation in fish density estimate during acoustic surveys in relation to spatial distribution and avoidance reaction. Aquat. Liv. Res., 6: 221-234.
- Hair, J.F., R. Anderson, R. Tatham & W. Black. 1999. Análisis multivariante. Prentice Hall, Madrid, 799 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda & R. Vega. 2000. Evaluación directa de merluza de cola en la zona centro-sur, 1999. Inf. Téc. FIP-IT/99-06: 55 pp.
- Lillo, S., R. Céspedes, V. Ojeda & F. Balbontín. 2001. Evaluación acústica del stock desovante de merluza del sur en aguas exteriores. Inf. Téc. FIP-IT/2000-14: 108 pp.
- Livingston, M.E., B. Bull & D.W. Stevens. 2002. Migration patterns during the life-cycle of hoki (*Macruronus novaezelandiae*): an analysis of trawl survey data in New Zealand waters 1991-2002. Final Research Report for Ministry of Fisheries Research Project HOK2000/01, Objective 6.
- McClatchie, S., M. Pinkerton & M.E. Livingston. 2005. Relating the distribution of a semidemersal fish, *Macruronus novaezelandiae*, to their pelagic food supply. Deep-Sea Res., 52: 1489-1501.
- Melo, T., C. Hurtado, D. Queirolo, P. Rojas & J. Marabolí. 2002. Factibilidad técnica de desarrollar una pesquería de arrastre de mediagua de merluza de cola entre la VII y X Regiones. Estud. Doc. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 04/2002: 136 pp.
- Melo, T., P. Rojas, C. Hurtado, D. Queirolo, D. Cerda, A. Martínez, I. Montenegro, E. Gaete, B. Menares, G. Hidalgo, R. Escobar, G. Stack, F. Gallardo & V. Zamora. 2004. Evaluación de la interacción merluza de cola-merluza común con redes de arrastre de media agua en la pesquería centro-sur. Estud. Doc. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 18/2003: 104 pp.
- Pérez, C. 2004. Técnicas de análisis multivariante de datos. Aplicaciones con SPSS. Prentice Hall, Madrid, 672 pp.
- Scalabrin, C. 1997. Identification acoustique des espèces pélagiques à partir d'attributs discriminants des bancs de poissons monospécifiques. Thèse de Doctorat en Océanographie Biologique de l'Université de Bretagne Occidentale, 244 pp.
- Scalabrin, C. & J. Masse. 1993. Acoustic detection of spatial and temporal distribution of fish shoals in the Bay of Biscay. Aquat. Liv. Res., 6: 269-283.
- Servicio Nacional de Pesca (SERNAPESCA). 2005. Anuario estadístico de pesca 2005. Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. [www.sernapesca.cl/index.php?option=com_remository&Itemid=54&fun.=select&id=147]. Revised: February 2008.
- SIMRAD. 2003. Simrad EK60. Scientific Echo Sounder. Instruction Manual, 165 pp.

Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA). 2004. Cuota global anual de captura de merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), V-X y XI-XII Regiones, año 2005. Subsecretaría de Pesca, Valparaíso, Inf. Tec., 95: 24 pp.

Subsecretaría de Pesca (SUBPESCA). 2006. Ficha pesquera de merluza de cola. [www.subpesca.cl/mostrar_archivo.asp?id=4032]. Revised: October 2007.

Received: 10 March 2008; Accepted: 14 August 2008