



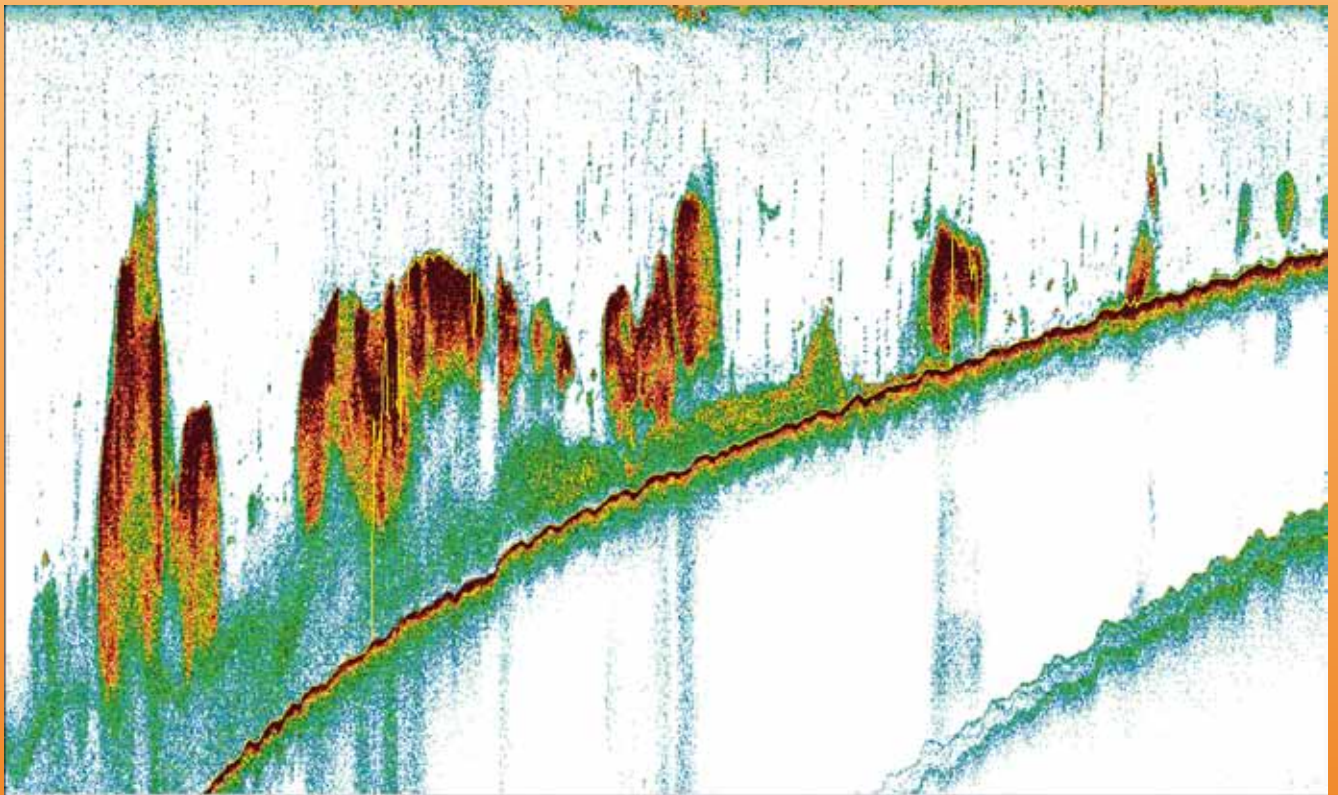
INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378 - 7702

Volumen 36 Números 1-2

Evaluación hidroacústica de la distribución y biomasa de recursos pelágicos frente a la costa peruana. Años 2002, 2003, 2004



DISTRIBUCIÓN Y BIOMASA DE ALGUNOS RECURSOS PELÁGICOS Y MESOPELÁGICOS PERUANOS EN PRIMAVERA 2004

DISTRIBUTION AND BIOMASS OF SOME PERUVIAN PELAGIC AND MESOPELAGIC RESOURCES DURING SPRING 2004

Mariano Gutiérrez¹

Salvador Peraltilla¹

Luis Vásquez²

Unidad de Tecnología de Detección UTD, Dirección de Investigaciones en Pesca y Desarrollo Tecnológico DIPDT

² Unidad de Oceanografía Física, Dirección de Investigaciones en Oceanografía, DIO.

RESUMEN

GUTIÉRREZ M, PERALTILLA S, VÁSQUEZ L. 2009. *Distribución y biomasa de algunos recursos pelágicos y mesopelágicos peruanos en primavera 2004*. *Inf Inst Mar Perú* 36(1-2): 65-80.- Se empleó el método de evaluación hidroacústica durante el crucero BIC Olaya 0411-12 realizado entre Punta Infiernillos (14°30'S) y Paita (5°00'S), hasta 60 mn de la costa. El muestreo se efectuó de acuerdo a la metodología establecida por el IMARPE, en 41 transectos y 72 lances de pesca. Se ejecutaron además perfiles hidrográficos en las secciones Pisco, Callao, Punta Bermejo, Chimbote, Pacasmayo, Punta Aguja y Paita, con la finalidad de proveer información para análisis de correlación recurso-ambiente. Al norte del Callao las condiciones fueron predominantemente cálidas; hacia el sur se apreciaron algunos núcleos con ligeras anomalías térmicas negativas y positivas. Las especies pelágicas evaluadas fueron: anchoveta (*Engraulis ringens*), distribuida en gran parte de la zona evaluada en áreas y núcleos costeros que mostraron cierta discontinuidad, especialmente en el norte; y la múnida (*Pleuroncodes monodon*), costera y continua desde Punta Infiernillos hasta Chérrepe. Las especies mesopelágicas evaluadas fueron: vinciguerría (*Vinciguerria lucetia*), con una distribución esporádica y limitada a las zonas al oeste de la plataforma continental; y calamar gigante (*Dosidicus gigas*), que tuvo una distribución discontinua, generalmente por fuera de las 25 mn de la costa. Otras especies evaluadas fueron las pelágicas costeras samasa (*Anchoa nasus*) y camotillo (*Normanichthys crockeri*), y el DEMERSAL bagre (*Galeichthys peruvianus*).

PALABRAS CLAVE: evaluación hidroacústica, recursos pelágicos y mesopelágicos, distribución, biomasa, primavera 2004.

ABSTRACT

GUTIÉRREZ M, PERALTILLA S, VÁSQUEZ L. 2009. *Distribution and biomass of some pelagic and mesopelagic Peruvian resources in spring 2004*. *Inf Inst Mar Peru* 36(1-2): 65-80.-The hydroacoustic assessment method was used during the BIC Olaya 0411-12 cruise carried out between Punta Infiernillos (14°30'S) and Paita (5°00'S), up to 60 nm off the coast. The sampling was conducted according to the methodology established by the IMARPE, realizing 41 transects and 72 hauls. Hydrographic profiles were implemented well in sections of Pisco, Callao, Punta Bermejo, Chimbote, Pacasmayo, Punta Aguja and Paita, in order to provide information of resource-environment correlation. North of Callao oceanographic conditions were predominantly warm; to the south, some light nuclei with negative and positive thermal anomalies were seen. Two main pelagic species were evaluated: Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*), distributed throughout the assessed area as coastal communities that showed some discontinuity, especially in the north, and múnida (*Pleuroncodes monodon*), coastal and continuous from Punta Infiernillos to Chérrepe. The mesopelagic species evaluated were: vinciguerría (*Vinciguerria lucetia*) with a sporadic and limited distribution to areas west of the continental shelf, and giant squid (*Dosidicus gigas*), which had a discontinuous distribution, generally outside the 25 nm off the coast. Other species tested were the coastal pelagic samasa (*Anchoa nasus*), and camotillo (*Normanichthys crockeri*) and the DEMERSAL catfish (*Galeichthys peruvianus*).

KEYWORDS: hydroacoustic assessment, pelagic and mesopelagic resources, distribution, biomass, spring 2004.

INTRODUCCIÓN

El Crucero de Evaluación Hidroacústica en primavera 2004, BIC Olaya 0411-12, se planificó y ejecutó con el objetivo de continuar el monitoreo de los recursos pelágicos y los mesopelágicos, y determinar sus variables poblacionales, distribución, abundancia, estadio reproductivo, régimen alimentario, edad, etc., con énfasis en la anchoveta, luego de la veda invernal 2004.

ANTECEDENTES.- El segundo semestre de 2004 estuvo caracterizado por cierta inestabilidad oceanográfica. En el invierno, desde agosto, el avance de ondas Kelvin hacia el Pacífico suroriental provo-

có un aumento moderado de las anomalías térmicas positivas, con acercamiento de aguas subtropicales superficiales (ASS) hacia la costa central, que variaron la dispersión normal de la anchoveta. Una manifestación clara de este calentamiento fue la masiva presencia de vinciguerría. En octubre, el crucero 0410, en la zona costera de Pimentel a Chimbote, halló anchoveta más al sur que durante el crucero de invierno y registró incremento en las anomalías positivas en áreas alejadas de la costa. A mediados de noviembre, el crucero oceanográfico 0411, comprobó otro aumento en las anomalías positivas así como una intromisión de aguas ecuatoriales superficiales (AES)

de norte a sur (IMARPE, Informes Ejecutivos de los Cruceros 0410 y 0411). Se estableció así la presencia de huevos y larvas de anchoveta, en vastas zonas, que fue indicio de un periodo reproductivo tardío, o bien una prolongación del mismo (A. PEREA, com. pers.).

La actividad pesquera se reinició en octubre con importantes desembarques, sobre todo en la costa central. El alto porcentaje de adultos de 2 y 3 años de edad en las primeras semanas de pesca, introdujo un factor adicional de estudio, pues este rango de tallas y edades estuvo poco representado en capturas anteriores a la veda invernal, lo cual fue un cambio drástico en el patrón

Tabla 1.- Parámetros y resultados de la calibración acústica de la ecosonda

Parámetros / Frecuencias kHz	38	120
Coefficiente de absorción dB/m	0,010	0,038
Velocidad del sonido (m/s)	1506	1506
Potencia de transmisión (W)	2000	1000
Ángulo equivalente (dB re 1 esteradian)	-20,50	-20,8
TS medido (dB)	-33,75	-41,90
TS nominal (esfera)	-33,60	-40,40
Ganancia SV (dB)	25,380	24,900
Ganancia TS (dB)	25,71	24,38
Profundidad de la esfera (m)	21,00	22,38
Longitud de onda (m)	0,0396	0,0126
Longitud de pulso (ms)	1,0	0,3
Ancho de banda (kHz)	3,8	12,0
Ángulo nominal (grados)	6,9	7,2
Ecogramas registrados	W,Q,E,TSW	W,Q,E,TSW
Tamaño de muestra ecograma Q (cm)	71,00	21,00
Tamaño de muestra ecograma W (cm)	10	3
Constante NASC (teórico) /NASC (medido)	0,98	1,00

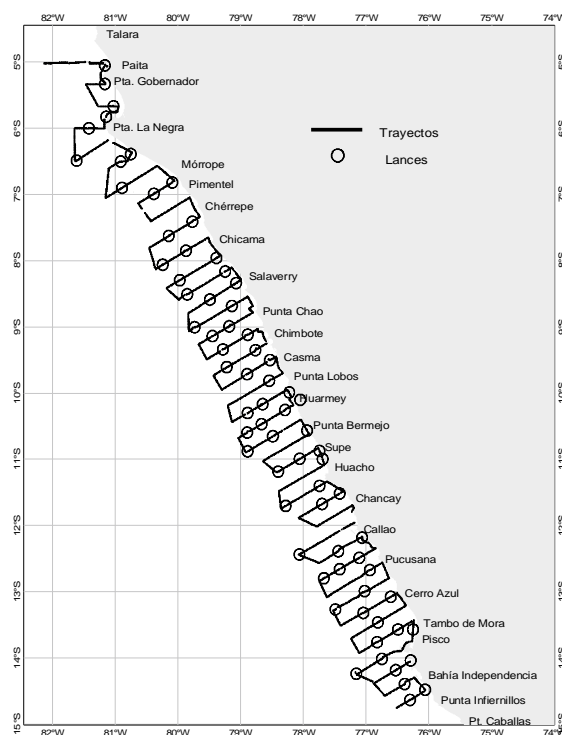


Figura 1.- Carta de trayectos y lances. Crucero BIC Olaya 0411-12

de distribución. Por lo tanto, considerando los tres cambios registrados: (1) calentamiento en la zona norte; (2) desórdenes en el patrón de distribución de huevos, larvas y juveniles; (3) las altas capturas obtenidas, resultó necesario efectuar un monitoreo multidisciplinario para establecer la magnitud de la variación poblacional sufrida por la anchoveta, como son la abundancia y distribución, aspectos esenciales para determinar las cuotas de captura de la siguiente temporada de pesca.

De esta manera se ejecutó el Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BIC Olaya 0411-12, ocasión que ha servido para continuar el monitoreo de la distribución y abundancia relativa de peces como samasa, bagre, camotillo, vinciguerra, crustáceos como múnida y moluscos como pota o calamar gigante.

MATERIAL Y MÉTODOS

DISEÑO DE LA PROSPECCIÓN.- Se siguió la metodología adoptada por el IMARPE (CASTILLO et al. 2009). La evaluación acústica de recursos pelágicos y mesopelágicos efectuada en la primavera de 2004

(Crucero BIC Olaya 0411-12) se llevó a cabo del 29 de noviembre al 21 de diciembre de 2004. Se realizó un rastreo acústico del área costera entre Punta Infiernillos (14°30'S) y Paita (5°S) a lo largo de transectos de 1 a 60 mn de extensión. La grilla de crucero y la ubicación de los lances de comprobación y para muestreo biológico se aprecian en la fig. 1. En total se muestrearon 2.759 UBM en 41 transectos. Se llevaron a cabo 72 lances de pesca dedicados a la identificación de especies y la colección de estructuras biológicas.

Instrumental oceanográfico.- Se utilizó un CTD para la medición de la temperatura y la salinidad en función a la profundidad en las estaciones y lugares donde se efectuaron calas, y se colectó muestras de agua en botellas Niskin para la determinación química del volumen de oxígeno disuelto.

Calibración.- La calibración acústica de la ecosonda se realizó con anterioridad al inicio del crucero, en la Isla San Lorenzo el 29 de noviembre, y sus resultados aparecen en la Tabla 1; este proceso se llevó a cabo según lo descrito por FOOTE et al. (1987) y MACLENNAN y SIMMONDS (1992).

Análisis de similitud de Smirnov-Kolmogorov.- La información sobre tallas por lances fue utilizada para determinar la estructura demográfica espacial de anchoveta. Para ello se utilizó el análisis de Smirnov-Kolmogorov, que compara las estructuras de tallas de dos muestras (lances de pesca) de la misma especie para determinar si pertenecen o no a la misma edad, grupo o cohorte (MACLENNAN y SIMMONDS 1992), ello requiere la asignación de un nivel de significancia. De este modo se compararon, uno a uno, los 41 lances positivos para anchoveta, a fin de establecer geográficamente la distribución de los grupos de talla similar, aunque se debe precisar que una premisa fundamental consiste en que las estructuras de tamaños determinados durante los lances se asumen como verdaderamente representativas de la estructura del grupo o cohorte, lo que sin embargo es función primordial de la selectividad de la red y de las condiciones ambientales y de comportamiento (FRÉON y MISUND 1999). El proceso seguido es el siguiente:

Sean NA y NB el número total de individuos de la misma especie que han sido muestreados en los lances 1 y 2, respectivamente.

Sean $nA_1, nA_2, nA_3, \dots, nA_n$ y $nB_1, nB_2, nB_3, \dots, nB_n$ el número de individuos en cada clase (talla) representada por los subcriptos 1, 2, 3...n para los lances A y B.

Sean $fpA_1, fpA_2, fpA_3, \dots, fpA_n$ y $fpB_1, fpB_2, fpB_3, \dots, fpB_n$ los valores de las frecuencias relativas acumulativas para las clases de 1 an en los lances A y B.

Por ejemplo:

$$\begin{aligned} fpA_1 &= nA_1 / NA \\ fpA_2 &= fpA_1 + [nA_2 / NA] \\ fpA_3 &= fpA_2 + [nA_3 / NA] \\ &\dots\dots\dots \\ fpA_i &= fpA_{(i-1)} + [nA_i / NA] \end{aligned}$$

y

$$\begin{aligned} fpB_1 &= nB_1 / NB \\ fpB_2 &= fpB_1 + [nB_2 / NB] \\ fpB_3 &= fpB_2 + [nB_3 / NB] \\ &\dots\dots\dots \\ fpB_i &= fpB_{(i-1)} + [nB_i / NB] \end{aligned}$$

Cada uno de los valores (fpA_i y fpB_i) debe ser restado el uno del otro, respetando el orden de los subcriptos, es decir, por ejemplo, que fpA_1 debe ser restado con fpB_1 , y no con ningún otro. Tomando el valor absoluto de este conjunto de restas se debe seleccionar el valor que alcance la mayor magnitud, es decir la cantidad que representa aquella clase de talla donde la diferencia entre las frecuencias relativas acumulativas es mayor. A este valor se le denomina D_{max} .

A continuación se determinará la probabilidad D_p de que las dos muestras (A y B) p pertenezcan a la misma cohorte, o bien al mismo grupo de tallas:

$$D_p = A_p \sqrt{\frac{NA + NB}{NA \cdot NB}}$$

A_p es un factor estadístico, representado típicamente por tres cantidades que corresponden cada una a una diferente probabilidad:

$$\begin{aligned} A_p &= 1,36 \text{ (P = 0,05)} \\ A_p^p &= 1,63 \text{ (P = 0,01)} \\ A_p^p &= 1,95 \text{ (P = 0,001)} \end{aligned}$$

Por ejemplo, si D_{max} es igual o mayor que D_p cuando se utilizó un valor A_p de 1,36, entonces la probabilidad p de que las dos distribuciones sean similares es menor de 5%. En términos prácticos, 1,36 es el nivel menos exigente del análisis, y 1,95

el más estricto. En el caso presente se utilizó un valor A_p de 1,36.

Finalmente, para que las estructuras de tallas de dos lances correspondan a la misma cohorte o grupo de tamaños, D_p debe ser mayor o igual a D_{max} .

Estimación de la abundancia

La abundancia o biomasa acústica de las especies en estudio se obtuvo a partir de lo descrito por MACLENNAN y SIMMONDS (1992). Para la estratificación estadística de la abundancia de anchoveta se utilizaron dos métodos: el método convencional de estratificación por áreas isoparalitorales (CASTILLO et al. 2009); y el método de estratificación por transectos (JOLLY y HAMP-TON 1990, HEWITT et al. 2003).

Este último método presenta la ventaja de permitir la incorporación al análisis de mayor cantidad de información biológica, biométrica específicamente, a fin de obtener estimados de abundancia para cada UBM, diferenciando por tallas los valores NASC colectados. Valor NASC (Nautical Acoustic Scattering Coefficient) es una denominación recientemente acordada -aunque no obligatoria- que reemplaza a las antiguas denominaciones de la misma magnitud, ya sea S_A o M, que describen la dispersión del sonido que es provocada por los peces (MACLENNAN y FERNÁNDEZ 2000).

Los análisis GAM (Modelos Aditivos Generalizados) fueron relacionados con las variables oceanográficas de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, para cada muestra acústica. Los gráficos fueron desarrollados a través de un programa estadístico (S-Plus) (HASTIE y TIBSHIRANI 1990).

RESULTADOS

Condiciones ambientales.- El rango de la TSM fue 14,73 a 21,81 °C; los valores <17 °C asociados al afloramiento costero se ubicaron dentro de las 20 mn entre Salaverry y Supe, de Callao a Chancay y al sur de Pisco; las temperaturas >21 °C, asociadas a aguas cálidas del oeste, se localizaron por fuera de las 30 mn frente a Punta La Negra y por fuera de las 50 mn entre Salaverry y Supe. La distribución de la TSM originó dos frentes hídricos con

gradiente de 1 °C por cada 5 mn: (a) uno ubicado de Huacho al Callao debido al acercamiento hacia la costa de aguas cálidas del oeste, y (b) otro al sur de Pisco relacionado con la proyección al norte de las aguas frías originadas en el afloramiento costero.

Las ATSM variaron de -1,59 °C (Punta Chao) a +1,25 °C (de Pimentel a Chicama); se observó predominio de anomalías positivas entre Punta La Negra y el Callao, con anomalías negativas en la zona costera de Casma a Salaverry y en los alrededores de Paita. La zona restante presentó condiciones normales a excepción de núcleos fríos frente a Pucusana y por fuera de las 40 mn de Pisco.

Masas de agua.- La salinidad varió de 34,787 a 35,403 ups. Los bajos valores se deben a las AES en la zona norte y a la descarga de los ríos de la costa; y la alta salinidad a la presencia de aguas oceánicas en la zona de muestreo.

Las AES se presentaron al norte de punta La Negra, en mezcla con ASS y ACF. Las ACF tuvieron distribución variable, con máxima amplitud (60 mn) al norte de Chérrepe y frente a punta Infiernillos. Las ASS se ubicaron entre Casma y Pisco con proyección hacia la costa que alcanzó 25 mn entre Huacho y Callao. Entre Chérrepe y Bahía Independencia se observaron grandes zonas de mezcla ACF + ASS, y un núcleo frente a Punta Chao con baja salinidad por descargas de aguas continentales.

Anchoveta, *Engraulis ringens*

La anchoveta se encontró en gran parte de la zona evaluada, en áreas y núcleos costeros que muestran cierta discontinuidad, especialmente en el norte. La distribución de la especie apareció básicamente coincidente con las zonas de altos valores de oxígeno disuelto en superficie; en masas de aguas con <35,1 ups, <19 °C en el sur y <21 °C al norte de Supe. La mayor abundancia se registró frente al área de Tambo de Mora a Pisco y en áreas aisladas entre Chérrepe y Punta Bermejo. Verticalmente se distribuyó hasta 35 m de profundidad.

La Fig. 2, presenta la distribución total de anchoveta; al centro se destacan las zonas de alta abundancia, obtenidas ponderando la ecointe-

TABLA 2.- BIOMASA (t) DE LAS ESPECIES EVALUADAS POR GRADO DE LATITUD. Cr. 0411-12

Latitud Sur	Anchoveta	Jurel	Camotillo	Samasa	Bagre	Múnida	Pota	Vinciguerría
03° 30' - 04° 00'								
03°30' - 04°								
04° 00' - 04° 30'								
04° 30' - 05° 00'								
04° - 05°								
05° 00' - 05° 30'	217.982			770			3.701	15.926
05° 30' - 06° 00'	11.320							33.135
05° - 06°	229.303			770			3.701	49.061
06° 00' - 06° 30'	26.624			9.594			23.535	341.523
06° 30' - 07° 00'	27.849				80.403		7.176	
06° - 07°	54.473			9.594	80.403		30.711	341.523
07° 00' - 07° 30'	309.967				56.810	33.243	2.501	
07° 30' - 08° 00'	370.741				5.372	275.169	5.165	
07° - 08°	680.708				62.182	308.412	7.666	
08° 00' - 08° 30'	163.772		37.771		37.337	473.242	4.957	
08° 30' - 09° 00'	667.594		1.807		4.510	232.583	7.488	
08° - 09°	831.366		39.578		41.847	705.825	12.444	
09° 00' - 09° 30'	254.218		3.071			149.083	19.657	
09° 30' - 10° 00'	250.469		31.705			199.536		
09° - 10°	504.687		34.776			348.619	19.657	
10° 00' - 10° 30'	234.711		79		52	80.601	75	
10° 30' - 11° 00'	63.314		227		121	24.626	688	77.174
10° - 11°	298.025		306		173	105.227	763	77.174
11° 00' - 11° 30'	74.686		11.903			17.429	2.685	36.595
11° 30' - 12° 00'	87.346					38.605	19.407	
11° - 12°	162.032		11.903			56.034	22.092	36.595
12° 00' - 12° 30'	24.140					21.369	23.772	8.210
12° 30' - 13° 00'	282.164					36.208	20.145	24.121
12° - 13°	306.304					57.577	43.917	32.331
13° 00' - 13° 30'	220.286			585	73	54.175	15.520	29.497
13° 30' - 14° 00'	921.544		1.194	607	68	82.447	2.073	21.083
13° -14°	1.141.829		1.194	1.192	140	136.623	17.594	50.580
14° 00' - 14° 30'	24.822	2.180				86.130	611	228.314
14° 30' - 15° 00'	45.248					7.796	780	
14° -15°	70.071	2.180				93.926	1.391	228.314
15° 00' - 15° 30'								
15° 30' - 16° 00'								
15° -16°								
16° 00' - 16° 30'								
16° 30' - 17° 00'								
16° -17°								
17° 00' - 17° 30'								
17° 30' - 18° 00'								
17° -18°								
18° 00' - 18° 30'								
18° -18°30'								
TOTALES	4.278.798	2.180	87.757	11.555	184.746	1.812.242	159.936	815.578

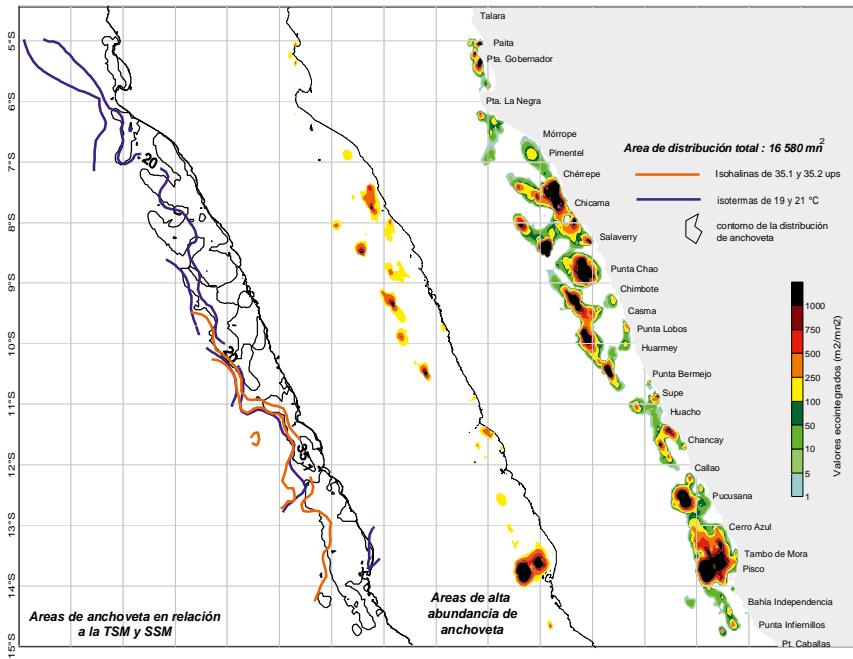


Figura 2. Distribución de anchoveta según parámetros oceanográficos y valores de abundancia relativa Crucero 0411-12 - BIC Olaya

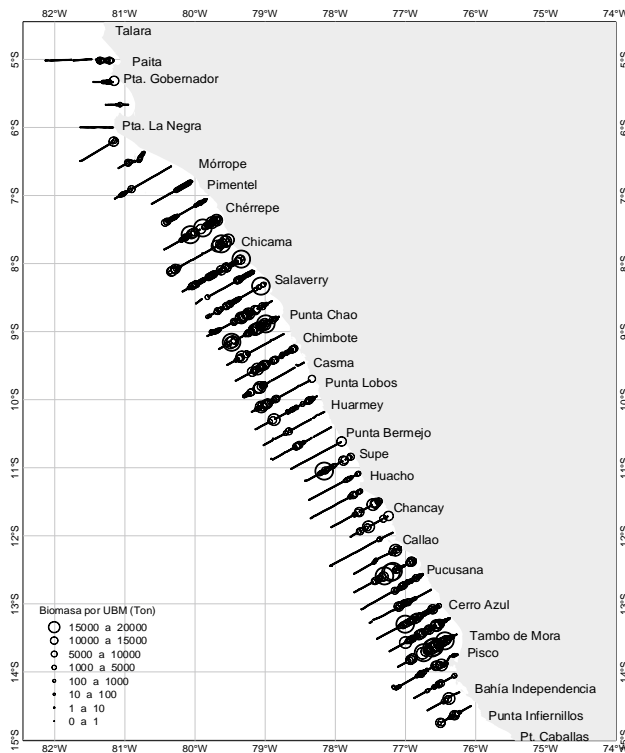


Figura 3.- Biomasa de anchoveta por transectos y Unidades Básicas de Muestreo (UBM).

gración por UBM según el número de ecorregistros detectados por intervalo; a la izquierda, se muestra el contorno de la distribución de anchoveta y las principales isotermas e isohalinas que moldearon su agregación.

La abundancia estimada para anchoveta, a través de la estratificación

por áreas isoparalitorales, alcanzó $4,27 \times 10^6$ t, con límites estadísticos de confianza en 17,56% (Tabla 2); la mayor biomasa se concentró entre 7 y 10°S (de Pimentel a Huarney, con más del 45%).

La estimación por transectos arrojó $3,73 \times 10^6$ t, valor que se encuentra dentro de los límites estadísticos de

confianza que han sido determinados ($0,54 \times 10^6$ t de diferencia) (Fig. 3 y Tabla 3).

La mayor proporción de biomasa correspondió a adultos, con moda en 15,5 cm. El número de individuos juveniles fue ampliamente superior, con moda principal en 6 cm, y secundaria en 8 cm (Fig. 4). Los resultados de la estimación acústica de la abundancia por tallas han permitido establecer que existió, al menos al momento de realizar la investigación, una clara estratificación entre juveniles y adultos.

Por distancia a la costa, más del 65% de los individuos de anchoveta se hallaron dentro de las primeras 30 mn y los juveniles estuvieron más cerca de la costa que los adultos. La biomasa aumentó al alejarse de la costa pero esta progresión no fue uniforme, sino que presentó picos, en promedio, hacia las 5, 15, 21, 29, 38, 43, 49 y 51 mn (Fig. 5).

Latitudinalmente se registraron dos zonas principales de abundancia. Una en el área norte-centro (8°S frente a Salaverry) y otra en el centro-sur (13°S frente a Pisco). Sin embargo, en términos de número de individuos, hacia los 7°S (Pimentel) se registró mayor población, que correspondió a una concentración de juveniles detectada en dicha zona (Fig. 6).

También en la figura 7 se puede apreciar que los juveniles no se registraron en los 5°S (de Paita a Punta La Negra), pero su porcentaje fue más alto que los adultos en la mitad de los grados latitudinales prospectados (7, 8, 9, 12, 14°S).

La figura 8 presenta el resultado gráfico del análisis de Smirnov-Kolmogorov para anchoveta. Se distinguieron siete grupos de tallas, cuatro para adultos y tres para juveniles; también se observaron algunos lances donde la estructura de tallas no guardó correspondencia con ninguno de los grupos que han sido determinados.

- Grupo 1 (adultos, color azul), estuvo distribuido en la zona costera de Tambo de Mora a Infiernillos, aunque similar estructura fue observada también en la zona costera de Paita a Punta Gobernador.
- Grupo 2 (adultos, color rojo) tuvo una amplia distribución, abarcando la zona oceánica de Pisco a Punta Infiernillos, la

Tabla 3.- Estimado de abundancia de anchoveta por el metodo de estratificación de transectos.

Transecto	Lugar de referencia	Número de UBMs	Varianza	Número de valores positivos para anchoveta	Area total cubierta por el transecto (mn ²)	Area cubierta por anchoveta en el transecto (mn ²)	NASC total (m ² / mn ²)	NASC promedio (m ² / mn ²)	Biomasa (t)
1	Península de Paracas	30	5.40E+07	14	450	210	3,106.57	103.55	19,103.34
2	Bahía Independencia	31	5.72E+07	7	465	105	1,887.50	60.89	12,698.25
3	Punta Infiernillos	39	8.47E+07	11	585	165	865.06	22.18	4,869.09
4	Pisco	63	1.78E+08	34	945	510	7,172.60	113.85	38,449.58
5	Tambo de Mora	56	1.50E+08	43	840	645	97,208.85	1,735.87	634,422.23
6	Cañete	59	1.62E+08	43	738	538	23,374.31	396.17	120,081.23
7	Cerro Azul	59	1.62E+08	38	885	570	11,675.21	197.88	65,354.99
8	Asia	59	1.62E+08	18	885	270	3,639.34	61.68	19,869.05
9	Pucusana	61	1.70E+08	28	915	420	2,359.39	38.68	12,881.15
10	Lurín	59	1.62E+08	35	885	525	43,604.34	739.06	284,273.47
11	Chorrillos	47	1.15E+08	11	705	165	2,708.38	57.63	15,155.76
12	Callao	60	1.66E+08	2	900	30	26.63	0.44	187.92
13	Ancón	37	7.75E+07	8	555	120	3,225.90	87.19	23,695.13
14	Chancay	46	1.11E+08	14	690	210	9,867.48	214.51	71,631.57
15	Salinas	48	1.19E+08	10	720	150	638.53	13.30	4,456.88
16	Huacho	48	1.19E+08	10	720	150	278.92	5.81	1,946.82
17	Supe	44	1.03E+08	21	660	315	4,567.25	103.80	31,749.07
18	Paramonga	49	1.23E+08	1	735	15	1,565.17	31.94	9,736.33
19	Punta Bermejo	55	1.46E+08	10	825	150	960.33	17.46	7,295.69
20	Huarmey	57	1.54E+08	6	855	150	26,906.06	472.04	186,617.80
21	Culebras	62	1.74E+08	23	930	90	2,734.92	44.11	25,238.34
22	Punta Lobos	58	1.58E+08	22	870	345	9,941.85	171.41	112,814.36
23	Casma	56	1.50E+08	20	840	330	27,260.26	486.79	309,333.49
24	Chimbote	59	1.62E+08	37	885	300555	13,362.88	226.49	80,227.02
25	Santa	54	1.42E+08	11	810	165	20,140.96	372.98	124,441.11
26	Punta Chao	59	1.62E+08	40	885	600	35,224.10	597.02	186,324.35
27	Viru	63	1.78E+08	40	945	600	32,254.48	511.98	221,083.58
28	Salaverry	58	1.58E+08	32	870	480	11,353.91	195.76	65,661.54
29	Huanchaco	56	1.50E+08	20	840	300	68,524.27	1,223.65	483,631.47
30	Santiago de Cao	59	1.62E+08	51	885	765	15,699.48	266.09	120,126.86
31	Chicama	57	1.54E+08	22	855	330	26,082.14	457.58	198,536.64
32	Chérrepe	57	1.54E+08	36	855	525	35,669.04	625.77	141,766.28
33	Eten	42	9.57E+07	23	630	345	1,914.91	45.59	11,922.73
34	Pimentel	41	9.20E+07	17	615	255	1,147.38	27.98	7,794.05
35	Mórrope	56	1.50E+08	12	540	180	280.41	5.01	1,816.29
36	Isla Lobos de Tierra	28	4.78E+07	18	420	270	444.99	15.89	2,843.51
37	Punta Tur	36	7.40E+07	3	540	45	1,446.38	40.18	9,825.09
38	Punta La Negra	28	4.78E+07	0	420	0	0.00	0.00	0.00
39	Sechura	19	2.36E+07	5	285	75	44.47	2.34	284.73
40	Punta Gobernador	21	2.84E+07	9	315	135	8,010.41	381.45	55,393.36
41	Paita	55	1.46E+08	12	825	180	1,225.35	22.28	8,608.12
Totales		2031	5.19E+09	816	30318	12,133	558,400.41	10,194.29	3,732,148.24

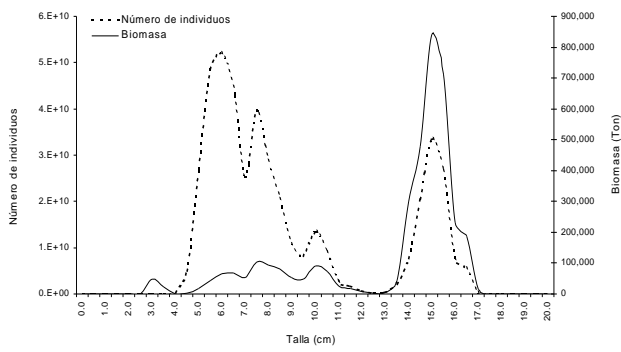


Figura 4.- Abundancia de anchoveta por tallas

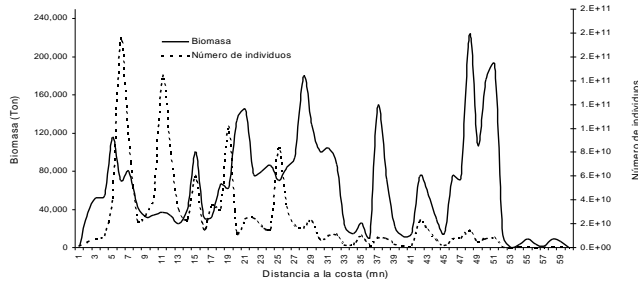


Figura 5.- Abundancia de anchoveta según distancia a la costa

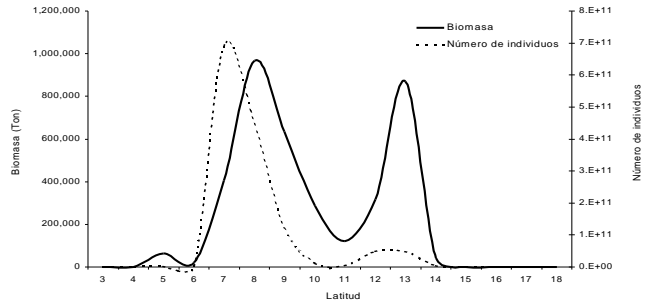


Figura 6.- Abundancia latitudinal de anchoveta

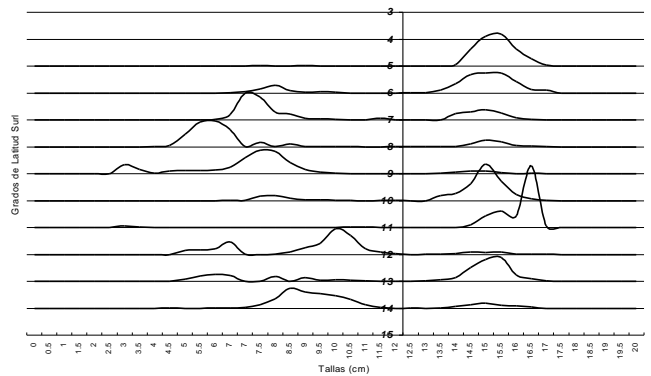


Figura 7.- Abundancia latitudinal (en porcentajes) de anchoveta, según tallas

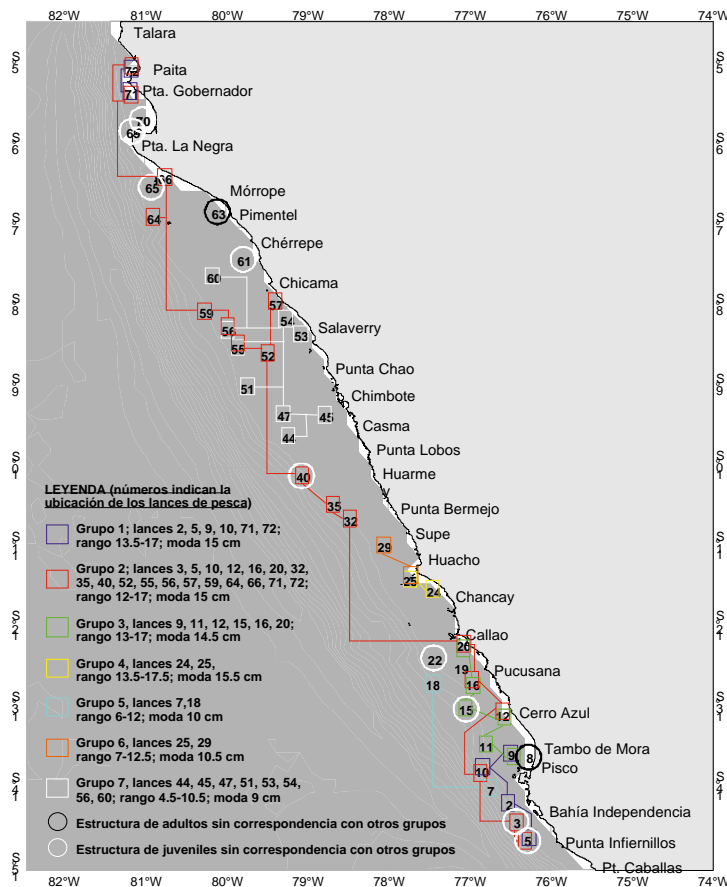


Figura 8.- Resultados del análisis de similitud de estructura de tallas para anchoveta (análisis de Smirnov-Kolmogorov). Crucero 0411-12 - BIC Olaya.

zona costera entre Cerro Azul y Callao, la zona oceánica entre Punta Bermejo y Pimentel, y la zona costera de Mórrope a Paita.

- Grupo 3 (adultos, color verde) estuvo distribuido en la zona costera de Tambo de Mora a Callao.
- Grupo 4 (adultos, color amarillo) fue detectado en la zona costera entre Huacho y Chancay.
- Grupo 5 (juveniles, color cian) estuvo presente en la zona oceánica entre Pisco y Pucusana.
- Grupo 6 (juveniles, color naranja) estuvo distribuido en la zona litoral entre Supe y Huacho.
- Grupo 7 (juveniles, color blanco), también de amplia distribución, fue observado en las áreas costeras y oceánicas desde Chérrepe hasta Casma. Este grupo fue, precisamente, el que aportó el mayor número de individuos, y que -de no mediar cambios importantes en la distribución- sin duda aportaría una fracción importante en la abundancia, que será determinada en próximos cruceros.

Múnida, *Pleuroncodes monodon*

La múnida fue detectada costera y continua desde Punta Infiernillos hasta Chérrepe. Su distribución alcanzó hasta 43 mn de la costa, con

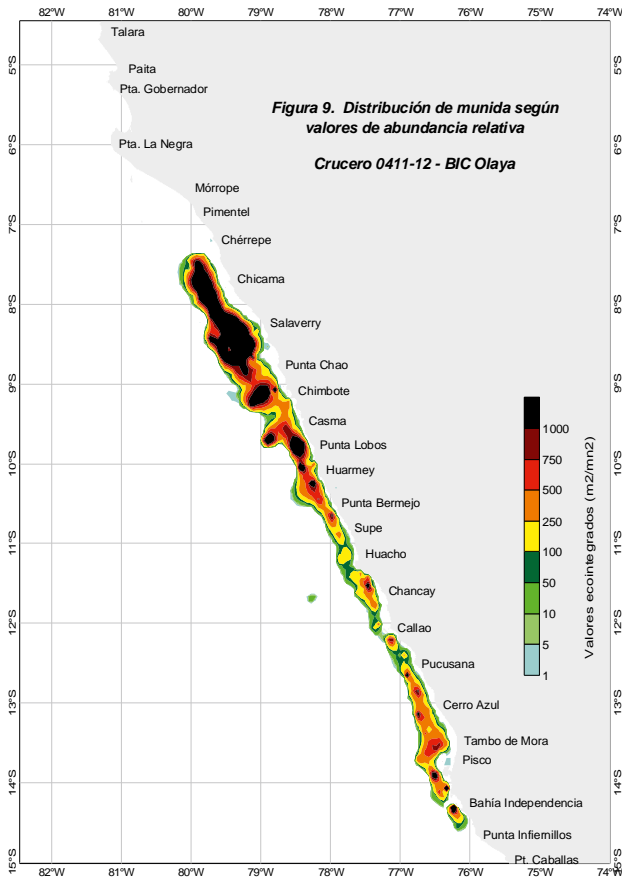


Figura 9.- Distribución de múnida según valores de abundancia relativa. Crucero BIC Olaya 0411-12

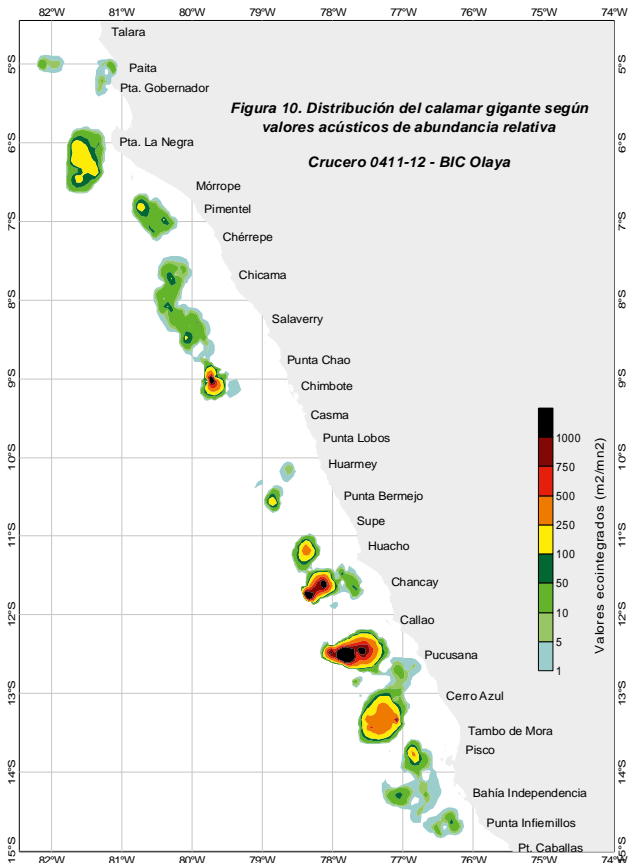


Figura 10.- Distribución de pota según valores de abundancia relativa. Crucero BIC Olaya 0411-12

las mayores concentraciones entre Huarmey y Chérrepe (Fig. 9). Este crustáceo compartió algunas zonas de distribución con la anchoveta, a excepción del área entre Punta Chao y Punta Bermejo, donde por lo general se distribuyó debajo de los 25 m.

La abundancia de múnida dentro del área prospectada se estimó en $1,81 \times 10^6$ t, con límites estadísticos de confianza de 11,49%. Más del 70% de la biomasa de la especie fue detectada entre 10 y 30 mn de la costa; latitudinalmente casi el 60% de la abundancia de múnida se concentró entre los 8 y 10°S (de Salaverry a Huarmey) (Tabla 2).

Pota o Calamar gigante, *Dosidicus gigas*

El calamar gigante, jibia o pota, tuvo distribución discontinua o dispersa, generalmente por fuera de las 25 mn de la costa. Hacia el sur de Huarmey, se hallaron ejemplares juveniles; y hacia el norte ejemplares de mayor talla. Los núcleos de alta densidad se encontra-

ron de dimensión reducida frente a Punta Chao, y de extensión considerable frente a Pucusana, Chancay y Cerro Azul. Por fuera de la zona prospectada, la distribución longitudinal del calamar gigante abarcaría mayores áreas, debido a la relativamente limitada zona evaluada (Fig. 10).

La abundancia de pota fue calculada en $0,159 \times 10^6$ t, con límites estadísticos de confianza en 15,87% (Tabla 2). Resalta el hecho de que más del 70% de la biomasa se distribuyó entre 30 y 60 mn de la costa, y que latitudinalmente más del 50% de la abundancia determinada se distribuyó entre los grados 11 y 13°S (Huacho a Pisco).

Vinciguerría, *Vinciguerría lucetia*

La distribución de vinciguerría fue esporádica y limitada a las ocasiones en que se prospectó zonas al oeste de la plataforma continental, pues la vinciguerría rara vez se distribuye sobre la plataforma. Se detectaron dos áreas de alta densidad

ubicadas frente a Punta La Negra y Bahía Independencia (Fig. 11). Al igual que la pota su distribución longitudinal abarcaría una mayor abundancia por fuera de las 60 mn de la costa.

La abundancia de vinciguerría, dentro del área prospectada, fue estimada en $0,815 \times 10^6$ t, con una confianza estadística de 20,34% (Tabla 2). Destaca el hecho de que más del 70% de la biomasa fue registrado en los extremos norte y sur de la zona evaluada, zonas en las que precisamente la plataforma continental es menos extensa, permitiendo el acercamiento de esta especie a la costa; más del 75% de la biomasa calculada se distribuyó entre las 20 y 50 mn de la costa.

OTRAS ESPECIES.- La abundancia de otras especies fue escasa (Fig. 12, Tabla 2).

Se detectó una pequeña y poco significativa área de distribución de jurel (*Trachurus murphyi*) a 45 mn al suroeste de la península de Paracas; por ello no se efectuó una esti-

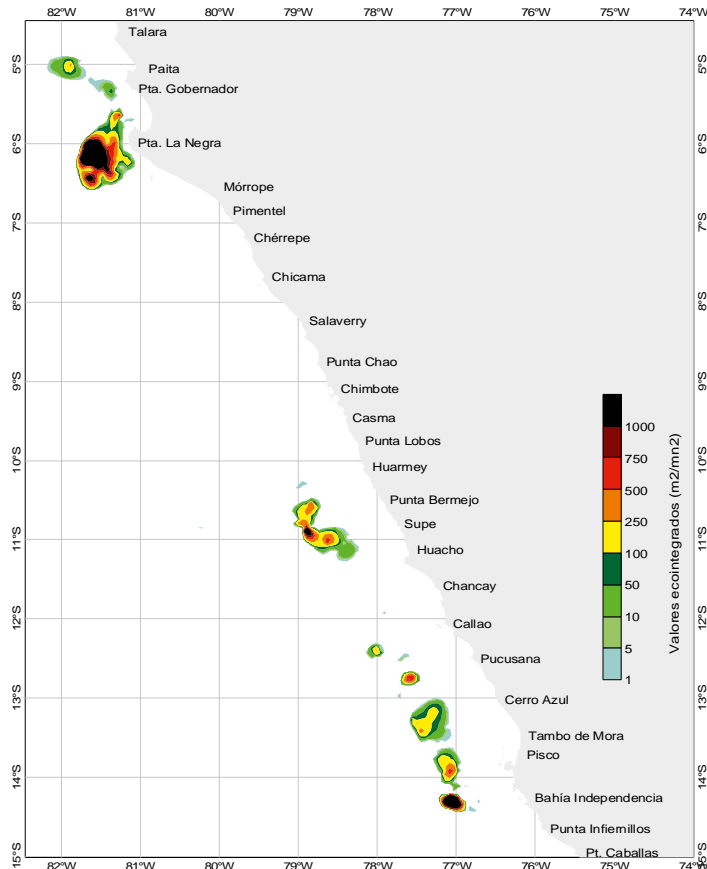


Figura 11. Distribución de la vinciguerría según valores acústicos de abundancia relativa Crucero 0411-12 - BIC Olaya

mación de biomasa para la especie.

La samasa (*Anchoa nasus*) se halló muy dispersa y aislada. La biomasa se estimó en $0,0115 \times 10^6$ t, con 64,12% de confianza estadística. Los mayores valores se hallaron entre 6 y 7°S, de Punta La Negra a Pimentel.

El bagre (*Galeichthys peruvianus*) se detectó principalmente entre Mórrope y Punta Chao, hasta 40 mn de la costa, con núcleos de alta concentración frente a Pimentel y Chérrepe. Su biomasa se estimó en $0,184 \times 10^6$ t, con una confianza estadística de 27,02%; la mayor abundancia, entre 6 y 8°S (Punta La Negra a Salaverry), con cerca del 80% del total.

El camotillo (*Normanichthys crockeri*) fue registrado cerca de la costa entre Salaverry y Pisco, y siempre en los núcleos más fríos de ACF. Su abundancia se estimó en $0,087 \times 10^6$ t, con un nivel de confianza estadística de 54,14%. La mayor biomasa fue calculada entre los grados 8 y 10°S (entre Salaverry y Huarmey), con el 85% del total.

DISCUSIÓN

Durante el crucero 0411-12, en la superficie del mar se registraron cambios notables en las condiciones ambientales, en comparación con los Cruceros Oceanográficos 0410 y 0411. Al norte de los 6°S (Punta La Negra), aunque predominaron ligeras anomalías positivas, se registraron menores temperaturas, asociadas a la reactivación de los procesos de afloramiento y al repliegue de las AES, masas de agua que se proyectaron hasta Mórrope en noviembre 2004. En diciembre 2004 sólo se hallaron AES en proceso de mezcla al norte de Punta La Negra. Otro factor que contribuyó a este cambio fue que en diciembre se tuvo mayor influencia de ASS principalmente en la zona central. También debe considerarse que los vientos se presentaron entre débiles y moderados en la costa central, lo que provocó una disminución en la intensidad del afloramiento y facilitó el avance de las aguas cálidas hacia la costa.

En la capa subsuperficial no se ob-

servaron cambios significativos en noviembre y diciembre 2004 en la isoterma de 15 °C. Los flujos mantuvieron las características observadas en noviembre; la zona de convergencia de los flujos del norte con los del sur se ubicó entre Pimentel y Chicama, que es normal para la época en que se desarrolló la prospección IMARPE, 2004.

RELACIONES RECURSO-AMBIENTE

Anchoveta

Los rangos térmicos y halinos en los que se distribuye la anchoveta son bastante bien conocidos; las zonas con mayor tenor de oxígeno suelen coincidir con altas densidades de anchoveta, lo cual permite interpretar los cambios ocurridos en la distribución y abundancia de anchoveta en los meses recientes. En la figura 13, se muestran 6 análisis GAM referidos a características de la superficie del mar: la temperatura (TSM), salinidad (SSM) y oxígeno disuelto (OSM) en función a la ecointegración (NASC). En la parte superior se incluyen los datos del crucero de invierno (a, b, c, 0408-09) y en la parte inferior, los datos del crucero de primavera (d, e, f, 0411-12). Mencionaremos una comparación:

En la TSM (13a y 13d): en invierno, la abundancia en relación a la temperatura fue más o menos homogénea. En primavera, la distribución de anchoveta mostró dos grupos: uno al norte (alrededor de 20 °C); y otro al sur (cerca de 16 °C); la división entre ambos grupos fue causada por la intromisión de ASS en la costa central.

En la SSM (13b y 13e): en invierno, hubo un rango amplio de este parámetro, originado en la sucesión de ondas Kelvin que arribaron a las costas, con afluencia de AES y ASS, durante agosto-septiembre. En la primavera, las lecturas de ecointegración-salinidad se concentran en un rango relativamente pequeño, lo que sugiere mayor estabilidad en comparación con el período invernal.

El parámetro OSM es un indicador de actividad fotosintética y, al menos en este caso, de la presencia de altas densidades de anchoveta. En la figura 13 se puede observar que en el invierno (13c) los tenores son menores que en la primavera (13f), en la cual, también es mayor

la proporción de lecturas de alta densidad acústica que coinciden con altos valores de oxígeno, en tanto que en el invierno la coincidencia se daba en mayor grado con valores relativamente bajos de OSM.

El aspecto común en los casos analizados (TSM, SSM y OSM) está caracterizado por los mayores valores ecointegrados durante el cruce de invierno (0408-09) en comparación con la primavera (0411-12), lo que significa que, al menos dentro del área evaluada, la abundancia de anchoveta es menor a la de agosto-septiembre. La diferencia de áreas evaluadas en invierno y primavera es alrededor de 30%, lo que puede explicar la menor abundancia actual, pero debe tenerse también en cuenta la intensa actividad pesquera de los meses recientes.

Otras especies

Múnida.- En comparación con el cruce de invierno, la proyección de múnida hacia el norte fue menor durante la primavera, posiblemente como respuesta a las anomalías positivas existentes. En primavera 2004 se distribuyó dentro de rangos de TSM, SSM y OSM algo más amplios que en el invierno, aunque en este último período la distribución de los valores de densidad acústica fueron en general uniformes respecto a las variables ambientales, es decir, que la probabilidad de encontrar múnida en cualquier punto de los rangos de los parámetros oceanográficos ha sido la misma. En la primavera 2004, en cambio, se nota claramente la tendencia de múnida a distribuirse en valores de 17 °C de TSM, 35,05 ups de SSM y 7,0 mL/L de OSM. Esto significa que la proximidad del verano implica para la múnida ciertos cambios en sus patrones de agregación (Figura 14).

Vinciguerría y pota.- Es conveniente indicar que la escasa presencia de vinciguerría en las capturas obedece a que no se efectuaron lances dirigidos a esta especie, y que la abundancia relativa calculada está, sin duda, subestimada, como podría estar también la distribución y densidad de pota; en ambos casos la relativamente limitada cobertura de la prospección (hasta 60 mn de la costa) no ha sido suficiente como para evaluar una fracción significativa de las dos especies.

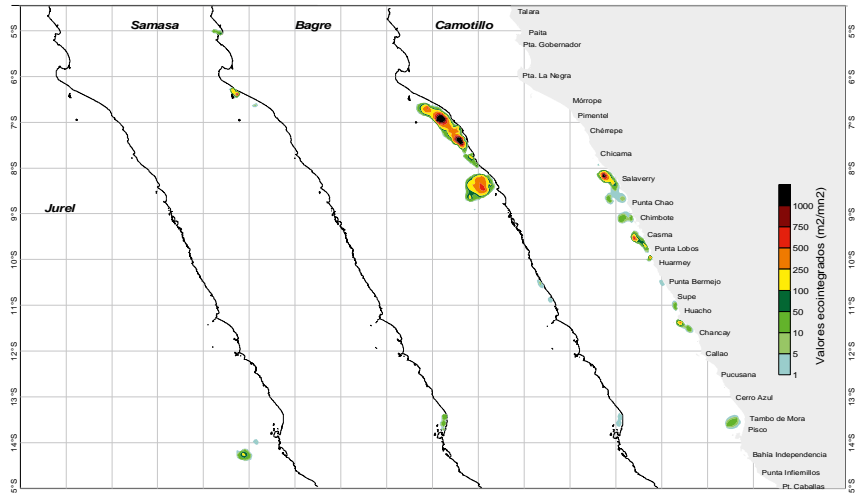


Figura 12.- Distribución de jurel, samasa, bagre y camotillo según valores de abundancia relativa. Cruce BIC Olaya 0411-12.

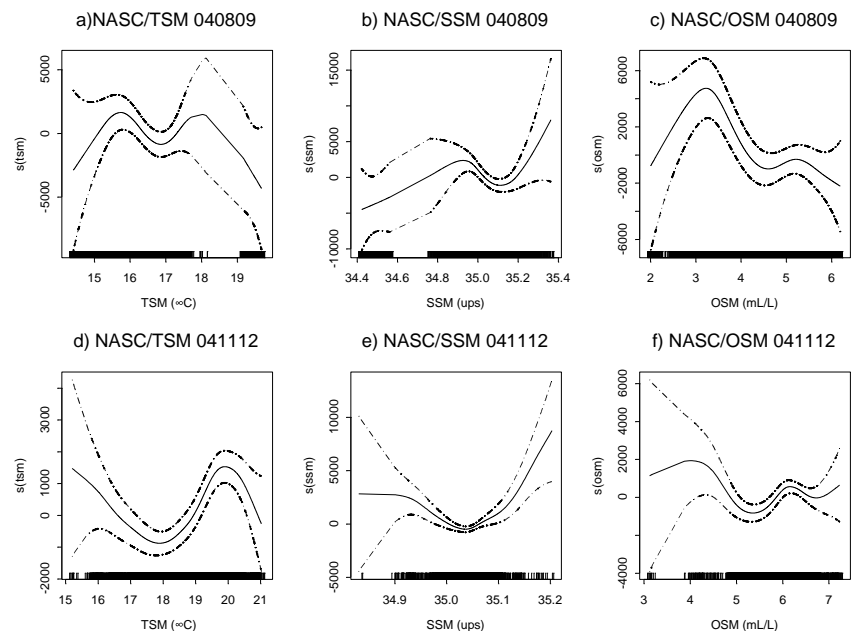


Figura 13. Relación entre la ecointegración de Anchoveta por cardúmenes, y algunas variables ambientales en superficie, durante los Cruces 0408-09 (invierno) y 0411-12 (primavera). En (a) y (d) se tiene la variación en la temperatura; en (b) y (e) se presenta los cambios en la salinidad; y en (c) y (f) se muestran los cambios en el oxígeno disuelto.

En el caso de vinciguerría y pota no es posible efectuar una comparación entre invierno y primavera, ya que la cobertura del cruce fue bastante más amplia en invierno; esta cobertura -en el caso de anchoveta y múnida- es suficiente debido a su distribución usualmente costera. Sin embargo, recurriendo al análisis GAM es posible -para vinciguerría y pota- al menos describir la tendencia relacionada con parámetros ambientales. Para vinciguerría es claro que su tendencia agregativa se orienta hacia relativamente altos valores de TSM y SSM; sin embargo, los valores más altos

de densidad acústica fueron determinados en lugares con los menores tenores de OSM, posiblemente como producto del consumo provocado por grandes cantidades de peces (Fig. 15 a, b, c).

La presencia de la pota se ha dado dentro de rangos ambientales más amplios, probablemente como producto de su distribución relacionada con la de sus presas. Es así como -al menos en el caso presente- no se aprecia una clara tendencia (como la de vinciguerría por ejemplo) de agregación diferenciada, es decir que la probabilidad de

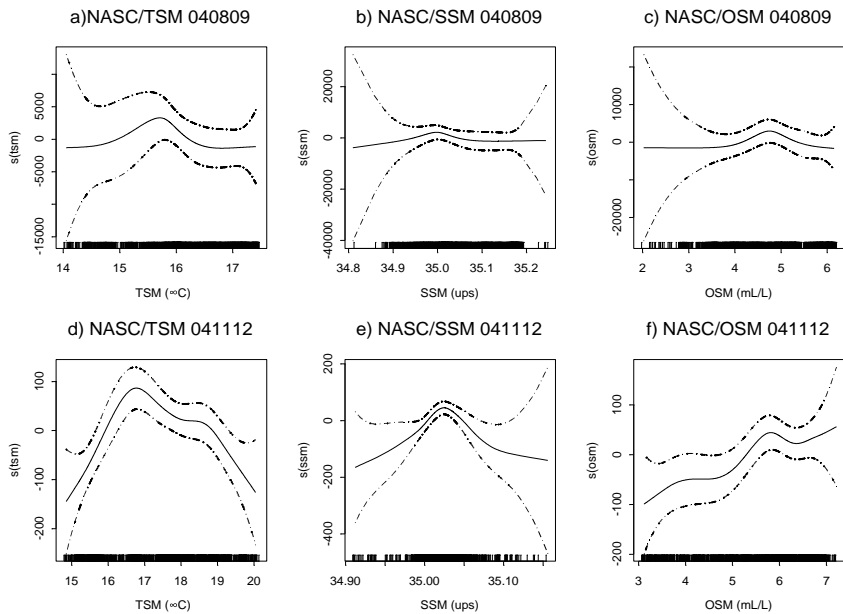


Figura 14. Relación entre la ecointegración de Múnida por enjambres, y algunas variables ambientales en superficie, durante los Cruceros 0408-09 (invierno) y 0411-12 (primavera). En (a) y (d) se tiene la variación en la temperatura; en (b) y (e) se presenta los cambios en la salinidad; y en © y (f) se muestran los cambios en el oxígeno disuelto.

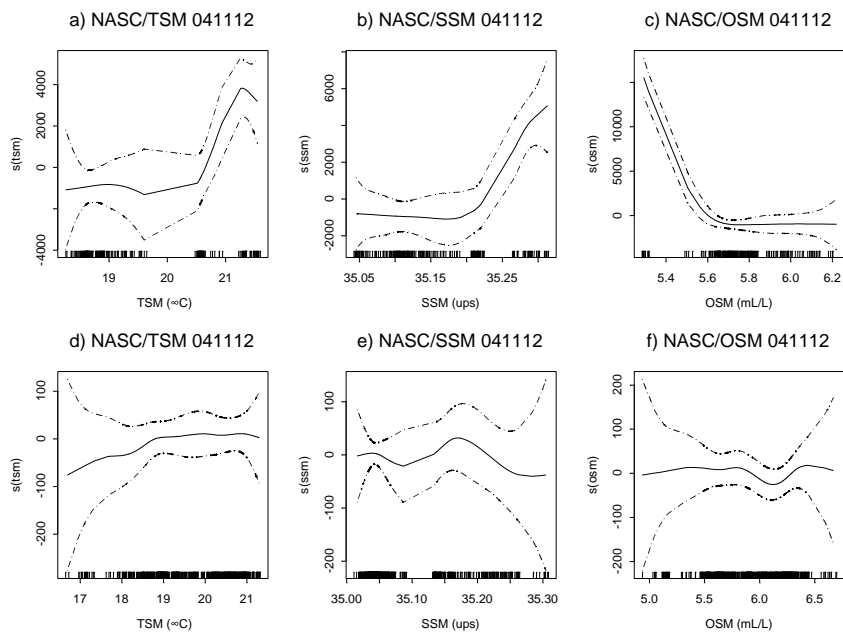


Figura 15.- Relación entre la ecointegración de Vinciguerria (paneles a, b y c) y pota (paneles d, e y f) por agregación, y algunas variables ambientales en superficie durante el Crucero 0411-12. En (a) y (d) se tiene la variación en la temperatura; en (b) y (e) se presenta los cambios en la salinidad; y en (c) y (f) se muestran los cambios en el oxígeno disuelto.

detectar pota dentro de cualquier punto de los rangos de TSM, SSM y OSM es prácticamente la misma (Fig. 15 d, e, f).

Bagre, camotillo y samasa.- La presencia de BAGRE suele incrementarse a finales de la primavera en la zona norte, por la influencia de ASS hacia la costa, tal como ocurrió en el caso presente. Sin embargo, paralelamente se ha

incrementado la presencia de CAMOTILLO, una especie propia de ACF en el sur y que se presentó hasta Salaverry, aunque con bastante discontinuidad. Por último, la presencia de SAMASA en el norte se estuvo incrementando como producto de la influencia de AES en las cercanías de Paita. La distribución de estas especies, sumadas a las ya descritas para anchoveta, múnida, vinciguerria y pota, son

manifestaciones de la alta dinámica del ecosistema.

ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES EVALUADAS EN EL CRUCERO 0411-12

ANCHOVETA

Los resultados de la presente investigación, en lo referente a la distribución y abundancia de las especies estudiadas, han sido integrados en un análisis que busca presentar y discutir la evolución de estas dos variables a lo largo del tiempo.

Los índices de distribución y abundancia (GUTIÉRREZ et al. 2004) son una manera de conocer en qué medida ha variado, entre una prospección y otra, la biomasa y la distribución espacial de estas especies, dentro de una *Ventana de Observación* constituida por la zona comúnmente estudiada, es decir, el espacio marino comprendido entre Tumbes y Tacna, desde la costa hasta 100 o 120 mn de la costa, en el período comprendido entre abril 1998 y diciembre 2004.

La fig. 16 presenta la variación de 12 índices (distribución y abundancia) para similar número de especies que son corrientemente evaluadas por métodos acústicos. En el caso de anchoveta se aprecia claramente la variabilidad estacional de estos índices. En general, la abundancia de anchoveta se sitúa alrededor de 50% de la estimación global de biomasa; y en la distribución, su contribución al índice es de alrededor de 25%, en promedio. En cuanto a las tendencias de los índices, se aprecia cierta estabilidad en ambos casos, independientemente de la existencia de una normal variabilidad estacional y el efecto de la pesquería (extracción) y predación natural.

La distribución latitudinal de anchoveta también muestra una marcada estabilidad, es decir que los niveles de agregación de la especie en la zona norte-centro son bastante estables desde la primavera de 1999 como producto de la sostenida proyección de ACF y afloramientos en la zona. En la zona sur, en el mismo período, se viene manteniendo el aporte de ATSA que favorecen, principalmente, la presencia de múnida, por lo que no se puede descartar que exista un fenómeno de competencia como factor

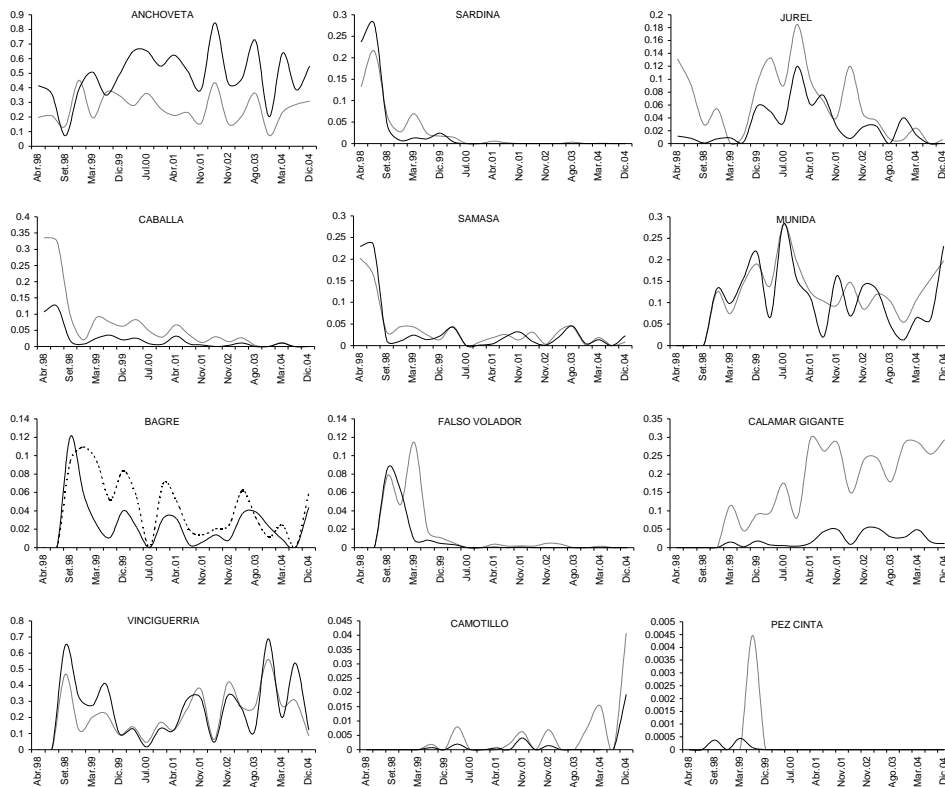


Figura 16.- Índices de abundancia (línea continua) y distribución (línea punteada) de las especies acústicamente evaluadas entre 1998 y 2004.

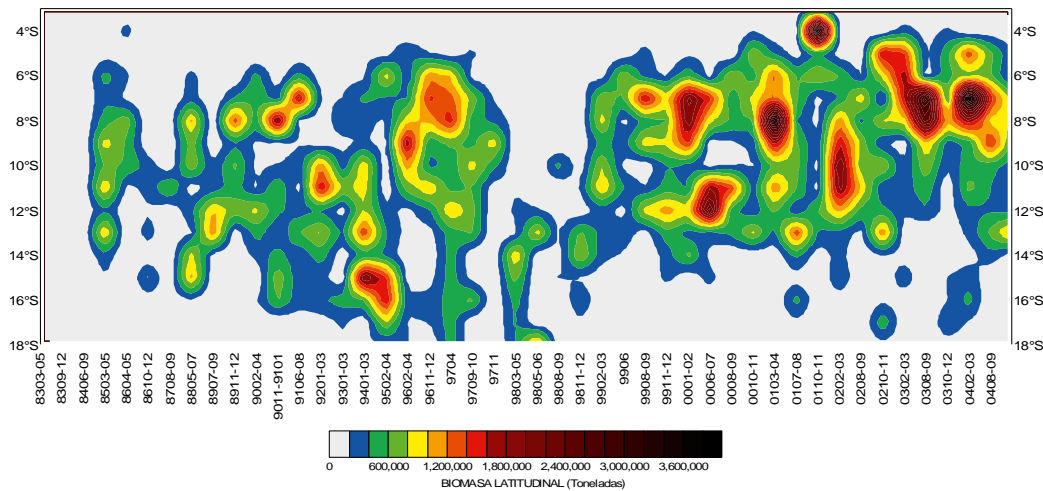


Figura 17.- Biomasa latitudinal de anchoveta en el período 1983- 2004.

adicional para la persistencia de la distribución norteña de anchoveta.

En la fig.17 se muestra la abundancia latitudinal de anchoveta en el período 1983-2004; del escrutinio de esta imagen se deduce que el centro de gravedad de la distribución de anchoveta permanece en el norte (hacia Salaverry, 8°S).

Estructura de tallas de anchoveta

La estructura por tamaños de anchoveta resultó particularmente in-

teresante, pues la población estuvo prácticamente compartida por dos grupos, uno constituido por adultos que superaban los dos años de edad, que aparentemente corresponderían a una cohorte; y los juveniles, cuyas edades variaron entre los 3 y 6 meses. Ejemplares de 1 año (11 a 12,5 cm) estuvieron prácticamente ausentes en el área evaluada por el crucero. La secuencia de modas juveniles sólo puede ser explicada por el comportamiento reproductivo, cuyo proceso de desove, durante el 2004, tuvo una prolongada duración. Así, las cifras de biomasa por tallas

que han sido calculadas permiten avizorar un volumen importante de biomasa para 2005, aunque la abundancia de individuos juveniles podría constituir un serio inconveniente para el manejo pesquero durante los primeros meses de 2005.

Principales características de los cardúmenes de anchoveta

Entre el invierno y la primavera de 2004 se han operado notorios cambios en los patrones de agregación

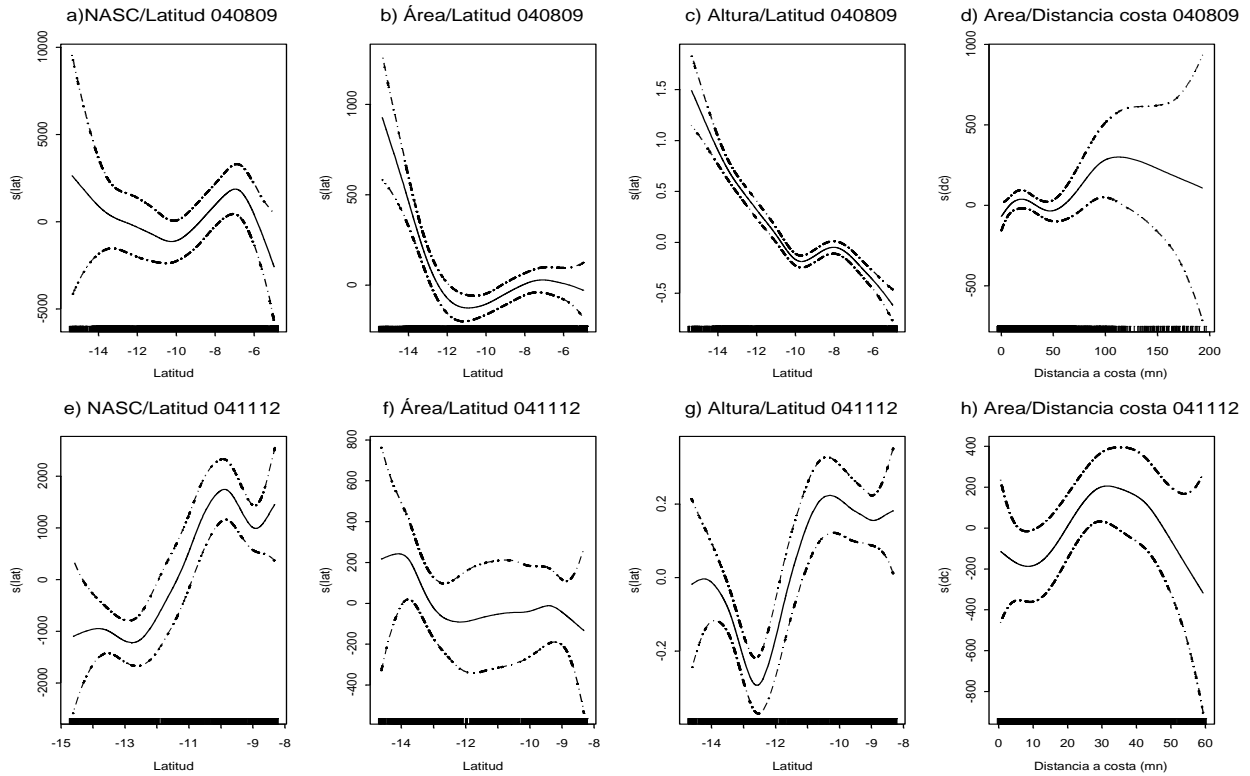


Figura 18.- Características principales de los cardúmenes de Anchoвета en relación con la latitud y la distancia a la costa durante los Cruceros 0408-09 (invierno) y 0411-12 (primavera). En (a) y (e) se muestran los cambios en econtegración por grados de latitud; en (b) y (f) se presentan los cambios en el área transversal de cardúmenes; en (c) y (g) se tienen los cambios en la altura de los cardúmenes; y en (d) y (h) el área transversal según distancia a la costa.

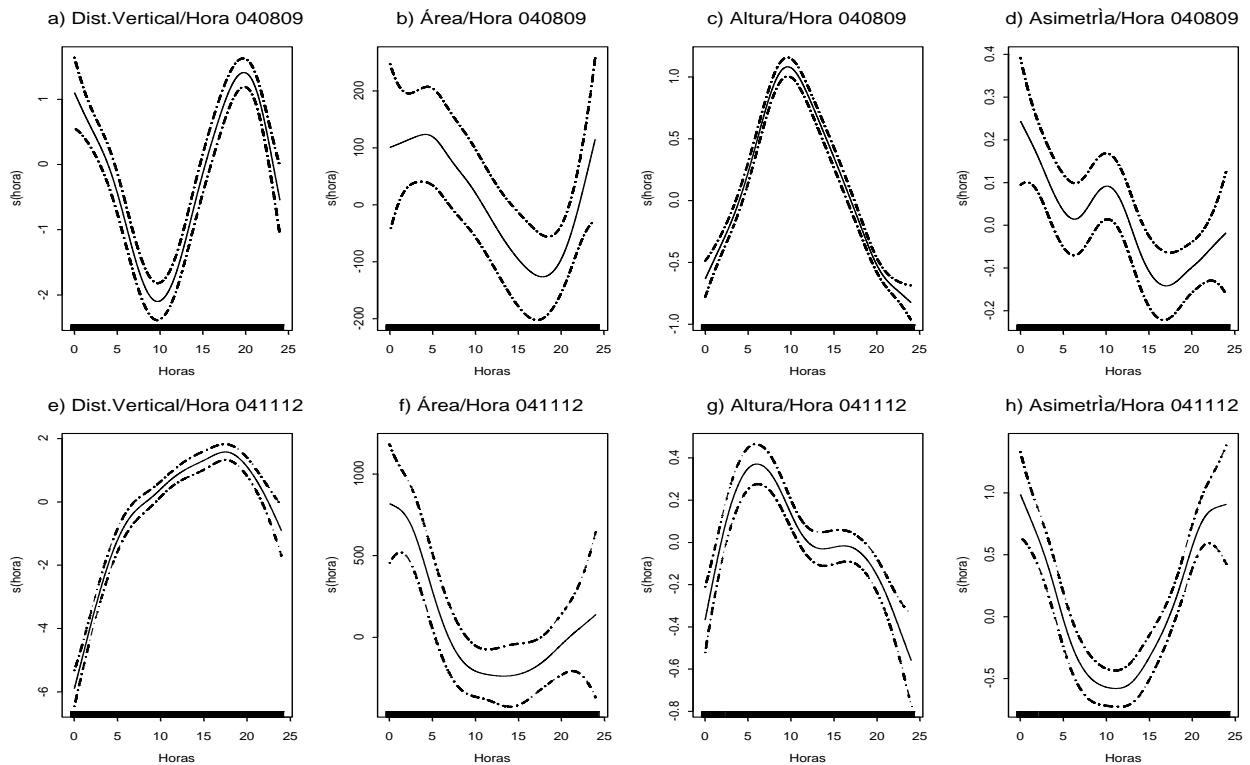


Figura 19.- Algunas características morfológicas de los cardúmenes de anchoвета en relación con las horas del día durante los Cruceros 0408-09 (invierno) y 0411-12 (primavera). En (a) y (e) se muestran los cambios en la distribución vertical por horas del día; en (b) y (f) se presentan los cambios en el área transversal de cardúmenes; en (c) y (g) se tienen los cambios en la altura de los cardúmenes; y en (d) y (h) en coeficiente de asimetría ('Skewness') según horas del día.

de anchoveta. Esto quiere decir que si bien la distribución en general no ha sufrido modificaciones sustanciales, en cambio, la manera cómo se ha agregado la especie ha sido alterada por la alta variabilidad oceanográfica observada durante el segundo semestre de 2004.

En el invierno (Crucero 0408-09) los cardúmenes que aportaron la mayor eointegración latitudinal (NASC) se ubicaron en general hacia la zona de Pisco, así como se ubicaron también allí los cardúmenes con la mayor dimensión vertical. En la primavera (Crucero 0411-12) se observó el efecto inverso, es decir que los cardúmenes más densos fueron detectados en el norte, donde también se ubicó la mayor proporción de cardúmenes de más amplia dimensión vertical (Fig. 18 a, e, c, g). En general los cardúmenes de anchoveta tienden a concentrarse más, en tanto sea mayor la afluencia de ASS o las anomalías positivas (GUTIÉRREZ et al. 1999b).

De otro lado, la densidad de un cardumen de anchoveta es independiente del área de sección transversal que éste ocupa. El área de los cardúmenes detectados, en invierno y primavera, han mostrado similar tendencia latitudinal, es decir, agregaciones de mayor área en el sur que en el norte. Este mismo parámetro (área de sección transversal) en relación a la distancia desde la costa, mostró similar tendencia en los dos periodos comparados (Fig. 18, b, f, d, h).

Otros parámetros morfológicos o de distribución vertical en función a las horas del día permiten determinar los cambios operados en los patrones de agregación de anchoveta entre el invierno y la primavera de 2004. En invierno la distribución vertical fue más superficial hacia las 20 horas, así como también, en promedio, en la primavera. La diferencia se da en que la distribución menos somera se observó hacia las 10 horas en el invierno, y en la madrugada durante la primavera (Fig. 19, a, e). La razón para esta diferencia podría estar en las anomalías térmicas positivas dominantes en primavera, lo que induciría a la anchoveta a emerger en horas nocturnas.

El área de sección transversal de los cardúmenes según las horas del día tuvo una tendencia similar en invierno y primavera, aunque exis-

te un breve desfase, de las 15 a las 20 horas en invierno, y de 10 a 15 horas en primavera (Fig. 19, b, f). En este caso puede haber influido las fases lunares, e incluso la disponibilidad de alimento.

También una tendencia similar, con un pequeño desfase, puede observarse respecto a la altura media de los cardúmenes, que en el invierno alcanzó su mayor magnitud hacia las 10 horas, en tanto que en primavera la mayor dimensión vertical se alcanzó en promedio hacia las 6 horas (Fig. 19, c, g). Del mismo modo, las fases lunares y la disponibilidad de alimento regularían este parámetro.

Finalmente, el coeficiente de asimetría (*Skewness*) según las horas del día mostró una tendencia similar a la de la sección transversal de los cardúmenes. En invierno, tanto el área de sección como la asimetría alcanzaron su menor magnitud entre las 15 y 20 h; en primavera, los mismos parámetros (mínimos) se dieron entre las 10 y 15 horas en promedio; en todos los otros casos los valores más altos se dieron en horas nocturnas. Esta observación es coherente, ya que es sabido que en horas de luz, especialmente en las mañanas, los cardúmenes de anchoveta tienden a ser más compactos (menos área de sección transversal y dimensión vertical), lo que significa bajos valores para el coeficiente de asimetría (Fig. 19 d, h). El coeficiente de asimetría puede sin embargo presentar ciertas inflexiones como la observada hacia las 10 horas para el invierno (Fig. 19 d) como producto del efecto de una condición ambiental recurrente durante la prospección invernal. En este caso podría tratarse de anomalías térmicas negativas en la zona costera.

OTRAS ESPECIES

Las especies que han sido evaluadas en esta oportunidad corresponden a aquéllas que han mostrado un significativo nivel de abundancia o de distribución. Sin embargo, la descripción de la progresión de los índices de distribución y abundancia, que han sido establecidos para monitorear la presencia de las principales especies en el ecosistema (GUTIÉRREZ 2004), incluirá a continuación a otras especies que no han sido detectadas en esta ocasión, o que lo han sido con muy baja incidencia. Se tiene por ejem-

plo el caso de la sardina, o del jurel que fue apenas detectado en una pequeña área, razón por la cual no se ha incluido (no sería posible, en realidad) una descripción detallada sobre la especie. En cambio, es posible describir la evolución de los índices indicados como una manera de complementar la descripción que se pretende hacer en este documento (Figura 16, panel según la especie que se describa).

Los índices de distribución *Id*, y de abundancia *Ia*, para SARDINA tuvieron altos valores hasta setiembre 1998 (con un pico superior a 0,25 en ambos casos), para luego declinar y prácticamente desaparecer, en julio 2000, de la región periódicamente evaluada. En el caso del JUREL, los índices mostraron una tendencia creciente luego de El Niño 1997-98, la cual se extendió hasta abril 2001, para luego decaer notoriamente; en su mejor momento el *Ia* se ubicó cerca de 0,2, en tanto el *Id* se encontraba en algo más de 0,1; es decir, 10% de la biomasa global evaluada en ese momento.

El caso de la **caballa** es bastante parecido al de sardina, es decir que durante El Niño 1997-98 mostró valores significativos para *Ia* e *Id* (0,12 y 0,33, respectivamente) para luego decaer menos bruscamente que la sardina, aunque la tendencia negativa ha sido sostenida, y en la primavera 2004 sus niveles de presencia fueron mínimos. El caso de **samasa** fue bastante similar al de caballa, pero teniendo en cuenta que esta especie no es considerada como endémica de la Corriente de Humboldt, no deja de sorprender la disponibilidad estacional que presenta (accesible principalmente en los veranos).

La **múnida** es una especie cuya presencia en el ecosistema pelágico se inició a mediados de los años 1990. Es de aguas frías, vinculada con la proyección o influencia de ATSA; se ausentó del ecosistema costero durante El Niño 1997-98 para reaparecer durante la fase fría de dicho evento (setiembre 1998), coincidiendo también con el inicio de La Niña 1999-2000, que es cuando alcanzó sus mayores índices (*Ia* e *Id* = 0,28); de allí en adelante ha mantenido una presencia significativa, con variaciones estacionales (aumenta en invierno, disminuye en verano) que en promedio sitúan ambos índices en alrededor de 0,12.

El **bagre** es una especie que empezó a ser evaluada por medios acústicos en 1998. Como en casi todas las especies, presenta variaciones estacionales de distribución y abundancia cuyos picos suelen situarse en primavera y otoño. Los índices *Ia* e *Id* muestran en general estabilidad para este recurso, con 0,04 y 0,06 respectivamente.

El **falso volador** (*Prionotus stephannophrys*) es otra especie que mostró relativamente altos valores de abundancia durante El Niño 1997-98; pero a diferencia del bagre -que ha aparecido casi siempre como captura incidental de la pesquería pelágica- no ha mantenido niveles significativos de presencia en el ecosistema (al menos no ha sido así al interior del área usualmente prospectada), sin que sea hasta ahora posible determinar su afluencia estacional. El falso volador y el bagre son especies DEMERSALES cuyo comportamiento se vuelve pelágico con cierta frecuencia, haciéndose accesibles a cruceros acústicos. El falso volador también es escaso durante prospecciones DEMERSALES.

El **calamar gigante, jibia o pota** es otra especie cuyo estudio a través de métodos acústicos se inició durante El Niño 1997-98. Su *Ia* muestra valores pico de 0,05, pero presenta un creciente índice *Id* desde septiembre 1998, lo que significa que más allá de la natural variación estacional (aumenta en verano y disminuye en invierno) su área de distribución se viene incrementando en desmedro, probablemente, de su densidad (su *Id* se sitúa en un valor medio de 0,2).

La **vinciguerría**, por décadas, ha sido observada durante los estudios y prospecciones del IMARPE, pero recién en 1998 se inició la investigación sistemática sobre el recurso. Es la especie que junto con anchoveta dominan los índices *Ia* e *Id* (con un promedio de 0,3 en ambos casos). Las variaciones estacionales de los índices nos indican que vinciguerría se hace más disponible a las evaluaciones (es decir, ingresa en grandes volúmenes a nuestra ventana de observación) durante los veranos junto con la proyección de ASS hacia la costa; análogamente se ausenta, o disminuye su abundancia durante los inviernos.

El **camotillo** es otra de las especies que empezaron a ser acústicamente estudiadas en 1998. Su presencia estacional (por lo general en la zona sur, sobre todo durante los inviernos) es, en todo caso, de reducida magnitud, con índices que no alcanzan a 0,01 en promedio.

El **pez cinta** (*Trichiurus lepturus*) es una especie no endémica a la corriente de Humboldt, pero que mostró cierta representatividad en las capturas durante y posteriormente a El Niño 1997-98. Desde entonces no se ha registrado durante cruceros acústicos aunque aparece eventualmente en las capturas de la pesquería artesanal. Los índices *Id* e *Ia* son nulos para esta especie desde finales de 1999.

REFERENCIAS

- BERTRAND A. 2002. Medición de TS de Bagre durante el Crucero 0911-02 BIC Olaya. Informe interno de participación en el crucero.
- CASTILLO PR, PERALTILLA S, ALIAGA A, FLORES M, BALLÓN M, CALDERÓN J, GUTIÉRREZ M. 2009. Protocolo técnico para la evaluación acústica de las áreas de distribución y abundancia de recursos pelágicos en el mar peruano. Inf Inst Mar Perú 36(1):7-28.
- FOOTE KG, KNUDSEN HP, VESTNES G, MACLENNAN DN, SIMMONDS EJ. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: a practical guide. Cooperative Research Report, International Council for the Exploration of the Sea, 144, 57 pp.
- FREON P, MISUND OA. 1999. Dynamics of Pelagic Fish Distribution and Behaviour: Effects on Fisheries and Stock Assessment. Blackwell Science, Oxford, UK.
- GUTIÉRREZ M, PERALTILLA S. 1999a. Aplicación de un Sistema de Información Geográfica y de la carta electrónica isoparalitoral en las evaluaciones hidroacústicas de la biomasa de recursos pesqueros en el mar peruano. En Inf. Inst. Mar Perú 146: 25-29
- GUTIÉRREZ M, HERRERA N, MARÍN D. 1999b. Distribución y abundancia de anchoveta y otras especies pelágicas entre los eventos El Niño 1982-83 y 1997-98. Bol. Inst. Mar Perú Vol.18, N°1 y 2: 77-88.
- GUTIÉRREZ M. 2004. Protocolo para la colección y análisis de ecogramas durante prospecciones de evaluación de recursos pesqueros. Documento interno de trabajo de la Unidad de Tecnologías de Detección. Instituto del Mar del Perú. 25 pp.
- GUTIÉRREZ M, PERALTILLA S, CASTILLO R, GANOZA F, ALIAGA A, HERRERA N, GAVIOLA G, CALDERÓN J. 2004a. Abundancia acústica de los recursos marinos peruanos evaluados en la primavera de 2001. Inf. Inst. Mar Perú 32(2): 155-166.
- GUTIÉRREZ M, CASTILLO R, GANOZA F, HERRERA N, PERALTILLA S, ALIAGA A. 2004b. Análisis de la distribución y abundancia de algunos recursos pelágicos evaluados en la primavera 2001. Inf. Inst. Mar Perú 32(2): 167-180.
- HASTIE T, TIBSHIRANI R. 1990. Generalized Additive Models. Chapman and Hall, London, UK.
- HEWITT R, KIM S, NAGANOBU M, GUTIÉRREZ M, KANG S, TAKAO Y, QUIÑONES J, LEE YH, SHIN HC, KAWAGUCHI S, EMERY JH, DEMER DA, LOEB VJ. 2003. Variation in biomass density and demography of Antarctic krill in the vicinity of the South Shetland Islands during the 1999/2000 austral summer. Deep-Sea Research II 51 (2004) 1411-1419.
- IMARPE. 2004a. Informe Ejecutivo del Crucero 0408-09 de Evaluación de Biomasa Desovante. BIC José Olaya y SNP-2. Dirección Científica.
- IMARPE. 2004b. Informe Ejecutivo de la Prospección 0410 de pre-reclutas de anchoveta. BIC SNP-2. Dirección Científica.
- IMARPE. 2004c. Informe Ejecutivo del Crucero 0411 de Evaluación de las Condiciones Oceanográficas. BIC Olaya. Dirección Científica.
- JOLLY D, HAMPTON I. 1990. A stratified random transect design for acoustic surveys of fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 1282-1291.
- MACLENNAN D, FERNÁNDEZ P. 2000. Definitions, Units and Symbols in Fisheries Acoustics. FAST-ICES Working Group Meeting. St. Johns' Newfoundland, Canada, April 1999 (Mimeo). 6pp.
- MACLENNAN D, SIMMONDS J. 1992. Fisheries Acoustics. Chapman and Hall, London.
- SIMMONDS J, MACLENNAN D. 2005. Fisheries Acoustics. Theory and Practice (Segunda edición). Blackwell Science Ltd., a Blackwell Publishing Co. UK. CPI Anthony Rowe, Eastbourne.
- SIMRAD. 1997. SIMRAD EK500 Scientific Sounder Operator's Manual. P2170E.