



ISSN 0378-7702

INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

Volumen 32

Número 2

• **Crucero de Estimación de la Biomasa Desovante de la Anchoqueta por el Método de Producción de Huevos**
BIC Olaya y LP IMARPE V 0108-09

• **Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BICs Humboldt, Olaya, SNP-2 y LP IMARPE IV 0110-11**



Abril a Junio 2004

Callao, Perú

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE ALGUNOS RECURSOS PELÁGICOS PERUANOS ACÚSTICAMENTE EVALUADOS EN LA PRIMAVERA 2001

ANALYSIS OF DISTRIBUTION AND ABUNDANCE OF SOME PERUVIAN PELAGIC RESOURCES ACOUSTICALLY EVALUATED DURING THE SPRING 2001

Mariano Gutiérrez T P. Ramiro Castillo V² Francisco Ganoza Cb²,
Naldi Herrera A Salvador Peraltilla N² Anibal Aliaga R².

RESUMEN

GUTIÉRREZ M, CASTILLO PR, GANOZA F, HERRERA N, PERALTILLA S, ALLAGA A. 2004. *Análisis de la distribución y abundancia de algunos recursos pelágicos peruanos acústicamente evaluados en la primavera 2001.* Inf Inst Mar Perú 32(2): 167-179.- El gran ecosistema marino peruano, durante el año 2001, ha estado dominado por la influencia de ASS, ACF y ATSA que han determinado amplias zonas con aguas de mezcla apropiadas para el desarrollo de las poblaciones de jurel, pota, múnida y vinciguerría. Estas condiciones oceánicas han propiciado una inusual distribución de anchoveta en la región norte, siguiendo una fuerte proyección de ACF al norte de los 5°S. El incremento de la abundancia de esas cuatro especies constituye un factor de competencia que debe ser considerado para explicar los desplazamientos latitudinales de la anchoveta durante este año 2001, y que se relacionan también con la merma en los desembarques ocurrido en los meses recientes.

PALABRAS CLAVE: distribución, abundancia, anchoveta peruana, primavera 2001, mar peruano.

ABSTRACT

GUTIÉRREZ M, CASTILLO PR, GANOZA F, HERRERA N, PERALTILLA S, ALLAGA A. 2004. *Analysis of distribution and abundance of some Peruvian pelagic resources acoustically evaluated during spring 2001.* Inf Inst Mar Perú. 32(2): 167-179.- The great Peruvian marine ecosystem, during the year 2001, has been dominated by the influence of SSW, CCW and TSAW forming wide areas with appropriate mixture of waters that favoured the increasing of horse mackerel, giant squid, carrot lobster and vinciguerría lightfish. These oceanic conditions have also determined an unusual anchovy's distribution in the northern region caused by a strong projection of CCW at north of 5°S. The growing presence and abundance of those four species in the ecosystem is a factor of competition, which must be considered to explain the latitudinal displacements of anchovy during 2001, which are also related with the decreasing landings occurred in recent months.

KEYWORDS: distribution, abundance, Peruvian anchoveta, spring 2001, Peruvian sea.

INTRODUCCIÓN

El Crucero de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos BICs Humboldt, Olaya y SNP-2 0110-11, con apoyo de la LP IMARPE IV tuvo como objetivo principal evaluar el estado biológico y poblacional de anchoveta (*Engraulis ringens*), sardina (*Sardinops sagax*), jurel (*Trachurus murphyi*) y caballa (*Scomber japonicus*), y además, de otras especies que, ya sea por su naturaleza pelágica o por haber mostrado en épocas recientes una alta abundancia, se constituyen en predador, competidor o presa para los pequeños pelágicos antes mencionados.

Esas otras especies son la vinciguerría (*Vinciguerría luetia*), pota o calamar gigante (*Dosidicus gigas*), múnida (*Pleuroncodes monodon*), samasa (*Anchoa nasus*), camotillo (*Diplectrum* sp.), bagre (*Catborops* sp.) y falso volador (*Prionotus stephanophrys*).

Los aspectos estudiados acústicamente se refieren a distribución y abundancia relativa de la mayoría de las especies mencionadas, con indicación de las tendencias de agregación bajo las condiciones oceanográficas de la primavera de 2001.

La anchoveta, por su importancia comercial y relevancia para la economía nacional ha merecido especial atención, debido a las condi-

ciones inusuales en las que se le encontró distribuida.

MATERIAL Y MÉTODOS

Actividades e itinerario

En un periodo de 40 días (3 octubre - 13 noviembre 2001, con una escala los días 21 y 22 octubre en el Puerto Callao) el Crucero fue desarrollado entre Tacna y Tumbes, desde la costa hasta 200 millas mar afuera, es decir, cubriendo la totalidad del dominio marítimo peruano, al haberse prospectado 76 transectos de 170 y 200 millas de longitud a

bordo de tres barcos científicos (HUMBOLDT, Olaya y SNP-2) y una lancha de apoyo (IMARPE IV) para zonas no accesibles a las otras embarcaciones (GUTIÉRREZ et al. 2004).

Este crucero es el de mayor extensión realizado desde el verano de 1990, cuando un crucero desarrollado con el apoyo del barco soviético RV F. NANSEN, permitió prospectar toda la línea de costa hasta las 160 mn (VÍLCHEZ et al. 1991).

Se navegaron más de 22.000 mn; de ellas, más de 17.000 mn estuvieron dedicadas al rastreo acústico propiamente dicho. Se realizó una prospección multidisciplinaria, con estudios en oceanografía física, química y biológica; biología de pelágicos, demersales e invertebrados; evaluación de aves y mamíferos; ecología trófica y reproductiva.

Además, el muestreo tanto biológico como oceanográfico ha estado basado en 627 lances de pesca, y en un número aún mayor de estaciones oceanográficas efectuadas en 35 días de prospección efectiva.

Métodos

Se utilizó un barrido acústico sistemático paralelo que abarcó 76 transectos de 170 a 200 mn de extensión, a excepción de aquellos ubicados en el extremo sur del litoral. Se navegaron también cuatro subtransectos en los quiebres de la línea de

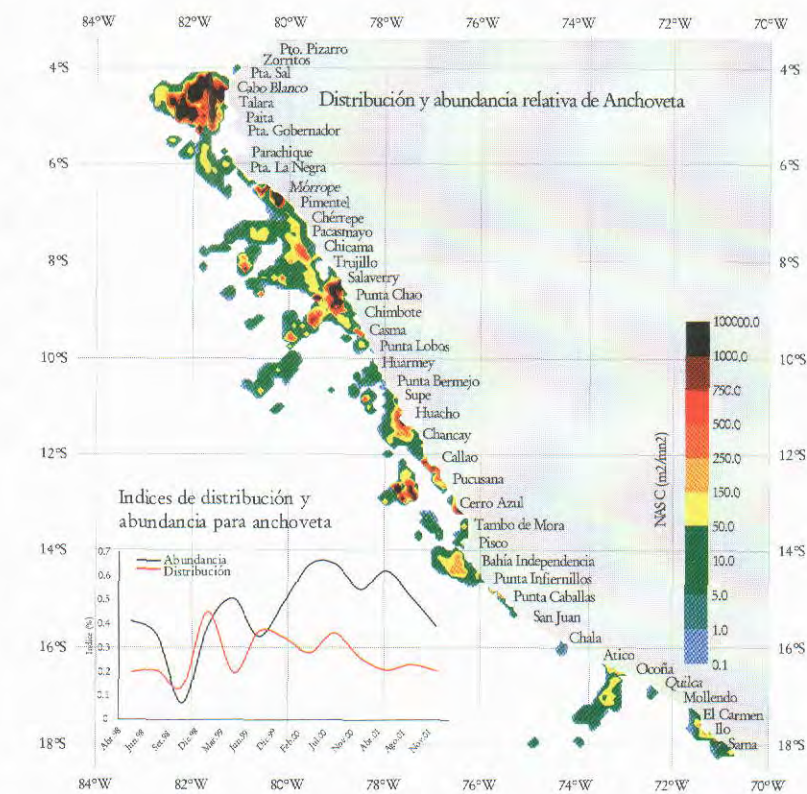


Figura 1. Distribución e índices de agregación de anchoveta. Crucero 0110-11.

costa en San Juan (15°30'S) y Punta Falsa (6°S).

El Crucero fue desarrollado de sur a norte; las figuras de este artículo referidas a distribución corresponden a una construcción paulatina y no constituyen una visión instantánea de la agregación de los recursos evaluados.

La Unidad Básica de Muestreo Acústico (UBMA) fue de una milla

náutica. Los datos acústicos fueron colectados y analizados de acuerdo a MACLENNAN y SIMMONDS (1992) utilizando el programa ECHOVIEW. Los detalles de las calibraciones, intercalibraciones e informaciones relacionadas están contenidas en GUTIÉRREZ et al. (2004).

Las cartas de distribución han sido construidas en base a las bitácoras acústicas de las dos frecuencias

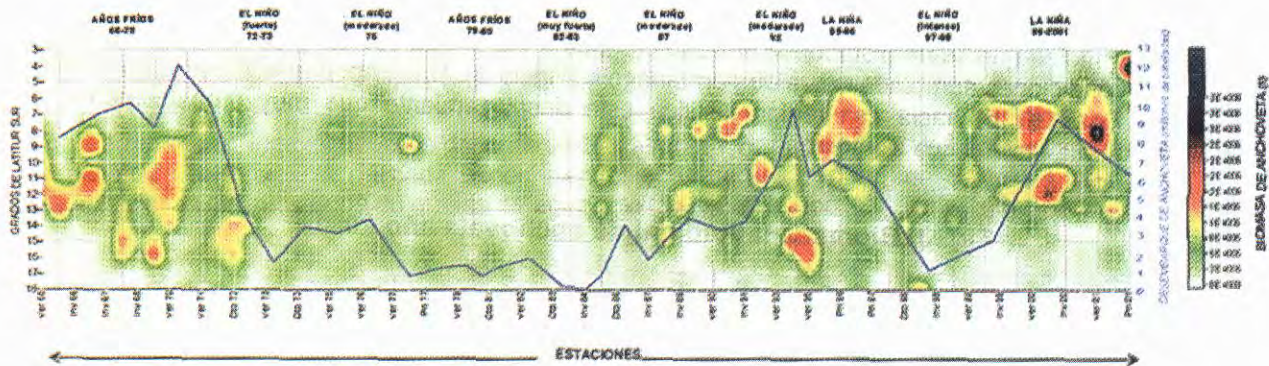


Figura 2. Pictograma de distribución de la biomasa latitudinal de la anchoveta de acuerdo a las estaciones y desembarques de 1966 al 2001.

sonoras utilizadas: 120 kHz para anchoveta, sardina, jurel, caballa, samasa, camotillo, bagre, múnida y falso volador; y 38 kHz para vinciguerra y pota en razón de su más amplia distribución vertical. Los valores NASC (Coeficiente Náutico de Dispersión Acústica; MACLENAN y FERNÁNDEZ 2000) fueron discriminados por especies, de acuerdo con ecotrazos típicos y resultados de los lances de pesca a fin de construir bitácoras separadas. Estas bases de datos fueron interpoladas por triangulación de los valores encerrados por el contorno de la distribución total a fin de reducir el sesgo inherente a la dispersión de valores (GUTIÉRREZ 1997).

A fin de distinguir los niveles de agregación, se separaron los ficheros resultantes en tres categorías (abundancia comercial, dispersión y alta dispersión), cada una de las cuales presenta tres subniveles de acuerdo con la estratificación acústica propuesta por GUTIÉRREZ (1998).

Utilizando los ficheros interpolados, se ha extraído de ellos la magnitud del área de distribución latitudinal (en mn²) de cada una de las especies en estudio, así como también se ha estimado su abundancia o biomasa en toneladas (t) por grados de latitud. En el caso de anchoveta se ha elaborado un pictograma de la distribución latitudinal de anchoveta en el período 1966-2001, mediante el cual es posible apreciar los desplazamientos latitudinales de esta especie en similar período.

Finalmente, se han aplicado índices de distribución y abundancia de las principales especies evaluadas dentro de la franja de las primeras 120 mn de la costa, a fin de realizar comparaciones entre sus niveles de agregación y concentración en el período 1998-2001.

El índice de distribución se define como:

$$I_d = \frac{\sum_{j=3}^{j=18} A_i}{\sum_{j=3}^{j=18} A_j} \quad (\text{Ecuación 1})$$

donde: A_i es el área cubierta por la distribución de la especie;

j representa cada uno de los grados de latitud cubiertos por la prospección entre 3 y 18°S

A_{ij} representa el área el área cubierta por la distribución de todas las especies evaluadas

El índice de abundancia se define como:

$$I_a = \frac{\sum_{j=3}^{j=18} B_i}{\sum_{j=3}^{j=18} B_{ij}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

donde:

B_i es la abundancia o biomasa de la especie;

j representa cada uno de los grados de latitud cubiertos por la prospección entre 3 y 18°S

B_{ij} representa la abundancia o biomasa de todas las especies evaluadas

Estos índices permiten apreciar la fluctuación de la influencia de cada especie en el ecosistema, lo cual constituye un indicador indirecto del efecto de los distintos tipos de masas de agua a lo largo del tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Anchoveta

La anchoveta presentó una distribución atípica, con un muy importante núcleo de distribución entre 4 y 6°S. Al sur de Punta La Negra, su distribución se mostró predominantemente dispersa aunque zonas de abundancia comercial se apreciaron en Mórrope, Salaverry-Punta Chao, Huacho, Callao y Cerro Azul dentro de las primeras 10 mn de la costa (Figura 1).

La única área de importancia alejada de la zona costera en la región central se presentó entre 25 y 35 mn de Pucusana. En esa misma región central, su distribución alcanzó zonas alejadas de la costa habiéndose detectado hasta 170 mn de la costa, aunque en forma fragmentada.

En el sur, su presencia fue costera y escasa, a excepción de una proyección que alcanzó las 80 mn entre Atico y Ocoña, además de un pequeño núcleo de abundancia comercial entre Ilo y Sama. Este alterado patrón de agregación está influenciado por la presencia de ATSA en el sur, y de ASS y aguas de mezcla en la región central. En comparación con lo observado en los cruceros de invierno y verano del 2001, el importante núcleo que suele distribuirse entre los grados 6 y 8°S aparece desplazado hacia el norte, en medio de condiciones apropiadas para su permanencia (Figura 3). Una importante proyección de ACF hacia esa región justifica este desplazamiento que muy probablemente será revertido durante los meses siguientes.

De otro lado, y tal como suele ser observado, esta especie tuvo una distribución vertical restringida a los 40 m de profundidad, habiéndose detectado los principales registros acústicos por debajo de los 10 m, a excepción de aquellos que corresponden a la zona costera, que no ha podido ser evaluada íntegramente debido a la limitación impuesta por el calado de las embarcaciones participantes en el crucero.

En la región sur y central la anchoveta ha compartido áreas de distribución con la múnida y otras especies menos abundantes.

Además, la creciente presencia y abundancia de pota y vinciguerra en la franja más cercana al litoral representan un factor adicional de competencia espacial que podría explicar la distribución actual del recurso.

Con el propósito de graficar la creciente pérdida de la predominancia de anchoveta en el ecosistema, se han incluido, en la Figura 2, la fluctuación de los índices de abundancia y distribución para la especie, en función de todas las otras especies que vienen siendo periódicamente evaluadas. Se aprecia allí que tanto en términos de abundancia como de distribución existe una disminución de la hegemonía de anchoveta, en

tanto que otras especies incrementan su presencia.

Ello no representa, necesariamente, una tendencia hacia la disminución del volumen de la población; pero hace evidente una competencia creciente que tendrá que ser atentamente vigilada en el curso de las cambiantes condiciones oceanográficas.

La Figura 2 muestra la fluctuación de la biomasa latitudinal de anchoveta en función de la alternancia de eventos fríos y cálidos en el período 1966-2001. Una primera interpretación permite establecer que el patrón de agregación de anchoveta, a noviembre de 2001, muestra que, al menos en los últimos 35 años, no se ha producido una distribución de este tipo. En la misma Figura 3 se aprecia la fluctuación de los desembarques en similar período, y que, a pesar de la alta abundancia de anchoveta, los desembarques no muestran una correspondencia con la tasa actual de biomasa. El relativo estancamiento de la captura (en un nivel de 6,5 millones de toneladas al mes de agosto de 2001) es función de la baja disponibilidad o capturabilidad actual; la distribución espacial impide un mejor desempeño de la flota tanto por su menor presencia en el extremo norte del litoral, como por la distribución costera de la anchoveta en gran parte del litoral dentro de las 5 millas reservadas para la flota artesanal. En la región norte las características de la distribución actual impiden un alto rendimiento pesquero; esta circunstancia será analizada más adelante.

Análisis de la estructura de los cardúmenes de anchoveta

Utilizando un programa informático para el análisis de la información acústica colectada (ECHOVIEW 2.10.53) se ha efectuado un estudio especial acerca de la estructura de los cardúmenes de anchoveta, cuyo propósito es explicar las razones por las cuales el rendimiento pesquero

ha disminuido drásticamente desde el invierno de 2001, a pesar de la relativa alta abundancia actual.

Para ello, se efectuó una detección semiautomática de los cardúmenes de anchoveta para toda la data colectada durante los tres cruceros efectuados durante el 2001, es decir, en verano (Crucero 0102-04), invierno (Crucero 0107-08) y primavera (Crucero 0110-11). Se efectuó una discriminación previa de los ecotrazos, de acuerdo con los resultados de los lances de comprobación y en base también al conocimiento de trazos típicos y otros indicadores.

Los cardúmenes detectados fueron clasificados de acuerdo con cinco criterios: magnitud de la ecointegración, área superficial, volumen, altura media y extensión de cada uno de los cardúmenes. Los datos fueron agrupados en una escala logarítmica. Una primera observación permite concluir que el número de cardúmenes detectados fue muy similar en los tres casos, pero la biomasa fue bastante mayor en el verano (11,2 millones) en comparación con el invierno (6,5 millones) y la primavera (6,8 millones).

En términos de la ecointegración por cardumen, es obvio que durante el verano fue diez veces mayor, en promedio; y que no ha habido mayor variación entre el invierno y primavera, al ser las condiciones ambientales esencialmente las mismas entre estos dos últimos cruceros (Figura 4).

La función de primavera muestra una ligera desviación respecto al invierno; la de verano es notoriamente más alta, es decir, con cardúmenes no necesariamente más grandes pero de mayor densidad media. Las diferencias en magnitud entre el verano y las de invierno-primavera, bastante similares, pueden ser determinadas a través de la siguiente expresión:

$$\Delta Y = \int f(X_{\text{VERANO}}) - \frac{\int f(X_{\text{INVIERNO}}) + \int f(X_{\text{PRIMAVERA}})}{2}$$

(Ecuación 3)

En términos del área superficial por cardumen, la estructura otra vez fue muy similar entre invierno y primavera. En el verano, este parámetro alcanzó una moda 10 veces mayor que la moda de los dos últimos cruceros, situada en 10 m² de área superficial (Figura 5).

La estructura de los cardúmenes, en función a su volumen, mostró una moda casi coincidente entre 10 y 100 m³ para los tres casos. En la primavera, se apreció alta frecuencia para cardúmenes de menor volumen, entre 0 y 10 m³ (Figura 6).

En el caso de la altura media del cardumen, también se observó una proximidad de las modas (algo más de 1 m) en los tres casos. En el invierno, la frecuencia de valores fue notoriamente menor (Figura 7).

La estructura de los cardúmenes según su extensión, mostró, una vez más, una coincidencia en la tendencia de distribución, aunque esta vez se observaron dos modas: la primera en aquellos cardúmenes que tienen una longitud apenas mayor a 0 m y, la segunda, en aquéllos de 10 m de extensión. Asimismo, la tendencia hacia cardúmenes más pequeños ha sido creciente a lo largo del año (Figura 8).

Teniendo en cuenta que, en todos los casos, asumiendo en 90% de la biomasa estimada para anchoveta corresponde a adultos; y según las modas principales obtenidas en cada caso, más el peso medio en 20 g, es posible integrar los cinco criterios, antes descritos, en uno final, que muestra la estructura de cardúmenes de acuerdo con su biomasa individual, para los tres cruceros desarrollados a lo largo del año 2001.

La Figura 9 muestra dicha estructura, en donde la tendencia es muy similar en los cruceros de invierno y primavera, pero en el verano se observa que existieron cardúmenes de mayor biomasa, de acuerdo con los parámetros de agregación antes descritos. Se concluye que, desde el invierno, y al menos hasta el término del crucero de invierno (media-

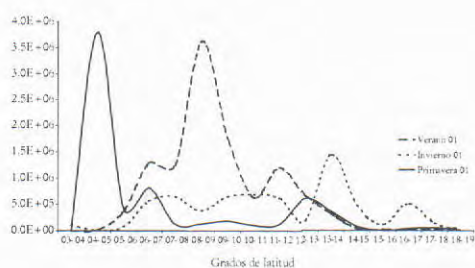


Figura 3. Biomasa latitudinal de anchoveta año 2001.

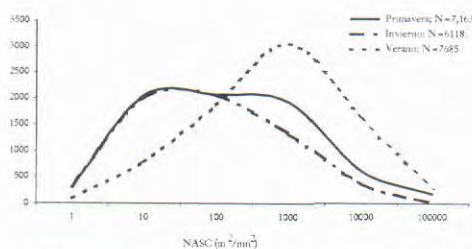


Figura 4. Estructura de cardúmenes de anchoveta según NASC. Año 2001.

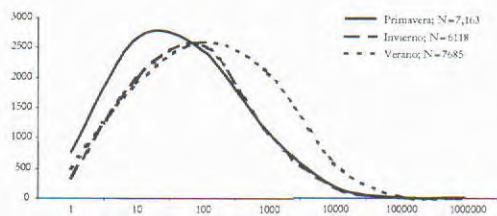


Figura 5. Estructura de cardúmenes de anchoveta según área superficial. Año 2001.

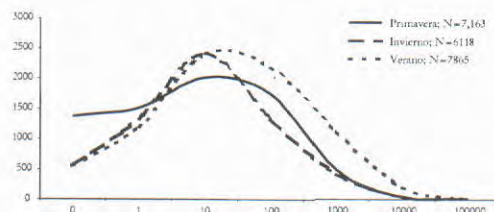


Figura 6. Estructura de cardúmenes de anchoveta según volumen. Año 2001.

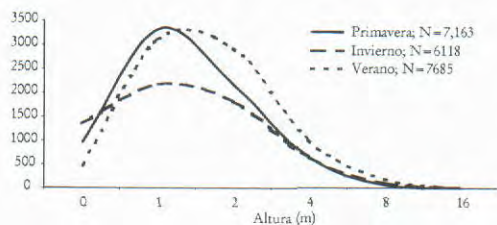


Figura 7. Estructura de cardúmenes de anchoveta según Altura del cardumen. Año 2001.

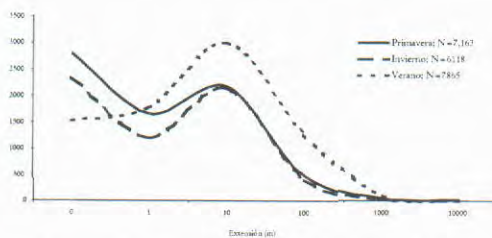


Figura 8 Estructura de cardúmenes de anchoveta según extensión. Año 2001.

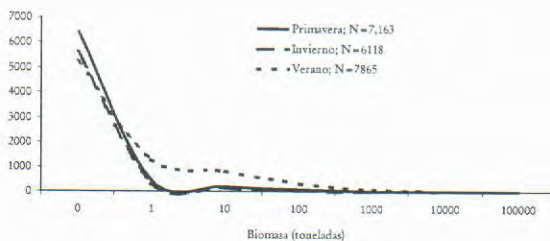


Figura 9. Estructura de cardúmenes de anchoveta según biomasa. Año 2001.

dos de noviembre), no ha habido cambios en el tamaño de los cardúmenes, pero sí un desplazamiento del centro de gravedad de la población hacia el norte, tal como se explicó antes. Esto tiene incidencia directa en la reducción de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) en los últimos meses.

Jurel

El jurel presentó una distribución menor a la determinada desde el verano 2000, a juzgar por la progresión de sus índices de distribución y abundancia (Figura 10). Su presencia estuvo asociada a las aguas de mezcla entre ASS y ACF. En general, su distribución apareció alejada de la costa en núcleos aislados salvo la zona comprendida entre Callao y Pisco, por fuera de las 70 mn, en donde se apreciaron áreas de abundancia comercial. Se estima que su presencia debe ser mayor fuera del área de estudio, en especial en la zona sur donde la influencia de las ATSA han alejado la isoterma de 18°C, típica para la especie, por fuera de las 200 mn, es decir, más allá de la zona prospectada.

Caballa

La caballa tuvo una presencia escasa. Algunos núcleos fueron detectados en forma dispersa por fuera de las 40 mn del área comprendida entre Callao y Pisco; además de otros dos núcleos por fuera de las 130 mn sobre las latitudes de Pacasmayo y Salaverry.

Sus índices de distribución y abundancia muestran una paulatina reducción de su presencia (Figura 11). No obstante, al igual que en el caso del jurel se estima que su abundancia ha de ser mayor por fuera del área que en esta oportunidad ha sido prospectada, en especial, en la región sur.

Múnida

La múnida tuvo una presencia

importante a lo largo de gran parte del litoral. La mayor abundancia de la especie se registró en el área en la que usualmente la anchoveta presenta sus mayores índices de abundancia (Figura 12).

El patrón de distribución de múnida está siempre influenciado por la presencia de las ATSA, las que mostraron una intensificación en su flujo entre invierno y primavera. La fluctuación de sus índices de abundancia y distribución responden a la variación de la influencia de ASS y ACF-ATSA.

Pota

La pota fue una de las especies con más amplia distribución. Sin embargo, como se observó en otras oportunidades, su abundancia debe ser aún mayor, a juzgar por las extensas distancias en las que ha sido detectada.

Su presencia estuvo asociada a las aguas de mezcla entre ASS y ACF en el norte y la de ASS-ATSA-ACF en la región sur.

Presentó zonas de abundancia comercial principalmente en el norte, siempre fuera de la plataforma continental.

Sus índices de distribución y abundancia muestran un incremento constante desde inicios de 1999 (Figura 13).

Vinciguerría

La vinciguerría tuvo una distribución bastante similar a la de pota y, al igual que ésta, muestra un incremento paulatino en sus índices de abundancia y distribución (Figura 14).

Tal como se ha observado en otras ocasiones, el extremo sur del litoral es el que presentó la mayor abundancia de la especie por ser la que presenta la plataforma continental más estrecha del litoral.

Otra zona de importante concentración fue la región central, específicamente por fuera de las 50 mn entre Huarmey y Huacho.

En la zona norte su distribución estuvo limitada por la presencia de

ACF, pero influenciada por las ASS en la zona central; en el sur su presencia estuvo asociada a las aguas de mezcla entre ASS-ATSA-ACF.

Otras especies

Otras especies evaluadas durante el crucero fueron la samasa, el camotillo, el bagre y el falso volador, todos los cuales presentaron una distribución costera y de mayor abundancia en comparación con lo observado en prospecciones recientes. Sin embargo, sólo la presencia de samasa y bagre resaltan de manera significativa, especialmente en la región norte-centro (Figura 15).

El rastreo acústico fue también utilizado para construir una cartografía de la presencia de recursos demersales, los cuales estuvieron escasamente distribuidos en las regiones central y del sur debido a la debilidad de la Extensión Sur de la Corriente de CROMWELL (ESCC). Sin embargo, en el extremo norte del litoral se apreció una distribución continua de estas especies coincidiendo con una mayor presencia de la ESCC en dicha área.

DISCUSIÓN

Desde abril de 1998, y dentro de las 120 mn de la costa, doce especies vienen siendo acústicamente evaluadas. Gracias a ello, es posible hacer un seguimiento de su distribución y abundancia, para analizar los cambios que ocurren en el ecosistema en función de la variación ambiental, estacional o interanual.

Así por ejemplo, desde el punto de vista de la abundancia de estas especies, se puede apreciar que, a noviembre de 2001, la anchoveta es la especie dominante en el ecosistema, aun cuando se aprecia una tendencia declinante en este predominio a medida que otras especies como múnida, pota y vinciguerría muestran una tendencia creciente (Figura 16). Esto no significa necesariamente una tendencia negativa

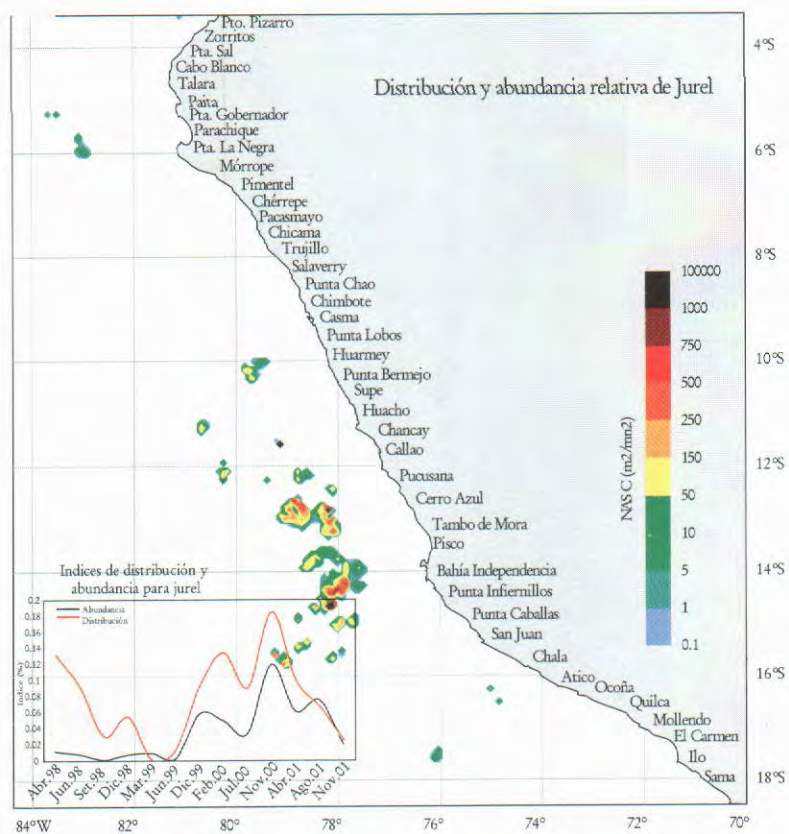


Figura 10. Distribución y abundancia relativa del jurel.

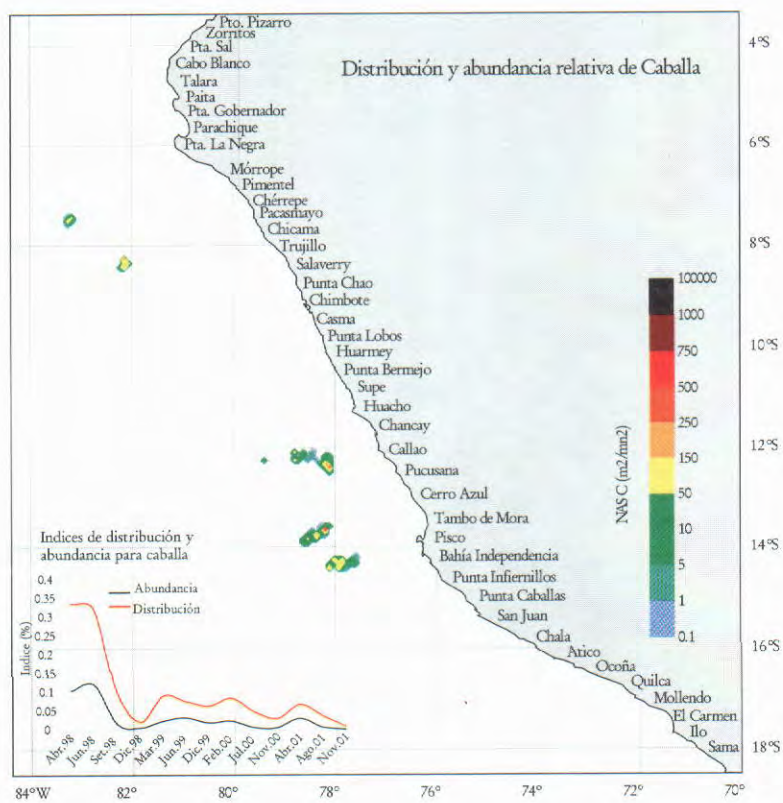


Figura 11. Distribución y abundancia relativa de la caballa.

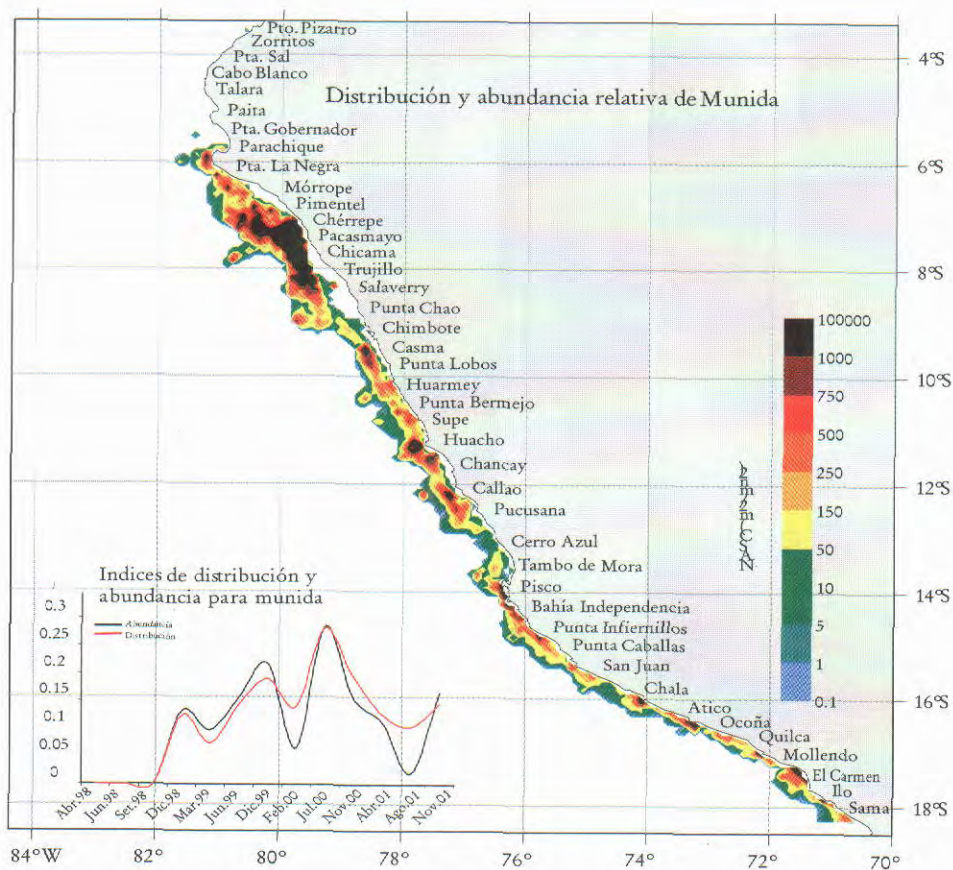


Figura 12. Distribución y abundancia relativa de *munida*.

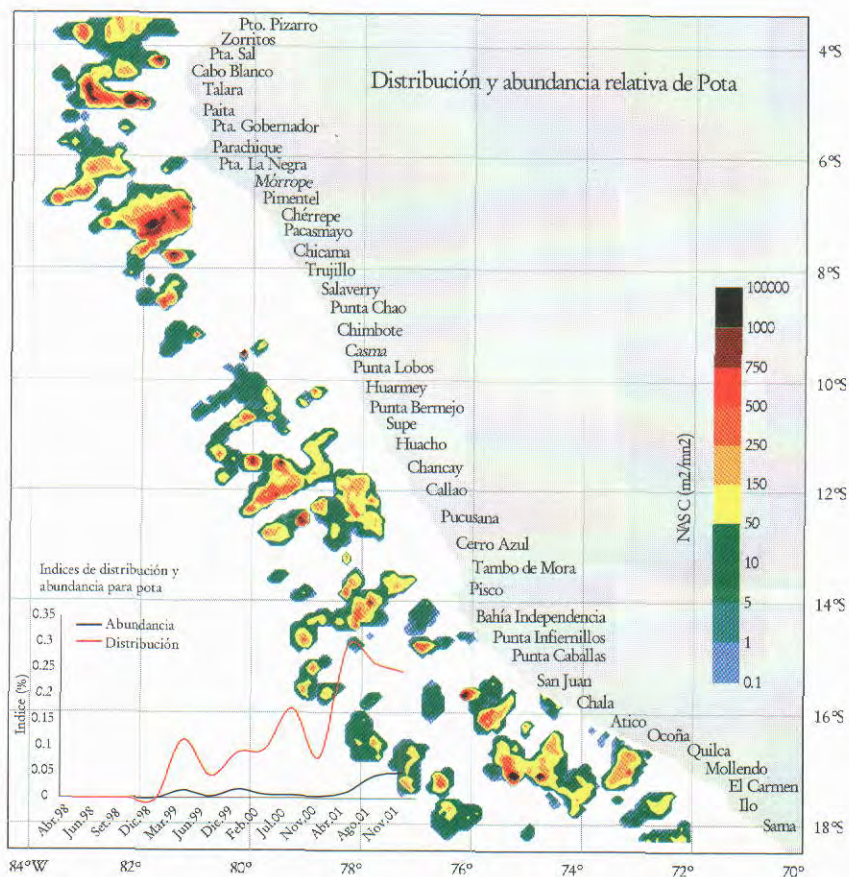


Figura 13. Distribución y abundancia relativa de la *pota*.

en la magnitud de la población de anchoveta, pero sí representa una mayor competencia por el espacio en el ecosistema pelágico.

Desde el punto de vista del área cubierta por la distribución de estos recursos, es también evidente una tendencia decreciente en el predominio de anchoveta, en tanto que la pota, la múnida y la vinciguerría mantienen una tendencia creciente desde la primavera de 1999 (Figura 17).

Los otros recursos pelágicos de importancia comercial (sardina, jurel y caballa) han mostrado tendencias opuestas. Por un lado, la sardina tuvo una abundancia considerable durante El Niño 1997-98 para luego prácticamente desaparecer del ecosistema y de la pesquería; también, jurel y caballa tuvieron una presencia importante durante El Niño, pero luego disminuyeron su abundancia hasta un mínimo en el otoño de 1999. Posteriormente han presentado una ligera tendencia creciente aunque con fluctuaciones entre estaciones.

Los cambios o tendencias descritos han sido los principales observados en base a información acústica desde 1998 hasta la actualidad. La presencia creciente de pota, vinciguerría y múnida tiene su origen en la composición de las masas de agua, pero especialmente debido a la influencia de ASS y ATSA, que han favorecido la formación de extensas áreas con aguas de mezcla con las ACF, en las que, aunque fluctuantes en magnitud, los recursos mencionados han encontrado un medio ideal para el desarrollo de sus poblaciones.

Esos mismos cambios en el ambiente marino, que afectan los organismos pelágicos de la manera descrita, explican también la variación de los índices de capturabilidad de anchoveta. En el capítulo de Métodos se explicó la manera en que los valores de eointegración (NASC) fueron agrupados en tres categorías: de Abundancia

Comercial, de Dispersión y de Alta Dispersión. Utilizando la cartografía de anchoveta como medio para estimar el área cubierta espacialmente por esta estratificación, se ha podido apreciar la fluctuación estacional de las tres categorías (Figura 18).

En el caso de las áreas de Abundancia Comercial, se aprecia claramente que la mayor disponibilidad pesquera corresponde a las estaciones de verano, al mismo tiempo que las zonas de Alta Dispersión ofrecen sus menores magnitudes. Por el contrario, en invierno suele observarse la más baja disponibilidad comercial, estación en la cual el predominio de la agregación del recurso está dado por las áreas de Alta Dispersión (Figura 18). A lo largo de los años, las Áreas de Dispersión muestran pequeñas fluctuaciones, es decir, mantienen una proporción más o menos homogénea en comparación con las otras dos clasificaciones.

A lo largo de este periodo de observaciones acústicas, para anchoveta se ha podido observar que las zonas de Alta Dispersión se forman durante el predominio de las ACF, dentro de las 120 mn de la costa, que es el área usualmente prospectada durante los cruceros. Esta caracterización se alterna con aquella en la que dominan las ASS (verano-otoño), es decir, existen marcadas tendencias estacionales. Sin embargo, el predominio de las zonas de Alta Dispersión se ha extendido desde el invierno, cubriendo la primavera, pero terminando muy probablemente en el verano de 2002 (Figura 19). También se aprecia que las zonas de Abundancia Comercial se mantienen en un bajo nivel desde el invierno, tal como por otros tipos de análisis se ha mostrado a lo largo de este documento. Todo esto puede calificarse como una prolongación del invierno.

La eointegración según distancia a la costa es otro factor que per-

mite explicar la influencia de las masas de aguas en el comportamiento gregario de anchoveta a lo largo de 2001. En verano la anchoveta tuvo una distribución hasta 112 mn, más amplia que la de invierno, lo cual constituye una observación opuesta a lo usual y que se explica por la influencia de ACF y ATSA en el período estival.

En invierno, el debilitamiento de las ATSA y ACF, y una presencia mayor de ASS significaron una distribución más restringida para anchoveta, la cual alcanzó tan sólo una distancia máxima de 90 mn de la costa. De otro lado, la renovada influencia de ATSA y ACF a lo largo de la primavera ha provocado una alta dispersión de la especie, la cual ha llegado a ser detectada hasta 170 mn de la costa y que se constituye en la primera evidencia confirmada de que bajo ciertas condiciones puede alcanzar relativas largas distancias desde la costa (Figura 19).

Progresión de la composición de las masas de agua

La figura 20 muestra la progresión de la composición de las masas de aguas predominantes dentro de la franja de las 100 mn, frente a la costa peruana en el período comprendido entre las primaveras de 1996 y 2001. Antes de El Niño 1997-98, el predominio estuvo dado por ACF; durante El Niño y post El Niño, por ASS; y por aguas de mezcla en el período restante. La recuperación del stock de anchoveta luego de El Niño ha estado sin embargo, asociada al predominio de ACF en la zona costera y la falta de competencia y predación en la misma zona.

El dominio de aguas de mezcla, a partir del verano de 2000 coincide con la observación de una progresiva mayor abundancia de jurel, caballa, pota, múnida y vinciguerría. A finales de 2001, las ACF en el sur tuvieron el aporte de las ATSA; la zona central aparece dominada por

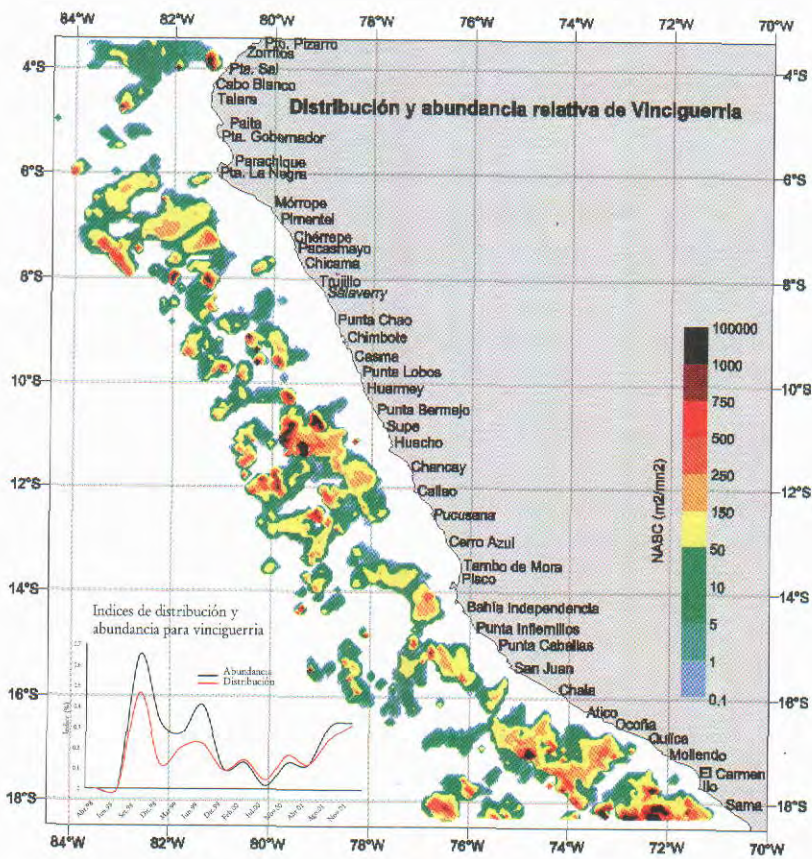


Figura 14. Distribución y abundancia relativa de la vinciguerria.

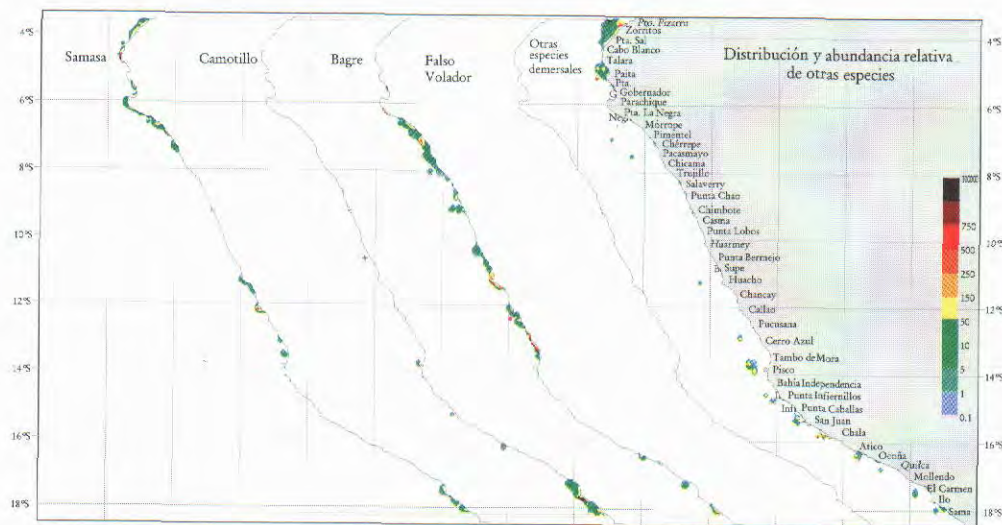


Figura 15. Distribución y abundancia relativa de samasa, camotillo, bagre, falso volador y demersales.

aguas de mezcla con fuerte influencia de ASS por fuera de las 30 mn y de ATSA en la franja más costera. Al mismo tiempo, la zona norte es la única que muestra la influencia o dominio de ACF.

Estas apreciaciones guardan concordancia con la distribución que rige para todas las especies mencionadas a finales de 2001. No obstante, estos parámetros de agregación no son usuales para la

estación, como tampoco lo han sido para todo el año 2001 donde, por ejemplo, el ecosistema estuvo dominado por ACF durante el verano.

Los pronósticos oceanográficos efectuados en base a los modelos de

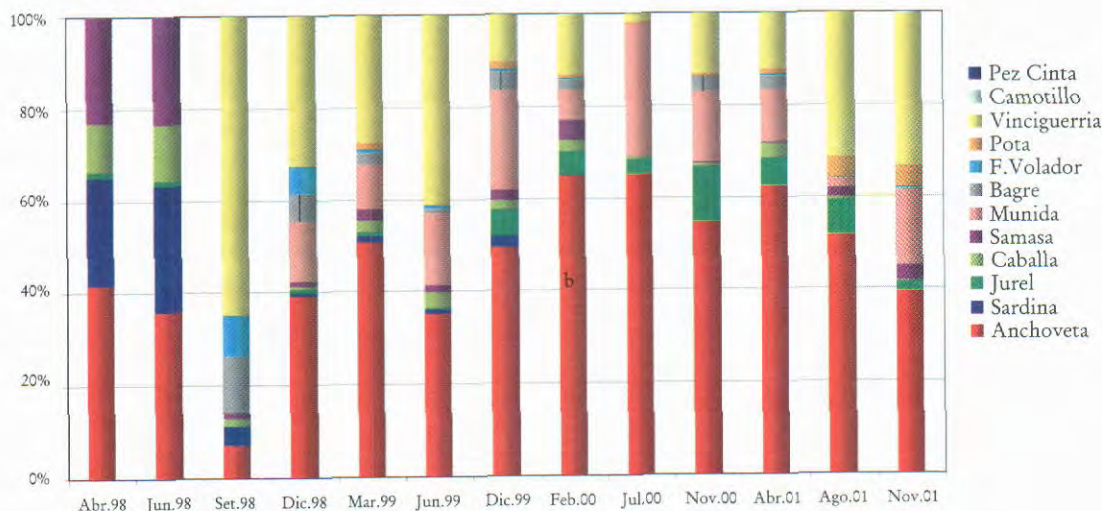


Figura 16. Abundancia porcentual de las especies evaluadas en el período 1998-2000.

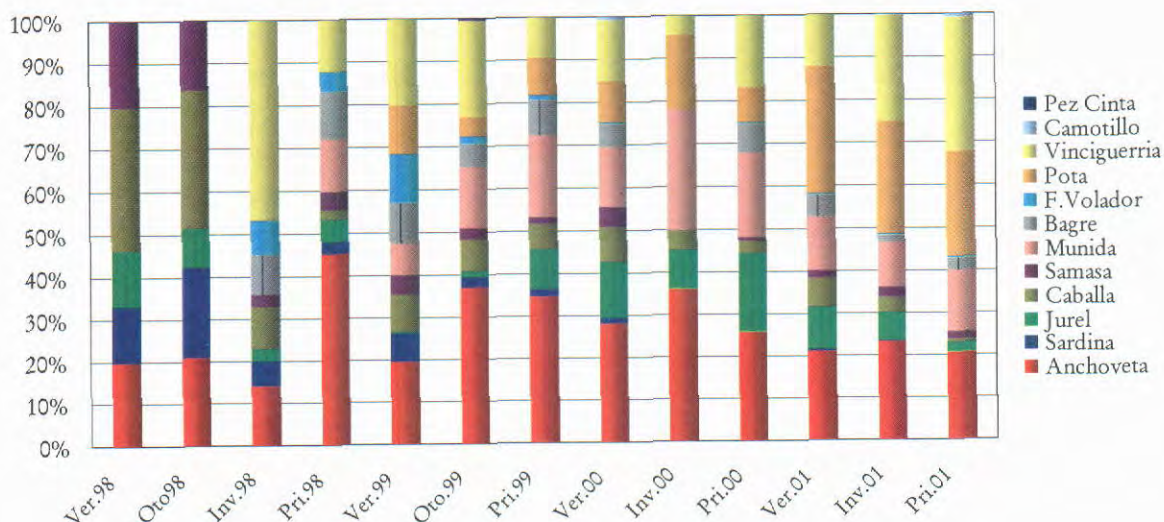


Figura 17. Distribución porcentual de las especies evaluadas en el período 1998-2001.

circulación oceánica durante gran parte de 2001 mostraban una tendencia hacia el desarrollo de un nuevo período cálido con dominio de ASS y AES en el Pacífico Sudeste, pero no necesariamente un nuevo evento El Niño, a partir de finales de 2001. Sin embargo, el desarrollo real de los procesos oceánicos vienen presentando un inesperado evento frío, o bien la intensificación del que se ha apreciado todo el año. Esta circunstancia obliga a mantener una vigilancia especial sobre las variables ambien-

tales así como también sobre las tendencias de agregación y competencia-predación en el ecosistema, al menos dentro de la franja de las 100-120 mn por el efecto, benéfico o perjudicial, según el caso que los cambios en curso puedan tener sobre las diversas pesquerías.

El advenimiento de la estación estival de 2002 debería traducirse en un nuevo desplazamiento latitudinal de, por lo menos las poblaciones costeras, en especial la anchoveta y la múnida, de las que se espera un repliegue sobre la zona

costera y el traslado de su centro de gravedad hacia mayores latitudes meridionales. En todo caso, la tendencia de la progresión latitudinal de las temperaturas medias a lo largo de la costa del Perú (dentro de la franja de las 100 mn), a partir de la primavera de 1996 muestra una tendencia hacia un enfriamiento progresivo que es el que acompaña a la creciente presencia de aguas de mezcla y que, de mantenerse, representaría una abundancia aún mayor, de por lo menos las especies jurel, caballa y pota (Figura 21).

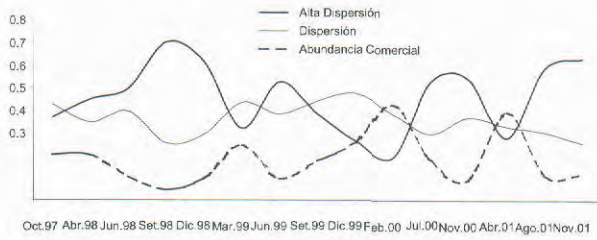


Figura 18. Variación de las áreas de distribución de anchoveta de acuerdo con su clasificación en tres niveles. Período 1997-2001.

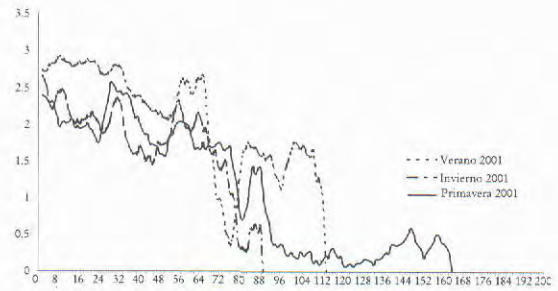


Figura 19. EcoinTEGRación media de anchoveta según distancia a la costa durante 2001.

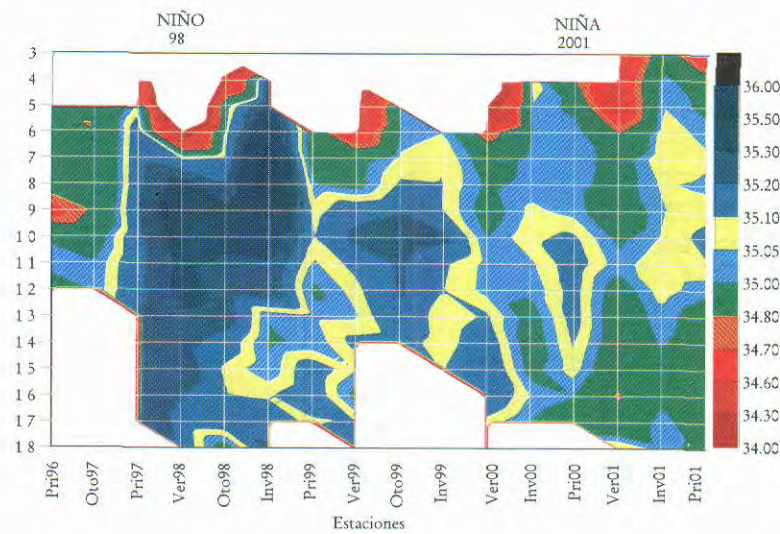


Figura 20. Salinidad media (psu) a lo largo de la costa peruana en el período 1966-2001.

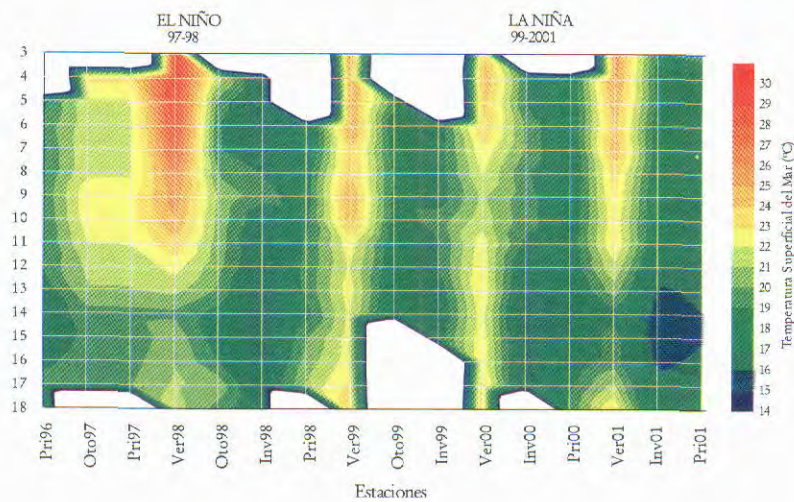


Figura 21. Temperatura media (°C) a lo largo de la costa peruana en el período 1996-2001.

CONCLUSIONES

1. El año 2001 ha estado caracterizado por la ocurrencia de intensos afloramientos, pero también por la intromisión de ASS y la influencia de ATSA, que han formado vastas zonas con aguas de mezcla.

2. Dichas características ambientales fueron favorables para la creciente abundancia de múnida, pota, jurel y vinciguerría. Este incremento origina, también, una mayor competencia por el espacio y alimento en el ecosistema.

3. En la primavera de 2001 se ha producido un inusual desplazamiento de gran parte del stock central de anchoveta hacia la región norte, como producto de una fuerte proyección de ACF hacia dicha zona. Del mismo modo, la múnida alcanzó a distribuirse en la zona norte inclusive, ocupando en gran medida las áreas típicas de distribución de anchoveta.

4. A pesar de la alta abundancia de anchoveta entre los grados 4 y 5°S, un análisis especial por cardúmenes muestra que la ecointegración, tamaño y volumen dominante en esa zona, y en toda el área prospectada, corresponde a pequeños cardúmenes que, no siendo aptos para la pesquería, ocasionan, sin embargo, altos promedios acústicos por intervalo de muestreo. Además, en gran parte del litoral los cardúmenes de mayor tamaño han estado por lo general distribuidos en aguas someras cercanas a la costa. Todo ello explica la caída de los índices de desembarque en los últimos meses de 2001.

5. Una comparación entre los patrones de volumen de cardúmenes para los cruceros desarrollados en el 2001, muestra que entre invierno y primavera prevale-

cen las condiciones frías que caracterizan una alta dispersión del recurso. De otro lado, a pesar de la influencia de ACF durante el verano, se aprecia un claro contraste entre la magnitud de los cardúmenes detectados en dicho período, en comparación con lo observado el resto del año.

6. Desde un punto de vista de la distribución espacial de anchoveta, la presencia geográfica de la especie ha sido la más amplia en relación con la distancia a la costa en la que se le ha detectado; durante invierno, sin embargo, la distribución longitudinal fue más limitada que la de verano en concordancia con la composición de las masas de aguas que se ha observado.

7. El balance entre las poblaciones evaluadas acústicamente, tanto desde el punto de vista de la distribución como de su abundancia relativa, muestran una tendencia creciente de la influencia de los recursos jurel, pota, múnida y vinciguerría dentro del ecosistema. La anchoveta en cambio muestra una tendencia decreciente en su predominio en el ecosistema, aun cuando ello no necesariamente significa una reducción de su abundancia, por cuanto el principal factor que regula su predominio actual es la pesquería, y de ella dependerá en primer término la tendencia que siga esta población en los meses siguientes.

Agradecimientos.- Los autores desean dejar constancia de su agradecimiento a los ingenieros pesqueros OCTAVIO MORÓN ANTONIO Y LUIS VÁSQUEZ ESPINOZA por su asesoría en el tratamiento de los datos oceanográficos y por su colaboración en la interpretación de los mismos. Asimismo, al bachiller GABRIEL GAVIOLA y al técnico JAIRO CALDERÓN por su apoyo en el procesamiento de datos.

Referencias

- GUTIÉRREZ M, PERALTI S, CASTILLO PR, GANOZA F, ALIAGA A, HERRERA N, GAVIOLA G, CALDERÓN, J. 2004. Abundancia acústica de los recursos marinos peruanos evaluados en la primavera 2001. Inf Inst Mar Perú 32(2):161-172.
- GUTIÉRREZ M. 1997. Aplicación de software de interpolación en las evaluaciones hidroacústicas de la biomasa y distribución de recursos pelágicos. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 67. 10 pp.
- GUTIÉRREZ M. 2001. Efectos del evento El Niño 1997-98 sobre la distribución y abundancia de anchoveta (*Engraulis ringens*). En: El Niño en América Latina: impactos biológicos y sociales. Tarazona, Arntz, Castillo de Maruenda (eds.). CONCYTEC; Auxli, OEA: 51-72.
- IMARPE. 2001. Informe Ejecutivo del Crucero 0103-04 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos a bordo de los BIC Olaya y SNP-2; Verano de 2001. Informe Interno.
- IMARPE. 2001. Informe Ejecutivo del Crucero C107-08 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos a bordo de los BIC Olaya y SNP-2; Invierno de 2001. Informe Interno.
- IMARPE. 2001. Informe Ejecutivo del Crucero 0110-11 de Evaluación Hidroacústica de Recursos Pelágicos a bordo de los BIC Humboldt, Olaya y SNP-2; Primavera de 2001. Informe Interno.
- MACLENNAN D, SIMMONDS J. 1992. Fisheries Acoustics. Chapman and Hall Ed. London. 325 pp.
- MACLENNAN D, FERNÁNDEZ P. 2000. Units and Symbols used in Fisheries Acoustics. In: Proceedings of the FAST-ICES 2000 Conference, Haarlem, Holland, April 2000 (mimeo).
- VILCHEZ R, ZUZUNAGA J, PEÑA N, CALIENES R, CÁRDENAS G, ÑIQUE N, ANTONIETTI E, CARRASCO S, SÁNCHEZ G. 1991. Evaluación de los principales recursos pelágicos en la costa peruana. Crucero Evaluación Acústica BIC Humboldt, BIC SNP-1 y BIC Nansen 9002-04 (Frontera Norte-Frontera Sur). Inf. Inst. Mar Perú N°101.69pp.