

Distribución y cuantificación de la biomasa íctica del mar nororiental venezolano, con énfasis especial en la sardina, determinadas por medios hidroacústicos¹

Juan J. Cárdenas
Biólogo pesquero

I Introducción

La importancia de los recursos sardineros de las aguas orientales del país, ha sido reconocida desde hace más de cinco décadas. Los incrementos paulatinos en la eficiencia de los métodos de captura (motorización de las embarcaciones e introducción de fibras sintéticas) y en el esfuerzo de pesca, redundaron, a su vez, en aumentos sucesivos de la producción.

Esta situación trajo consigo, la natural inquietud de conocer la

¹ Contribución N° 214
Estación de Investigaciones Marinas de Margarita (EDIMAR)
Fundación La Salle de Ciencias Naturales.

magnitud de un recurso, cuya explotación tendía de manera general hacia el aumento, pero cuya potencialidad se desconocía. En tal sentido se produce la resolución del Ministerio de Agricultura y Cría de Agosto de 1966, la cual dispone realizar una evaluación del recurso en cuestión.

De esta forma se llegó a las cuantificaciones formales, inferidas a partir de la producción primaria, observaciones aéreas y prospecciones acústicas. Ginés (1972) sintetiza en cifras los resultados de tales evaluaciones, al afirmar que la explotación sardinera podría incrementarse hasta alcanzar las 200.000 toneladas.

Con el propósito de corroborar estos resultados e implantar un sistema de observación directa y permanente de estas poblaciones, se inicia en 1978 una serie de campañas de prospección hidroacústica de cuantificación. Este programa de evaluación se vio reforzado a partir de 1980 con recursos humanos y materiales aportados por el Instituto Francés de Investigación Científica para el Desarrollo en Cooperación (ORSTOM, actualmente denominado IRD).

El empleo sistemático de técnicas acústicas (ecosonda) para la estimación de cantidades de biomasa íctica, ya había sido introducido en el oriente al inicio de la década de los setenta (Odegaard *et al.*, 1971 a y b). Sin embargo, al igual que las observaciones aéreas, las estimaciones de abundancia sólo se hicieron en términos relativos, ya que en ambos casos se trató de un conteo de cardúmenes y concentraciones de peces, acompañado de una estimación del peso de cada agregación vista o detectada a través de los instrumentos, sin que se intentaran para la época, extrapolaciones en el espacio y/o cuantificaciones absolutas sobre el área de distribución del recurso.

En las páginas siguientes se presentan los resultados de una serie de campañas de ecointegración, a partir de las cuales se adelanta la evaluación del recurso “peces pelágicos costeros”.

Las campañas consideradas luego como serie temporal, nos permiten inferir sobre la distribución geográfica de la biomasa y sus variaciones intra e inter anuales.

Por qué hidroacústica y ecointegración como método de evaluación?

Resumiendo lo señalado por Trujillo (1977) y Gerlotto y Ginés (1988), la calidad en la evaluación de estos recursos, utilizando

métodos indirectos basados en datos de esfuerzo y captura, e información sobre aspectos biológicos de las especies implicadas en la pesquería (crecimiento, reproducción, mortalidad), puede ser cuestionable. Esto en razón de que sabemos que la explotación ocurre sobre una fracción de la superficie y del volumen total de distribución posible del o de los stocks.

Estos autores, luego de repertoriar los motivos que producen esta limitación, concluyen en que el uso de las *CPUE* como indicativo único de la abundancia, puede arrojar resultados sin correspondencia con el estado real del stock, en vista de que la variación del esfuerzo de pesca interviene sólo de manera parcial en la variabilidad de las capturas.

Con base en las consideraciones anteriores, EDIMAR-FLASA optó por la utilización de la eointegración hidroacústica como método directo e independiente de las pesquerías, para la determinación de la abundancia de las poblaciones ícticas y de la disponibilidad de esos recursos.

Además de las razones expuestas para el empleo del método indicado, en la región sometida a estudio su aplicación se vió favorecida por el hecho de haber profundidades medias convenientes a los sondeos acústicos, al tiempo que muy pocas zonas inaccesibles (bajos), grandes segmentos de costas altas, lo cual permite prospecciones próximas a tierra, cobertura de la totalidad del área de distribución del stock principal (peces pelágicos costeros) en tiempo reducido (del orden de algunos días) y en general, condiciones favorables a la navegación.

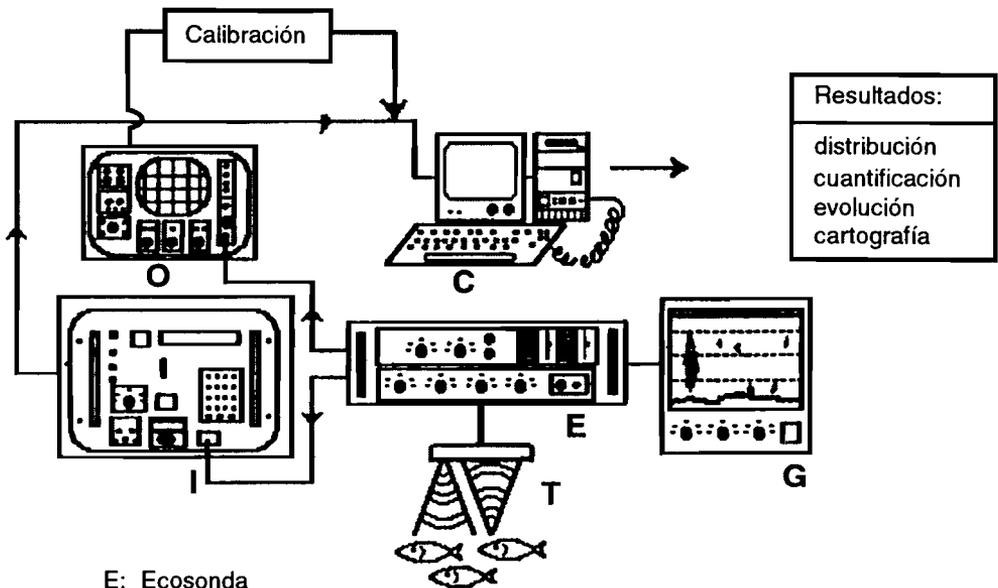
■ Metodología

A continuación se hace una descripción sumaria del sistema de adquisición de datos de hidroacústica y de los fundamentos teórico-prácticos del muestreo.

Instrumental

El sistema básico de adquisición de datos instalado a bordo del B/O La Salle, consiste en:

- Ecosonda científica SIMRAD EKS (frecuencia de 120 KHz).
- EcoinTEGRADOR numérico AGENOR de Protechno.
- Computador en conexión con los aparatos anteriores, para el registro y procesamiento de las señales acústicas.
- Instrumentos de supervisión y control de las señales (osciloscopio y multímetro) y otros accesorios (unidades de disco blando, impresora, plotter, etc.)



- E: Ecosonda
 T: Transductor
 G: Graficador de la ecosonda
 I: Integrador digital de ecos
 O: Osciloscopio
 C: Computadora y unidad de almacenamiento de datos

Figura 1

Esquema básico del sistema de ecoinTEGRACIÓN a bordo del B/O La Salle.

Simplified scheme of the ecoinTEGRATION unit on board of R/V La Salle.

En la figura 1 se presenta de forma esquemática, el sistema conformado por los elementos listados anteriormente.

Tratamiento de la señal; ecointegración

Partiendo del hecho de que la tensión de la señal del eco producido por la biomasa presente en el agua es proporcional a la densidad de los organismos que la conforman (Forbes y Nakken, 1974), la ecointegración consiste en efectuar por medios electrónicos, el cálculo de la media de las tensiones elevadas al cuadrado, ya que la densidad de peces es en realidad proporcional a la intensidad acústica, a su vez proporcional a la presión acústica al cuadrado, análoga a la tensión al cuadrado, V^2 . La media se obtiene entonces, al dividir la suma de las tensiones, V_i^2 , entre el número de muestras consideradas entre las profundidades P_1 y P_2 . De aquí la expresión resultante:

$$I P_1 / P_2 = \frac{\sum_i^n V_i^2}{n}$$

La transformación de este valor en densidades absolutas, requiere de una "limpieza" o filtración de la señal bruta, con el propósito de eliminar la fracción de la señal que corresponde al plancton. En la mayoría de los casos, esta filtración se hace de manera automática, asignándole un "umbral" o límite mínimo de integración al ecointegrador, según el cual sólo las señales recibidas que estén por encima de ese umbral serán procesadas. Eventualmente, si la concentración de plancton produce tensiones que superan el umbral, los valores de ecointegración se corrigen por estimación de forma manual, con la ayuda de los ecogramas.

Sigue a este paso, una ponderación que incluye, en primer lugar, el TS (Target Strength) o "identidad acústica" del pez (Johannesson y Mitson, 1983), en nuestro caso -34,6 dB/Kg, determinado por Gerlotto (1987) para los peces pelágicos costeros de la zona (Clupeidae y Carangidae). Tomando en cuenta que las señales registradas provienen de individuos o de concentraciones de varias especies mezcladas, este índice de reflexión es utilizado global-

mente para toda la serie de datos, asumiendo, tal como lo advierte Marchal (1984 y 1989), que las poblaciones presentes en el área son estables en cuanto a su composición específica y a su estructura de tallas.

Otros factores que intervienen en la transformación, tienen que ver con las condiciones y características del equipo en relación con un blanco de referencia, calculados en la fase de calibración ($SL+VR$ o "Source Level + Voltage Response"). Luego intervienen igualmente algunos valores ligados a la TVG (Time Varied Gain o Ganancia Cronovariable), a la absorción que sufre el sonido en el agua α , a la duración de la impulsión del sonido ($Cz/2$). Finalmente se consideran algunas correcciones relativas a las ganancias de la sonda, del ecointegrador y eventualmente la de los equipos de grabación (G y Kv), y el ángulo sólido del transductor empleado.

Estos factores se toman en cuenta en la llamada "ecuación de la ecosonda":

$$TS = -(SL + VR) + U + 20 \log R + 2 \alpha R + G + 20 \log r$$

donde R es la distancia máxima de aplicación de la TVG y r , la profundidad del blanco y las restantes variables se calculan mediante una calibración apropiada (Foote *et al.*, 1987).

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Sonda: SIMRAD EKS (120 KHz) TVG: 20 Log R Ganancia: 0 dB Duración de emisión: 0,6 ms (determinado por calibración) Potencia: 1/1 $SL+VR$: 111,7 dB (determinado por calibración) - Ecointegrador: AGENOR - Protechno Umbral: 50 mV Despeque del fondo y superficie: 4m/2m (en general) Ganancia: 0 dB Ganancia interna del ecointegrador: -46,2 dB (determinado por calibración). |
|---|

■ Tabla 1

Equipos y valores de los principales parámetros acústicos empleados en las prospecciones.

Equipment and values of the main acoustic parameters used during the surveys.

La suma de los valores obtenidos para los parámetros señalados, se reduce a una constante de integración que convierte las unidades relativas generadas por el sistema sonda-integrador, en densidad íctica ($t\ mn^{-2}$ por ejemplo).

La tabla 1 resume los valores de los parámetros acústicos y electrónicos bajo los cuales se desarrollaron las campañas de prospección.

Estrategias de muestreo

La figura 2 muestra el esquema de prospección empleado a lo largo de la serie de campañas. La base de dicho esquema consiste, al norte de la zona central de la península de Paría y norte de la isla de Margarita, en una trama de muestreo formada por recorridos o transectos paralelos, uniformemente espaciados entre sí por una distancia de 10 millas náuticas (mn). Esta distancia, que puede ser

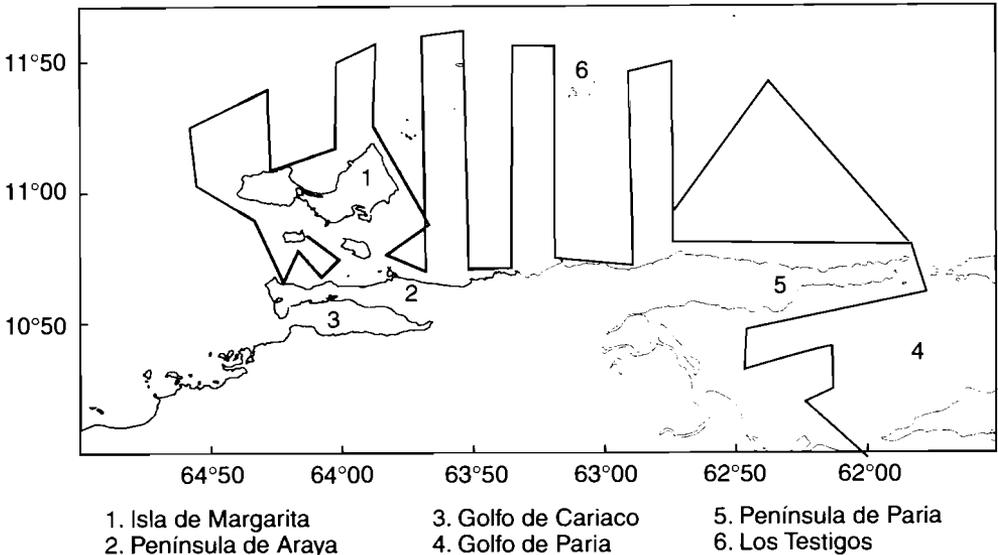


Figura 2
 Ruta clásica de prospección acústica (en el ejemplo de la campaña FEPELOR 1).
Typical acoustic survey sampling design (example of the FEPELOR 1 survey).

modulada en función de resultados anteriores, corresponde a un esfuerzo de muestreo adecuado al orden de magnitud de la talla de las agregaciones de peces pelágicos en la zona, minimizando así el efecto de la autocorrelación entre transectos (Simard y Gerlotto 1990 ; Simmonds *et al.*, 1992). Al sur, este y oeste de Margarita, el trazado de la ruta de muestreo está condicionado por la batimetría del lugar (aguas someras y proximidad de la fosa de Cariaco). También al sur de Margarita, el muestreo es incompleto en virtud de las pequeñas profundidades entre la isla y el continente, además de la constante presencia de artes de pesca flotantes que allí son instalados durante las horas nocturnas. Esto hace que los datos obtenidos en el área, no representan bien las densidades en esta zona. Finalmente, al norte del extremo de la península de Paria, el trazado se limita a dos transectos dispuestos en un amplio zig-zag, por tratarse de una zona reconocida en varios muestreos anteriores, como poseedora permanente de bajos valores de biomasa distribuidos de manera homogénea.

Por otro lado, la longitud de los transectos y la disposición de los intertransectos, conduce a un muestreo uniforme y sistemático adaptado a la forma del área de distribución de las poblaciones. Cada transecto es representativo de una banda de 10 millas náuticas de ancho, de la cual el transecto es el eje. La sucesión de transectos forma entonces una trama dispuesta de manera independiente de la distribución de las concentraciones de biomasa, en el sentido de que los movimientos de esta biomasa, a la escala de la distancia intertransectos, son tales que se introduce un componente aleatorio en el esquema de muestreo descrito.

Cada transecto es muestreado de día y de noche con los continuos impulsos de la ecosonda. Un valor de promedio de integración de las señales recibidas, se produce al cabo de cada milla náutica recorrida; esto es, un valor de integración cada seis minutos, a una velocidad aproximada de 10 nudos.

Respetando lo más fielmente posible la metodología de muestreo expuesta, se realizaron las campañas cuyos resultados aquí se presentan. La homogeneidad de estas campañas, en cuanto al diseño de la ruta de prospección, equipos, graduaciones y ajustes de los mismos, permite conservar aproximadamente constante el error instrumental y el error o sesgo implícito en el tipo de recorrido

(orientación, longitud y separación de los transectos). De esta forma, la comparación de los resultados obtenidos año tras año, se puede hacer de manera más cómoda y directa.

Resultados

Distribución espacial de la biomasa

Para el estudio de la distribución geográfica de la biomasa, y posteriormente para su cuantificación absoluta, se utilizaron los datos de integración registrados en la noche, ya que se admite en general, que los peces están más disponibles o son más detectables en conjunto por lo instrumentos acústicos, durante las horas nocturnas (Gerlotto, 1989).

La figura 3 muestra el resultado de vertir los valores de integración de una campaña en la carta de la región. Como se aprecia en dicha

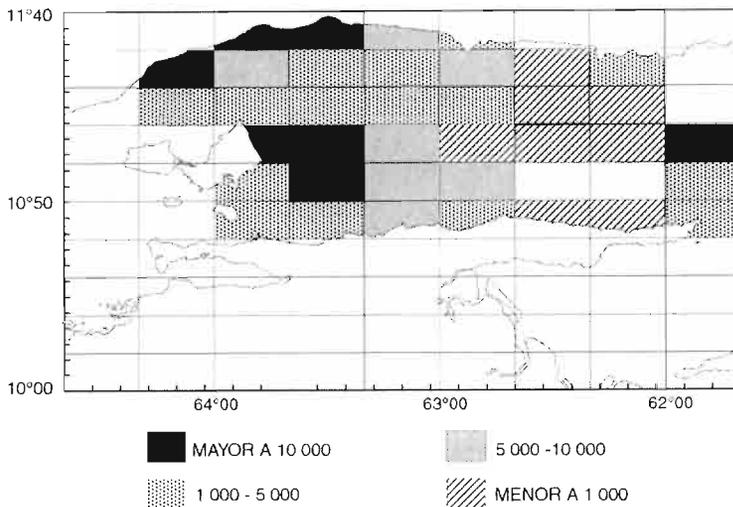


Figura 3a

Valores de integración por recuadro (en el ejemplo de la campaña ECOVEN 3).

Integration values by grid cell (example of the ECOVEN 3 survey).

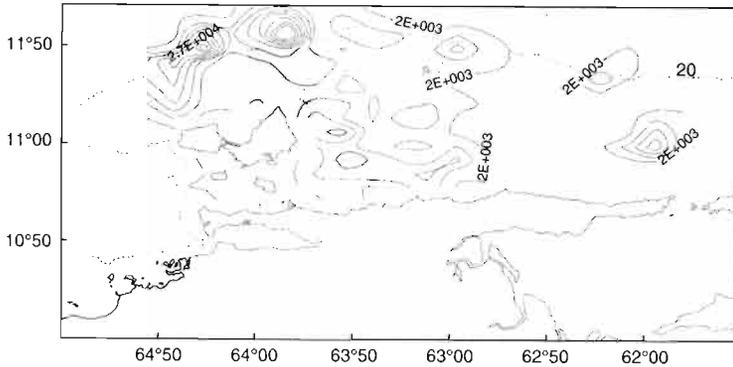


Figura 4

Campaña ECOVEN 3 (septiembre 1985): distribución de la biomasa pelágica (isopletas en unidades relativas; intervalo: 5.000).

ECOVEN 3 survey (September 1985): distribution of the pelagic biomass (isolines in relative units; interval: 5,000).

figura, la superficie acuática está compartimentada en rectángulos de 10 x 20 mn en latitud y longitud respectivamente. De esta manera se obtiene una cartografía de la biomasa, si bien un tanto rígida, no por ello irreal, ya que cada rectángulo es considerado como un estrato de dimensiones tales que podemos asumir que son indepen-

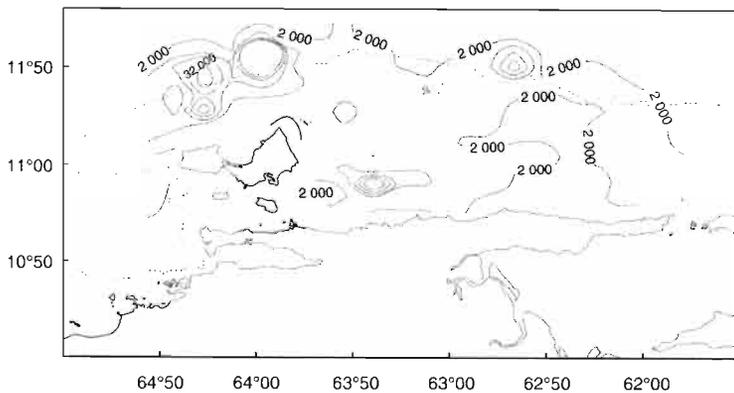


Figura 5

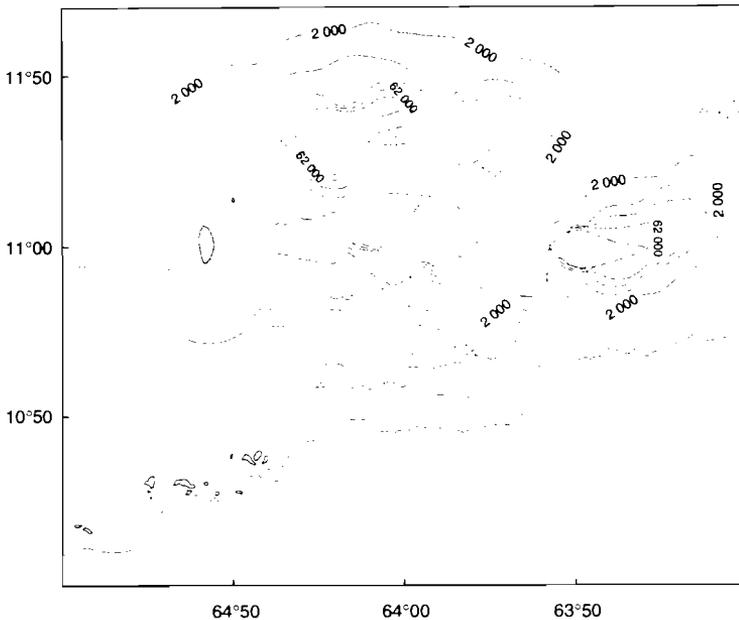
Campaña ECOVEN 4 (abril 1986): distribución de la biomasa pelágica (isopletas en unidades relativas; intervalo: 10.000).

ECOVEN 4 survey (April 1986): distribution of the pelagic biomass (isolines in relative units; interval: 10,000).

dientes los unos de los otros, al tiempo que homogéneos en su interior. El dimensionamiento de los rectángulos, deriva de los trabajos de Gerlotto (1989) y Simard y Gerlotto (1990), en relación a la caracterización por medios acústicos, de las poblaciones ícticas y a la medición de la anisotropía y autocorrelación de las muestras. La estratificación así resultante es empleada posteriormente para la evaluación cuantitativa de la biomasa.

Una representación cartográfica menos rígida de la distribución de la biomasa, basada en el mismo plan de muestreo y lograda por interpolación por el inverso de la distancia al cuadrado, se muestra en las figuras 4 a la 9, en las cuales se destacan además la zonas donde predomina la biomasa constituida por pequeños peces pelágicos.

Estas figuras se acompañan de otra serie (figuras 11 a la 16), en la que se muestra el número de cardúmenes de sardina (*Sardinella*



■ Figura 6

Campaña ECOVEN 5 (agosto 1986): distribución de la biomasa pelágica (isoplethas en unidades relativas; intervalo: 20.000).

ECOVEN 5 survey (August 1986): distribution of the pelagic biomass (isolines in relative units; interval: 20,000).

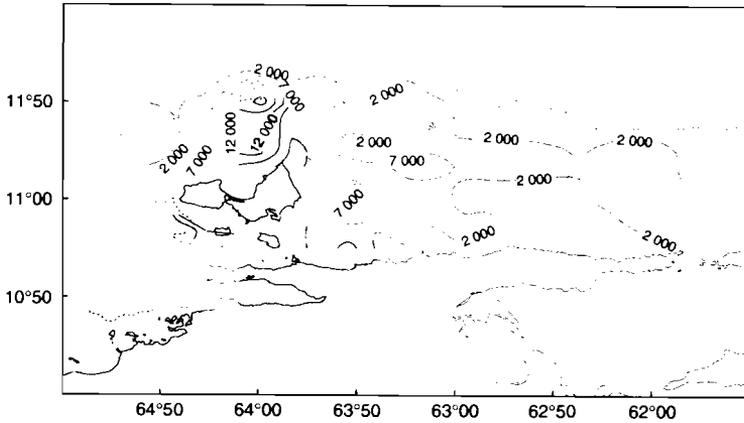


Figura 7

Campaña ECOVEN 6 (junio 1987): distribución de la biomasa pelágica (isopletas en unidades relativas; intervalo: 5.000).

ECOVEN 6 survey (June 1987): distribution of the pelagic biomass (isolines in relative units; interval: 5,000).

aurita) o similares (peces pelágicos costeros) detectados durante la navegación diurna y nocturna.

A partir del análisis global de las figuras, es posible advertir un patrón común de distribución que, en general, satisface a todas las

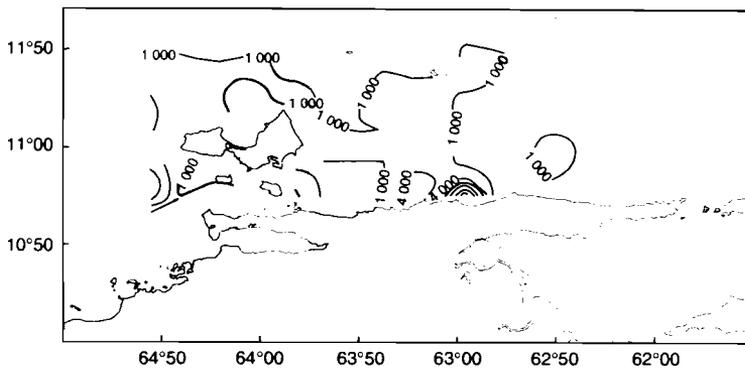


Figura 8

Campaña FEPELOR 1 (abril 1988): distribución de la biomasa pelágica (isopletas en unidades relativas; intervalo: 3.000).

FEPELOR 1 survey (April 1988): distribution of the pelagic biomass (isolines in relative units; interval: 3,000).

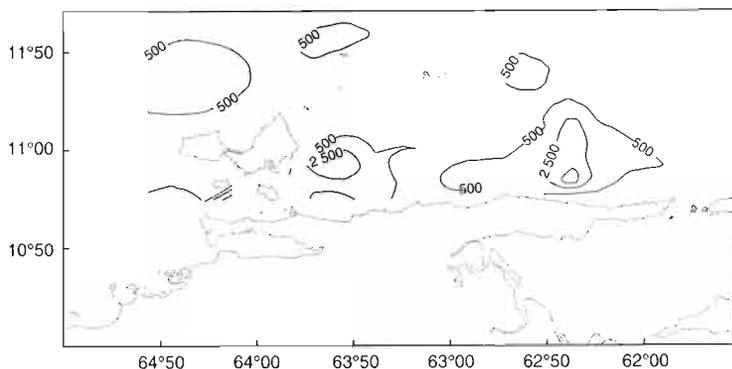


Figura 9
 Campaña FEPELOR 2 (septiembre 1988): distribución de la biomasa pelágica (isopletas en unidades relativas; intervalo: 2.000).

FEPELOR 2 survey (September 1988): distribution of the pelagic biomass (isolines in relative units; interval: 2,000).

campañas: las mayores abundancia relativas, se encuentran invariablemente al este y sureste de la isla de Margarita; al norte de la misma; entre y alrededor de las islas de Coche y Cubagua hasta la península de Araya; a lo largo de esta hacia el este, abarcando

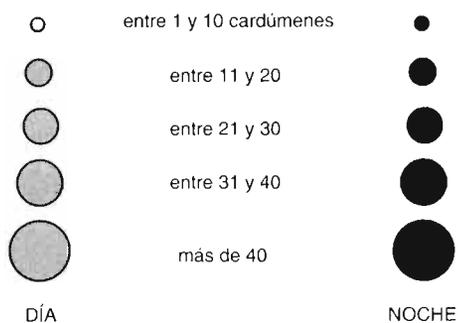
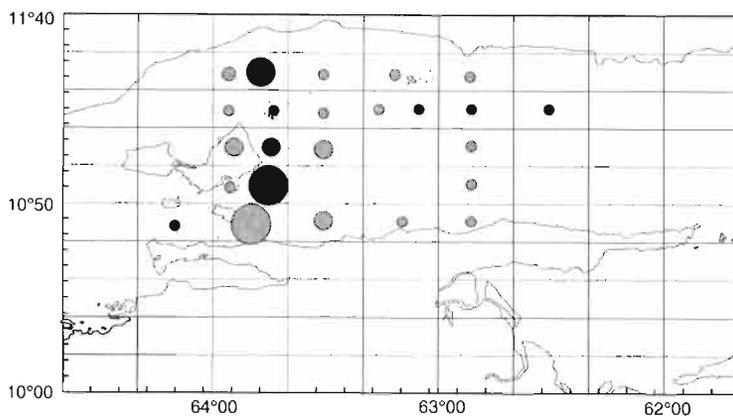


Figura 10
 Escala para la interpretación de las figuras relativas al número de cardúmenes de sardina o especies similares por segmento de transecto, para cada recuadro.

Scale for the interpretation of the figures on the number of school of sardine or similar species by transect interval, for each grid cell.



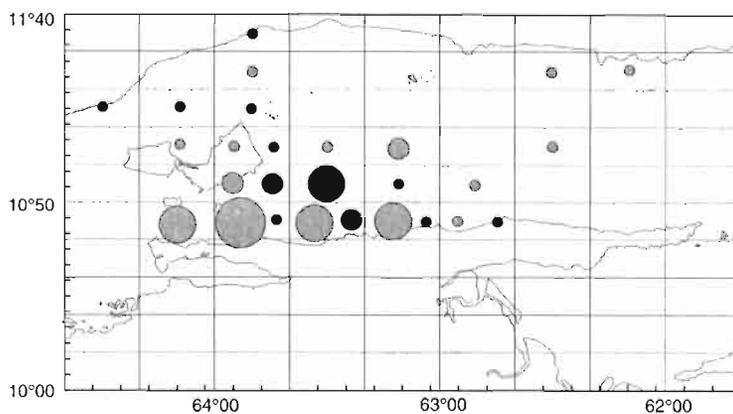
■ Figura 11

Campaña ECOVEN 3: número de cardúmenes de sardina o especies similares por recuadro.

ECOVEN 3 survey: the number of school of sardine or similar species by grid cell.

incluso la costa norte de la península de Paria, y finalmente, el Golfo de Cariaco.

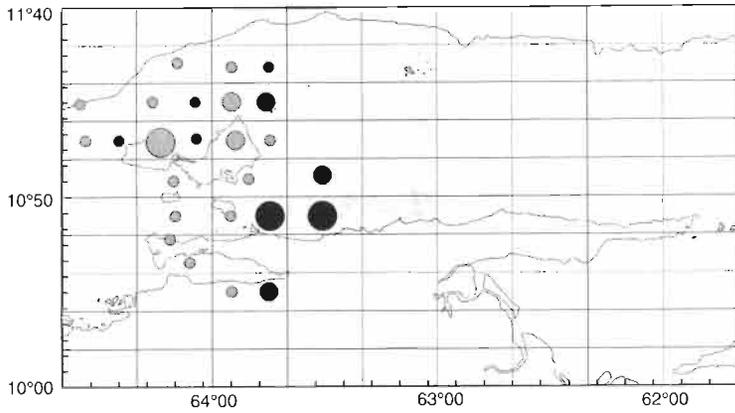
En zonas de mar abierto la abundancia es inferior, apareciendo claramente como límites a la repartición de la biomasa oriental de



■ Figura 12

Campaña ECOVEN 4: número de cardúmenes de sardina o especies similares por recuadro.

ECOVEN 4 survey: the number of school of sardine or similar species by grid cell.

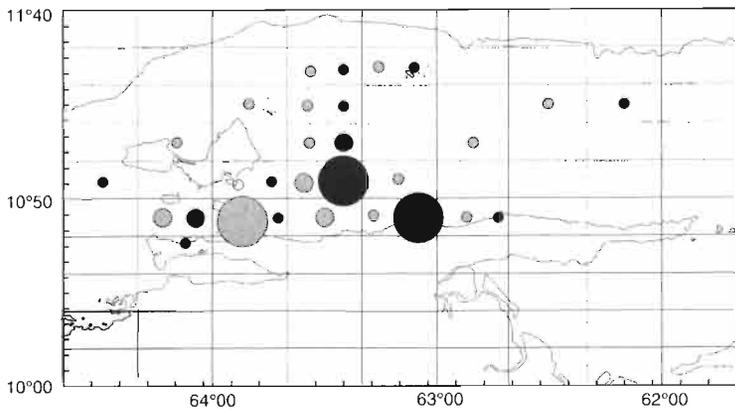


■ Figura 13

Campaña ECOVEN 5: número de cardúmenes de sardina o especies similares por recuadro.

ECOVEN 5 survey: the number of school of sardine or similar species by grid cell.

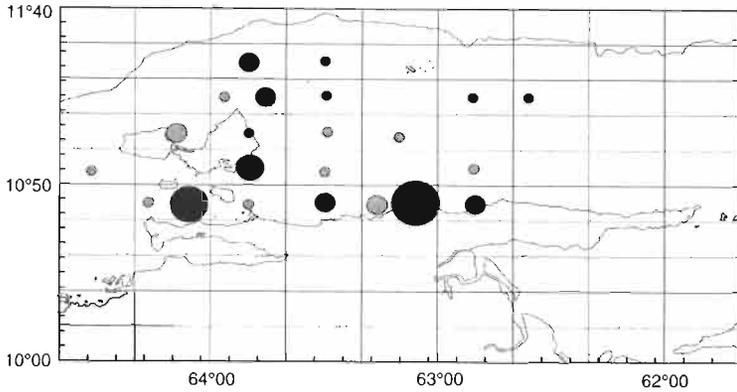
pequeños pelágicos, el borde de la plataforma continental (isóbata de 200 m) por el norte y el meridiano 063°W, el cual define una línea de referencia, al este de la cual la biomasa y el número de



■ Figura 14

Campaña ECOVEN 6: número de cardúmenes de sardina o especies similares por recuadro.

ECOVEN 6 survey: the number of school of sardine or similar species by grid cell.



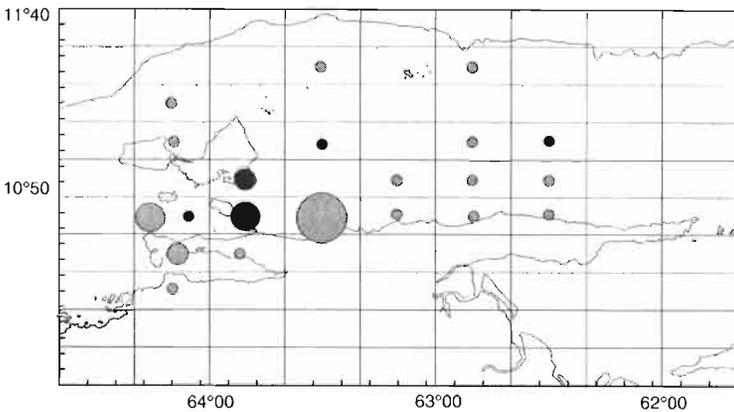
■ Figura 15

Campaña FEPELOR 1: número de cardúmenes de sardina o especies similares por recuadro.

FEPELOR 1 survey: the number of school of sardine or similar species by grid cell.

cardúmenes es menor, incluso en aguas costeras, y las detecciones de sardina específicamente son menos frecuentes.

Por el oeste, la delimitación de la zona de repartición es menos clara, o en todo caso, no evidente en nuestras figuras, ya que el



■ Figura 16

Campaña FEPELOR 2: número de cardúmenes de sardina o especies similares por recuadro.

FEPELOR 2 survey: the number of school of sardine or similar species by grid cell.

muestreo se detiene cerca de los $064^{\circ}30'W$, en el margen de la Fosa de Cariaco. Sin embargo, campañas nuestras anteriores, además de las del B/O F. Nansen, muestran que las detecciones acústicas y/o capturas de sardina pueden sucederse hasta aproximadamente los $066^{\circ}W$, en la franja descrita por el margen de la fosa, el talud y la plataforma de la isla de La Tortuga.

En todo caso, vemos que en términos generales, el análisis comparativo de las campañas de prospección en diversas épocas del año, revela estabilidad en la distribución horizontal de la biomasa íctica pelágica. La figura 17 resume en un esquema general la distribución de la biomasa, a partir de las situaciones observadas en las campañas.

Tal afirmación se ve reforzada por lo obtenido en otras prospecciones para la misma zona, tales como las realizadas por el mencionado B/O F. Nansen en 1988 (Strømme y Sætersdal, 1989), y la llamada ECHOVEN 2 en 1986. Los resultados de esta última sirven de base a Gerlotto y Marchal (1987) para la introducción del concepto de “poblaciones acústicas”. Una de las poblaciones

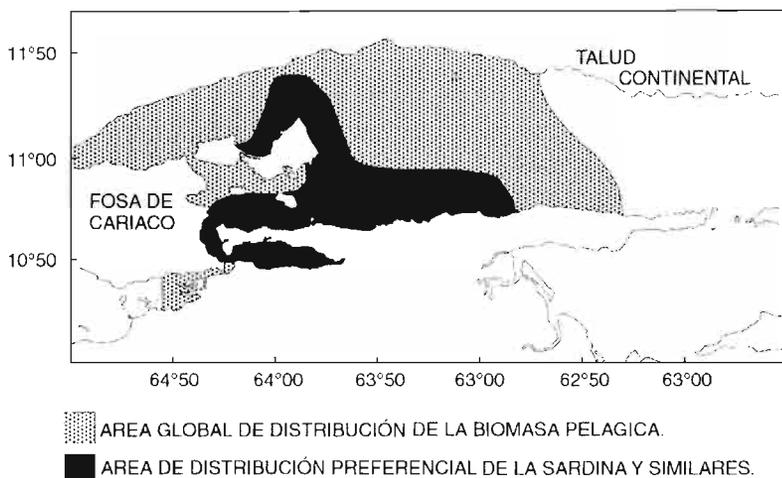


Figura 17

Area global de distribución de la biomasa pelágica (zonas en gris y negro) y area de distribución preferencial de la sardina y especies similares (zona en negro).

Global distribution area of the pelagic biomass (grey and black areas) and preferential distribution area of sardine and similar species (black areas).

definidas es justamente la conformada mayoritariamente por la *S. aurita*, cuya área característica se enmarca dentro del esquema señalado en la figura 17.

En el plano vertical, los ecogramas muestran que para la generalidad de las prospecciones, el centro de gravedad de la biomasa correspondiente a cardúmenes de sardina o pequeños pelágicos similares, se sitúa entre los 10 y los 30 metros de profundidad, ocupando una altura promedio en la columna de agua de unos 10 metros. Aunque esto es el caso general, Gerlotto y Ginés (1988) señalan la ausencia de cardúmenes superficiales o pelágicos y la presencia de concentraciones prácticamente semipelágicas detectadas en el curso de la campaña ECHOVEN 3 (Agosto, 1987). Condiciones hidrológicas excepcionales podrían explicar lo observado, pues para el momento de esta prospección, no se registraron manifestaciones de surgencias, razón por la cual las sardineras se encontrarían en aguas más profundas y frías.

El análisis de los ecogramas de las series ECOVEN y FEPELOR no muestra un tal fenómeno, sino apenas una ligera tendencia hacia el aumento de la profundidad media de la biomasa sardinera o similar, en los meses finales del año, cuando las surgencias son menos fuertes y extensas. Sin embargo, los registros evidencian, de acuerdo a las observaciones de cardúmenes individuales nocturnos o diurnos, que la sardina o especies similares pueden encontrarse conformando la mayor proporción de la biomasa pelágica superficial, aunque eventualmente también pueden localizarse por debajo de los 50 m, incluso ocupando estratos semipelágicos de la columna de agua.

Cuantificación de la biomasa

La estabilidad y permanencia en el tiempo de los patrones de distribución espacial observados a lo largo de la serie, no se repiten en lo concerniente a los resultados de la evaluación de la biomasa, incluso cuando consideramos separadamente la zona preferencial de distribución de los pequeños peces pelágicos, que debe ser, en principio, más estable y homogénea.

En efecto, de una campaña a otra la abundancia estimada puede verse duplicada o triplicada o al contrario, aunque esto no sig-

nifique por consiguiente que la biomasa real aumente o disminuya efectivamente en esas proporciones, en el transcurrir de la serie de prospecciones.

Así, varios son los factores que pueden explicar esta variabilidad:

La abundancia relativa es casi invariablemente superior durante la noche en razón de una heterogeneidad menor en la distribución de la biomasa. Este hecho nos ha conducido a emplear los valores nocturnos en las evaluaciones (Soria y Fréon, 1991). Sin embargo, la figuras 15 y 16, por ejemplo, muestran que la ocupación del espacio puede ser fuertemente contagiosa aún durante la noche, dada la abundancia de cardúmenes, lo cual puede redundar en aumentos o descensos de la media determinados por el azar, en función de la probabilidad de encontrar fuertes detecciones. De esta forma, una subestimación de la media puede producirse por la no detección de grandes cantidades de biomasa concentradas en pequeñas áreas (cardúmenes), por disminución de las probabilidades de que la detección de altos valores ocurra en el curso de la prospección (Anónimo, 1991; Fréon *et al.*, 1993). El comportamiento de los peces puede inducir también una parte, aunque menos importante, de esta variabilidad, al presentarse eventualmente el evitamiento horizontal de cardúmenes.

A esta variabilidad implícita en el esquema de muestreo, de acuerdo al carácter dinámico de la agregación y desagregación de la biomasa en concentraciones y cardúmenes, y a la naturaleza móvil del recurso estudiado, se añade la variabilidad inducida por la eventual ocupación por parte de una fracción variable de la biomasa íctica, de zonas inaccesibles al barco portador del sistema de muestreo (muy cerca de la costa y/o en fondos inferiores a 10 m) o indiscernibles por el mismo sistema (biomasa muy próxima a la superficie o pegada contra el fondo).

La verificación a través de las capturas artesanales de una mayor concentración de sardinas y otros pelágicos cerca de la costa no ha sido posible, en vista de que el esfuerzo de pesca está limitado por razones diversas (citadas al principio de este capítulo), lo cual traería como consecuencia que un aumento eventual de la biomasa costera no se vea reflejado en las capturas por unidad de esfuerzo.

Es por ello que una vía a emprender en la minimización de los problemas de variabilidad referidos, aparte de la regularidad nece-

saría en el monitoreo del recurso, es la de la utilización del SONAR multi-haz, sistema específico para la detección de las concentraciones mediante un cono de insonificación orientable, lo cual permite detectar, no solamente los blancos que se encuentra debajo del barco, sino también los que están al frente, sobre fondos sobre los cuales el barco no tiene acceso, o en derredor, en acción de evitamiento del mismo barco.

Otra vía en este sentido, consiste en medir la talla máxima de las concentraciones y determinar su estructura espacial, a fin de adecuar consiguientemente la distancia entre transectos en el curso de la campaña de evaluación subsiguiente (Petitgas, 1991).

Mientras tanto, es difícil separar las variaciones intercampanas o interanuales reales de la abundancia, de las variaciones provocadas por lo antes dicho. Sin embargo, las prospecciones realizadas hasta la fecha por nuestro propio equipo y por otros laboratorios, permite situar un orden de magnitud para los recursos ícticos pelágicos del mar oriental, y de la sardina *Sardinella aurita*, como especie dominante.

A este respecto, Gerlotto (1993) ha podido situar el intervalo de confianza para los datos acústicos recogidos durante las campañas metodológicas ECHOVEN, en alrededor de 35%, obviando el sesgo debido a la no observación de altos valores, al tiempo que en nuestra propia serie hemos observado, como ya hemos dicho, diferencias importantes de valores entre campañas pero distribuciones espaciales más estables. Estas constataciones podrían indicar que, a parte de la variabilidad presente, existen efectivamente variaciones de biomasa, probablemente consecuencia, a su vez de variaciones del reclutamiento más o menos efectivo de un año a otro.

Al considerar la totalidad de la zona de repartición posible de la sardina y la totalidad de la biomasa pelágica y semipelágica, obtenemos valores de biomasa desde las 780 mil hasta más de 2 millones de toneladas. De acuerdo a los resultados de las pescas de control realizadas durante el desarrollo de nuestras campañas, pero sobre todo, a los datos de la composición por especie obtenidos gracias al notable esfuerzo de pesca invertido en las campañas del F. Nansen (Strømme y Sætersdal, 1989,) y ECHOVEN 2 (Gerlotto y Ginés, 1988), sabemos que la proporción de la sardina propiamente dicha se sitúa entre el 65% y el 90% de la biomasa total estimada. El resto

de la biomasa está conformada principalmente por otros clupeidos, carángidos, escómbridos y engráulidos. Esto nos conduce a una biomasa sardinera de 630 mil a 1 millón 300 mil t.

La estimación correspondiente a la zona preferencial de distribución de la sardina arroja valores situados en el intervalo 230 mil y 573 mil t; mientras que en el exterior se obtienen valores cercanos a 400 mil hasta alrededor de 1 millón de toneladas, sin embargo, el primer intervalo debe ser considerado para una superficie de 2.640 mn², y el segundo corresponde a una superficie de 5.700 mn², lo cual supone, en la zona preferencial, una densidad que prácticamente puede duplicar a la del resto de la zona de repartición. El Golfo de Cariaco, incluido en la zona preferencial alberga por si solo una biomasa que hemos podido situar alrededor de las 20 mil toneladas. Esto traduce una densidad de cerca de 77 t mn⁻², valor un tanto bajo en comparación a las 150 t mn⁻² que se estiman en promedio, para el resto de la mencionada zona. La inaccesibilidad de los cardúmenes replegados a la costa, debe influir en las estimaciones logradas, ya que esta repleción de los peces es usual en el Golfo, sobre todo en la ribera norte, donde las costas altas permiten la presencia de grandes cardúmenes a escasos metros de la playa.

Los resultados presentados dan cuenta de la gran variabilidad observada a lo largo de una serie de más de tres años. Sin embargo, los valores obtenidos no cuestionan resultados logrados en otras campañas y por otros laboratorios ajenos a esta serie. Más bien se puede decir que hay coincidencia en ellos aunque ésta se da para los límites superiores de los intervalos. En todo caso queda clara la necesidad de un monitoreo constante con los equipos y métodos adecuados de manera de poder aumentar la precisión de las evaluaciones, develar las verdaderas causas de la variabilidad y cuantificar las variaciones observadas.

Referencias

- ANÓNIMO, 1991 — *L'occupation de l'espace par les populations d'organismes marins: descriptions et impact sur les évaluations acoustiques*. Rapport du Groupe de Travail. Thonon-Les-Bains, France. Orstom, Doc. sci. centre de Montpellier.
- FOOTE, K. G., KNUDSEN, H. P., VESTNES, G., MACLENNAN, D. N. y SIMMONDS, E. J., 1987 — Calibration of acoustics instruments for fish density estimation: a practical guide. *ICES Coop. Res. Rep.*, (144): 69 p.
- FORBES, S. T. y NAKKEN, O., 1974 — Manual de métodos para el estudio y la evaluación de los recursos pesqueros Parte 2. Utilización de instrumentos acústicos para la localización de peces y la estimación de su abundancia. *Manual FAO Cien. Pesq.*, 5: 144 pp.
- FRÉON, P., SORIA M., MULLON, C., and GERLOTTO, F. 1993 — Diurnal variation in fish density estimate during acoustic surveys in relation to spatial distribution and avoidance reaction. *Aquat. Living Resour.* 6: 221–234.
- GERLOTTO, F., 1987 — Medición de las Características Acústicas de Algunos Peces Tropicales. *Memoria Soc. Cienc. Nat. La Salle.* (47): 149–168.
- GERLOTTO, F., 1993 — *Methodologie d'observation et d'évaluation par hydroacoustique des stocks tropicaux de poissons pélagiques cotiers: impact du comportement et de la distribution spatiale*. Thèse pour l'obtention du grade de Docteur. Univ. Bretagne Occidentale. Brest. 300 p.
- GERLOTTO, F. y MARCHAL, E., 1987 — The concept of acoustic population: its use for analyzing the results of acoustic cruises. *Int. Sym. Fish. Acoustics*. June 22–26. 1987. Seattle. USA. 30 p.
- GERLOTTO F. y HNO. GINÉS 1988 — Diez años de ecointegración en EDI-MAR referida a la sardina del oriente venezolano (*Sardinella aurita*). Memorias del Congreso Iberoamericano y del Caribe, Punta de Piedras, Venezuela, mayo 1988. Memoria de la Sociedad de Ciencias Naturales La Salle, sup., 3(XLVII): 311–324.
- GERLOTTO, F., 1989 — *Choix d'une stratégie d'échantillonnage et de stratification en écho-intégration*. ICES/FAST Working Group, Dublin, Irlande, 24–26 Avril, 1989. 37 p.
- GINÉS, Hno., 1972 — *Carta pesquera de Venezuela. 1. Areas del Nororiente y Guayana*. Monografía N° 16. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 328 p.
- JOHANNESON, K. A. y Mitson, R. B., 1983 — Fisheries acoustics. A practical manual for aquatic biomass estimation. *FAO Fish. Tech. Pap.*, (240): 249 pp.
- MARCHAL, E., 1984 — Target Strength "in situ". Subject Group E. *Rapp. Réun. Cons. Int. Explor. Mer.* 184: 73–80.
- MARCHAL, E., 1989 — *Les campagnes acoustiques d'étude des Stocks de la région Maroc-Mauritanie-Sénégal*. Rapport du Groupe de Réflexion: analyse des résultats et perspectives de recherches. Paris, Orstom, Coll. et Sem.: 170 p.

ODEGAARD, J., ABAD, S. y MALAVÉ, F., 1971 (a) — Prospecciones hidroacústicas en el oriente de Venezuela desde enero hasta abril de 1971. *Inf. Téc. N° 32*. MAC-PNUD-FAO. 23 p.

ODEGAARD, J. ABAD, S. y MALAVÉ, F., 1971 (b) — Prospecciones hidroacústicas en el oriente de Venezuela desde mayo hasta agosto de 1971. *Inf. Téc N° 33*. MAC-PNUD-FAO. 11 p.

PETITGAS, P., 1991 — *Contribution géostatisique á la biologie des pêches maritimes*. Thèse Ecole Nat. Sup. Mines Paris: 211 p.

SIMARD, Y. y GERLOTTO, F., 1990 — *Exploration of applicability of geostatistics to fisheries acoustics*. ICES/FAST Working Group. Rostock, DGR. April. 1990.

SORIA, M. y FREON, P., 1991 — *Diurnal variation in fish density during acoustic surveys in relation to avoidance reactions*. ICES/FAST Working Group. Ancona, Italy. April, 1991. 15 p

STRØEMME, T., y SÆTERS DAL, G., 1989 — *Prospecciones de los recursos pesqueros de las areas de la plataforma entre Surinam y Colombia 1988*. NORA/UNDP/FAO Programme. Reports on Surveys with R/V Fridtjof Nansen. Institute of Marine Research, Bergen, Norway.

TRUJILLO, H., 1977 — Factores que limitan el empleo de la estadística pesquera oficial en la evaluación del stock de sardina (*Sardinella anchovia*). *Inf. Téc. N° 33*. Min. Agricultura y Cría. Venezuela. 44 p.



colloques

et

séminaires

La sardina (*Sardinella aurita*)

Su medio ambiente y explotación
en el Oriente de Venezuela

The sardine (*Sardinella aurita*)

*Its environment and exploitation
in Eastern Venezuela*

Editores científicos/Scientific editors

Pierre Fréon

Jeremy Mendoza

IRD
Editions