

IP. 30  
700190

**EVALUACIÓN DEL MACHUELO (*Opisthonema oglinum*) (LESUEUR, 1818) Y LA SARDINA (*Sardinella aurita*) (VALENCIENNES, 1847), EN LA ZONA NORTE DEL CARIBE COLOMBIANO, DURANTE JULIO-AGOSTO Y DICIEMBRE DE 1997, MEDIANTE EL MÉTODO HIDROACÚSTICO**

  
**JORGE ENRIQUE PÁRAMO GRANADOS**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA PESQUERA  
SANTA MARTA D.T.C.H.**

**1998**

**EVALUACIÓN DEL MACHUELO (*Opisthonema oglinum*) (LESUEUR, 1818) Y LA SARDINA (*Sardinella aurita*) (VALENCIENNES, 1847), EN LA ZONA NORTE DEL CARIBE COLOMBIANO, DURANTE JULIO-AGOSTO Y DICIEMBRE DE 1997, MEDIANTE EL MÉTODO HIDROACÚSTICO**

**JORGE ENRIQUE PÁRAMO GRANADOS**

**Memoria de grado presentada como requisito parcial  
para optar al título de Ingeniero Pesquero**

**Director**

**ARGIRO RAMÍREZ ARISTIZÁBAL**

**Biólogo Marino**

**Codirector**

**JORGE VIAÑA TOUS**

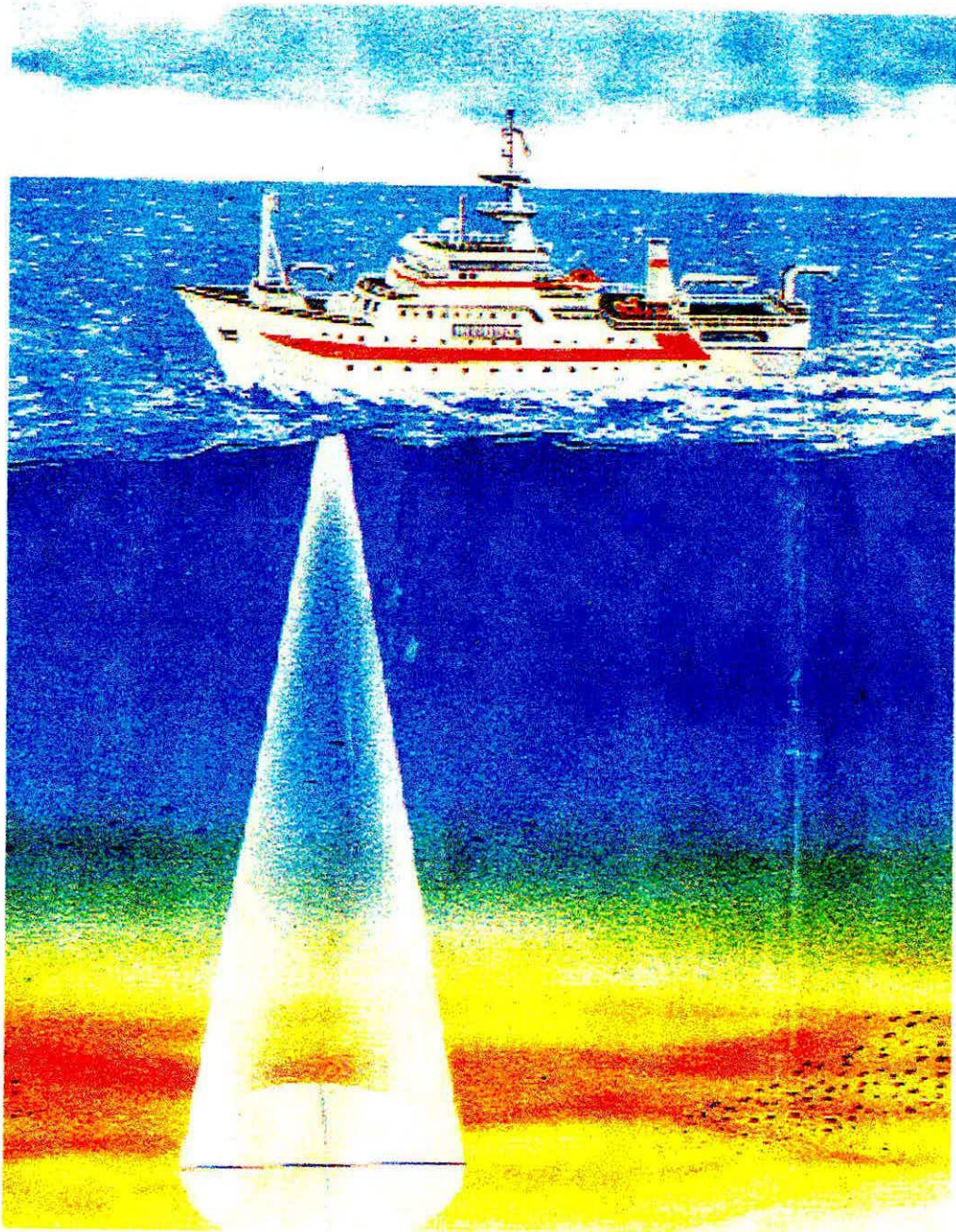
**Ingeniero Pesquero**



**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA INGENIERÍA PESQUERA  
SANTA MARTA D.T.C.H.**

**1998**

1124834



Los criterios expuestos y las opiniones expresadas en este trabajo son  
responsabilidad del autor y no comprometen a  
la Universidad del Magdalena.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_  
**M.Sc. Jacobo Blanco Racedo**  
**Evaluador**

  
\_\_\_\_\_  
**Ing. Pesq. Ismael Acosta**  
**Evaluador**

---

**Ing. Julio Candanoza**  
**Decano Facultad de Ingeniería**

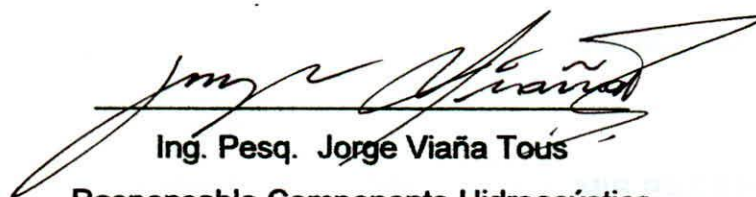
---

**Ph.D. Ing. Víctor M. Marquez Z.**  
**Director Programa de Ingeniería Pesquera**



---

**Biol. Mar. Argiro Ramírez Aristizábal**  
**Jefe Grupo Investigaciones INPA – Regional Pacífico**  
**Director de la Memoria de Grado**

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over a horizontal line.

**Ing. Pesq. Jorge Viaña Tous**  
**Responsable Componente Hidroacústica**  
**Programa de Pesca INPA-VECEP/UE**  
**Co-director de la Memoria de Grado**

## AGRADECIMIENTOS

La presente memoria de grado hizo parte del proyecto del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) "Evaluación de pequeños pelágicos en el Caribe colombiano", el cual se enmarca dentro de las actividades apoyadas por el Programa de pesca de la Unión Europea INPA-VECEP/UE, en la Regional Atlántico. Por tal motivo el autor desea expresar sus más sinceros agradecimientos a estas instituciones por el apoyo económico y logístico brindado para el desarrollo de la presente investigación y en especial a:

El Dr. Alfredo Acero, Codirector nacional del Programa de pesca VECEP; la Dra. Guerly Avila de Tabarés, Coordinadora VECEP Regional Atlántico y al Ingeniero Pesquero Luis Manjarrés Martínez, Jefe del proyecto, quienes permitieron mi participación en el mismo en calidad de tesista, además, a este último por su valiosa asesoría durante la realización de la memoria de grado.

A la Universidad del Magdalena por sus enseñanzas impartidas durante mi formación académica.

Al Biólogo Marino Argiro Ramírez Aristizábal, Jefe del grupo de investigaciones (INPA) Regional Pacífico, director de la memoria de grado, quien desinteresadamente orientó esta investigación y por todo el respaldo, confianza y amistad que me brindó.

A los Ingenieros Pesqueros Jorge Viaña (Codirector) y Ricardo Galvis, por su constante apoyo, compañerismo y ayuda prestada.

Al Estadístico Ramón Giraldo Henao, por su invaluable ayuda en el análisis de los datos.

Al Biólogo Marino M.Sc. José Francisco Torres, por su ayuda en la traducción del resumen al inglés y sus comentarios en el desarrollo de este trabajo.

Al Ingeniero Pesquero Marceliano Segura del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), asesor del VECEP, por su enseñanza durante los cruceros y en el procesamiento de la información.

Al Oceanógrafo Juan José Cárdenas, director de la Estación de Investigaciones Marinas de la isla Margarita –EDIMAR– Venezuela, por su asesoría en la calibración de la ecosonda.

Al Dr. Francois Gerlotto, investigador de Hidroacústica de la ORSTOM (Francia), por la gestión hecha que permitió mi participación en la reunión de Red de Acústica del Caribe (R.A.C.) en marzo de 1998, donde adquirí mayores conocimientos para el desarrollo de mi memoria de grado.

A la tripulación del B/O HERMANO GINES, por toda la ayuda brindada durante los cruceros.

Al Biólogo Marino Edgar Arteaga, compañero y amigo.

A Gloria, Daniel y Felipe, compañeros tesisistas en el VECEP por su amistad.

A todo el personal del INPA y el VECEP regional Atlántico que de alguna manera contribuyó en la realización de mi memoria de grado.

A mis padres sin cuya ayuda y constante apoyo no hubiera sido posible la culminación exitosa de mi carrera profesional.



A mis abuelas Wald y Elvia por su gran amor.

A Luisa que con su amor, cariño, comprensión y constante apoyo me ha enseñado a ver lo hermosa que es la vida cuando se comparte con la persona que se ama. Este es un triunfo de los dos.

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	19
EVOLUCIÓN DE LOS EQUIPOS ACÚSTICOS	20
MIGRACIONES DIURNAS Y NOCTURNAS	23
EVALUACIONES DE PELÁGICOS PEQUEÑOS EN COLOMBIA CON EL MÉTODO HIDROACÚSTICO	24
1. MARCO TEORICO	28
1.1. EVALUACIÓN DE RECURSOS PESQUEROS	28
1.2. HIDROACÚSTICA PESQUERA	30
1.3. FUERZA DE BLANCO (TS) (TARGET STRENGTH)	34
1.4. ASPECTOS GENERALES DE LAS ESPECIES OBJETIVO	36
2. ÁREA DE ESTUDIO	40
3. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. DISEÑO DE LOS CRUCEROS	42
3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA EMBARCACIÓN	44
3.3. CALIBRACIÓN DE LA ECOSONDA	45
3.4. REGISTRO DE LA INFORMACIÓN	49
3.4.1. Hidroacústica	49
3.4.2. Biológico-Pesquera	50
3.4.3. Oceanográfica	53
3.5. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	54

3.5.1. Hidroacústica	54
3.5.2. Biológico-Pesquera	60
3.5.3. Oceanográfica	60
4. RESULTADOS	62
4.1. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL MACHUELO ( <i>O. oglinum</i> ) Y LA SARDINA ( <i>S. aurita</i> )	62
4.1.1. Machuelo ( <i>O. oglinum</i> )	62
4.1.2. Sardina ( <i>S. aurita</i> )	66
4.2. ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS	73
4.2.1. Crucero de julio-agosto	73
4.2.1.1. Temperatura superficial	73
4.2.1.2. Salinidad superficial	74
4.2.2. Crucero de diciembre	75
4.2.2.1. Temperatura superficial	75
4.2.2.2. Salinidad superficial	76
5. DISCUSIÓN	78
6. CONCLUSIONES	83
7. RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFÍA	87
ANEXOS	94

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para machuelo ( <i>O. oglinum</i> ).	66
Tabla 2. Prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para sardina ( <i>S. aurita</i> ).	69
Tabla 3. Estimativo de densidad y biomasa total.	71

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Esquema de los sistemas sonar.	31
Figura 2. Reflexión de las ondas de sonido por un blanco múltiple.	32
Figura 3. Fotografía del machuelo ( <i>O. oglinum</i> )	37
Figura 4. Fotografía de la sardina ( <i>S. aurita</i> )	38
Figura 5. Area de cobertura.	41
Figura 6. Fotografía de la embarcación.	44
Figura 7. Calibración de la ecosonda.	48
Figura 8. Fotografía de la ecosonda científica de la SIMRAD EK-500.	49
Figura 9. Fotografía del CTDO.	54
Figura 10. Mapas de distribución de densidad del machuelo ( <i>O. oglinum</i> ) durante: a) julio-agosto de 1997; b) diciembre de 1997.	63
Figura 11. Densidades promedio por transección del machuelo ( <i>O. oglinum</i> ), durante los cruceros de julio-agosto y diciembre de 1997.	64
Figura 12. Mapas de distribución de densidad de la sardina ( <i>S. aurita</i> ) durante: a) julio-agosto de 1997; b) Durante diciembre de 1997.	67
Figura 13. Densidades promedio por transección de la sardina ( <i>S. aurita</i> ), durante los cruceros de julio-agosto y diciembre de 1997.	68
Figura 14. Densidades promedio totales de los principales peces pelágicos pequeños capturados en el área de estudio, durante los cruceros de julio-agosto y diciembre de 1997.	70
Figura 15. Biomosas totales de los principales peces pelágicos pequeños capturados en el área de estudio, durante los cruceros de julio-agosto y diciembre de 1997.	71

Figura 16. Mapas de lances de pesca comprobatoria en donde se capturó machuelo ( <i>O. oglinum</i> ) y sardina ( <i>S. aurita</i> ), durante los cruceros de: a) julio-agosto de 1997; b) diciembre de 1997.	72
Figura 17. Mapa de temperatura superficial (°C), durante el crucero de julio-agosto de 1997.	73
Figura 18. Mapa de salinidad superficial (°C), durante el crucero de julio-agosto de 1997.	75
Figura 19. Mapa de temperatura superficial (°C), durante el crucero de diciembre de 1997.	76
Figura 20. Mapa de salinidad superficial (°C), durante el crucero de diciembre de 1997.	77

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Características de la embarcación.	94
Anexo B. Características de los equipos de la embarcación.	96
Anexo C. Informe de calibración de la ecosonda, crucero julio-agosto de 1997.	97
Anexo D. Informe de calibración de la ecosonda, crucero diciembre de 1997.	98
Anexo E. Formulario de hidroacústica	99
Anexo F. Plano de la red de arrastre pelágico	100
Anexo G. Formulario Biología pesquera (Registro de la captura).	101
Anexo H. Formulario Biología pesquera (Composición por tallas).	102
Anexo J. Formulario de oceanografía.	103
Anexo K. Ecograma con plancton.	104
Anexo L. Ecograma con peces dispersos.	106
Anexo M. Ecograma con cardumen.	108
Anexo N. Ecograma con cardumen.	109
Anexo P. Composición de la captura durante el crucero de julio-agosto de 1997.	111
Anexo Q. Composición de la captura durante el crucero de diciembre de 1997.	113
Anexo R. Bitácora de lances de pesca comprobatoria donde se capturó machuelo ( <i>O. oglinum</i> ) en el crucero de julio-agosto de 1997.	115

Anexo S. Bitácora de lances de pesca comprobatoria donde se capturó machuelo ( <i>O. oglinum</i> ) en el crucero de diciembre de 1997.	116
Anexo T. Bitácora de lances de pesca comprobatoria donde se capturó sardina ( <i>S. aurita</i> ) en el crucero de julio-agosto de 1997.	117
Anexo U. Bitácora de lances de pesca comprobatoria donde se capturó sardina ( <i>S. aurita</i> ) en el crucero de diciembre de 1997.	118



## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el machuelo (*Opisthonema oglinum*) y la Sardina (*Sardinella aurita*) en la zona norte del Caribe colombiano (Departamentos Magdalena y Guajira), en dos cruceros hidroacústicos de investigación, uno en julio-agosto y el otro en diciembre de 1997, utilizando la ecosonda científica de la SIMRAD EK-500. Se hizo énfasis en las especies machuelo y sardina ya que estos pelágicos pequeños, en trabajos anteriores resultaron ser los más abundantes en el Caribe colombiano. Se realizó un muestreo sistemático con transecciones paralelas perpendiculares a la costa, con una distancia inter-transección de 12 millas náuticas (mn), donde la unidad básica de muestreo (ubm) fue de 1 mn. Se realizaron pescas comprobatorias para determinar la composición por especie y la frecuencia de la distribución de tallas de los blancos detectados por la ecosonda, utilizando para esto una red de arrastre pelágico y el sistema de control de captura instalado en la red Net sonder (sonda de red) FURUNO CN-24. Para el cálculo de la fuerza de blanco (TS) de los peces insonificados por la ecosonda se utilizó la fórmula sugerida por Foote (1987) para peces fisóstomos  $TS = 20 \log L - 71,9$ . Los resultados fueron sometidos a análisis estadístico mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ( $P < 0,005$ ); esta prueba mostró que no hay diferencias significativas entre las dos épocas de muestreo para el machuelo ni para la sardina. Sin embargo, se pudo establecer que para el machuelo existen diferencias en cuanto a la distribución geográfica y densidades en algunas transecciones, presentándose la mayor biomasa en el crucero de diciembre con 14182,95 toneladas ( $CV=0,02$ ). Por el contrario la sardina no mostró diferencias en la distribución geográfica dependiente de la época climática, pero si se hallaron algunas diferencias en cuanto a las densidades por transección; los valores de biomasa hallados para esta especie fueron muy bajos frente a otras especies de pelágicos pequeños, alcanzando la mayor biomasa en el crucero de julio-agosto con apenas 1497,57 toneladas ( $CV=0,13$ ). Entre los pelágicos pequeños presentes en el área de estudio, el machuelo durante el crucero de diciembre, alcanzó la mayor biomasa y en el de julio-agosto ocupó el segundo lugar, ubicándose dentro de las especies más abundantes, aunque hay otras especies tan importantes, como la sardineta (*Harengula jaguana*) y la caballeta (*Decapterus spp.*), que alcanzaron niveles de biomasa similares y hasta superiores a los del machuelo.

Palabras claves: Evaluación, hidroacústica, ecosonda, machuelo, sardina, Caribe colombiano.

## ABSTRACT

The objective of the present work was to assess the biomass of Atlantic thread herring (*Opisthonema oglinum*) and the Spanish sardine (*Sardinella aurita*) in the north area of the Colombian Caribbean sea by means of two acoustic surveys (one in July-August and the other in December of 1997). The Scientific Echosounder used for both surveys was the SIMRAD EK500. Emphasis was made on Atlantic thread herring and Spanish sardine because these small pelagic fish have been the most abundant in previous studies in this area. Systematic sampling using parallel transects perpendicular to the coast was carried out. The transect spacing used was 12 nautical miles. The Elementary Sampling Distance Unit (ESDU) was set in 1nm. In order to know about the species composition and size frequency distribution fishing trawls were carried out. For this objective, a pelagic fishing trawl with a FURUNO CN-24 netsounder was used. For fish Target Strength (TS), the equation  $TS = 20 \log L - 71.9$  for Physostome fish suggested by Foote (1987) was used. The results were submitted to the statistical analysis using the non-parametric test of Kruskal-Wallis ( $P < 0.005$ ); this test showed that there are not significant differences between the two sampling seasons for either of the species. Nevertheless, it could be established that concerning the Atlantic thread herring there are differences in geographic distribution as well as the density of biomass in some transects showing the highest biomass in the December survey with 14182,95 tons ( $CV=0,02$ ). On the contrary, the Spanish sardine did not show differences in geographic distribution depending on the season, but instead some differences regarding densities per transect were found. The biomass values found for Spanish sardine were very low compared to those from other pelagic fish, reaching the highest biomass in the July-August survey with only 1497,57 tons ( $CV=0,13$ ). Among the small pelagic fish present in the study area, the Atlantic thread herring showed the highest biomass in December., and in July-August was the second, although there are other important species equally important like the Scaled herring (*Harengula jaguana*) and the Scad (*Decapterus spp.*), which showed similar biomass levels and in some cases even higher than those from the Atlantic thread herring.

Key Words: Assessment, Hydroacoustics, Echosounder, Atlantic thread herring, Spanish sardine, Colombian Caribbean, Fisheries.

## INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se realizó la evaluación del Machuelo (*Opisthonema oglinum*) (Lesueur, 1818) y la Sardina (*Sardinella aurita*) (Valenciennes, 1847) durante dos cruceros hidroacústicos de investigación, llevados a cabo en los meses de julio-agosto y diciembre de 1997 en la zona Norte del Caribe colombiano, determinando su abundancia y distribución, brindando un aporte al conocimiento de esta pesquería y contribuyendo de este modo al ordenamiento pesquero de la región estudiada. Se aplicó para esto el método hidroacústico ya que es el más apropiado para evaluar este tipo de recursos, por lo que proporciona información en forma rápida y confiable. Además de que por ser una pesquería subexplotada no existe la información suficiente (bases de datos) que permitan aplicar los métodos indirectos de evaluación.

El trabajo de investigación hace énfasis en las especies Machuelo (*O. oglinum*) y Sardina (*S. aurita*), debido a que estos pelágicos pequeños, parecen ser los de mayor abundancia e importancia comercial en el Caribe colombiano (IMR, 1989).

El estudio de los pelágicos pequeños pertenecientes a la familia Clupeidae, como machuelos y sardinas, es de suma importancia no sólo por cuanto es considerado en conjunto el recurso pesquero más importante del mundo (Cervigón, 1991), sino también porque en el área representa un importante recurso aprovechado actualmente como "carnada" en la pesca artesanal, lo que determina en última instancia el sustento del que depende gran número de pescadores artesanales. Además, los pelágicos pequeños hacen parte de los primeros eslabones de la cadena trófica y sus volúmenes son relativamente altos para soportar la predación

de los consumidores secundarios (peces carnívoros) que dependen de manera directa e indirecta de estos.

Esta investigación se integra dentro del proyecto del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA) "Evaluación de Pequeños Pelágicos en el Caribe colombiano", el cual se enmarca también dentro de las actividades apoyadas por el Programa de Pesca de la Unión Europea VECEP, en la Regional Atlántico.

## **EVOLUCIÓN DE LOS EQUIPOS ACÚSTICOS.**

Los precursores de la ecosonda y el sonar fueron los VIKINGOS, los cuales usaban de una manera incipiente el eco-sondeo para conocer la profundidad de la zona. El método consistía en que uno de los hombres ponía su oído contra el remo, mientras que otro golpeaba el fondo de la embarcación; el hombre que escuchaba con el remo puesto al oído podía escuchar los ecos del fondo, de ésta manera estimaban la profundidad en base al tiempo que corría entre el golpe y el eco que regresaba (López, 1991).

Varios han sido los hombres de ciencia que a través de los tiempos han dedicado sus conocimientos y dirigido sus esfuerzos hacia el estudio de la acústica submarina. Entre ellos figura LEONARDO DAVINCI, quien tal vez fue el primero en dejar constancia escrita sobre la transmisión del sonido en el mar (Cajiao, 1980; Malaver, 1990; MacLennan y Simmonds, 1992). En 1839 MATHEW.F. MAURY, utilizando un telégrafo electromagnético inició el estudio de la topografía de los océanos (NEWMAN y PIERSON, En: Malaver, 1990), considerándose esto como un rústico sistema de ecosonda (Malaver, 1990).

A comienzos de siglo los alemanes construyeron cápsulas detonadoras que eran pequeños proyectiles semejantes a bombas de aviación, que al tocar el fondo hacían explosión; como la velocidad de descenso era de dos metros por segundo, midiendo con un cronómetro el intervalo entre el lanzamiento y la explosión, se conocía a que profundidad estaba el fondo (Ospina, 1992).

Un método acústico para la detección de peces fue presentado por primera vez en la literatura científica por Kimura en 1929. Ondas continuas (CW) con una frecuencia de 200 kHz fueron dirigidas a través de estanques que contenían goldfish (peces dorados). Como el número de peces interceptado por el haz acústico cambiaba, también la amplitud de la señal grabada en un oscilógrafo variaba (Johannesson y Mitson, 1983; MacLennan y Simmonds, 1992).

La historia de la hidroacústica se remonta 60 años con los trabajos pioneros de Ronnie Balls en 1933 en Inglaterra y Oscar Sund en 1935 en Noruega, en donde hicieron el primer intento sistemático de detección de peces utilizando una ecosonda (Forbes y Nakken, 1974; MacLennan y Holliday, 1996; Torres, 1997).

Saber en qué cantidad se encuentran los peces es también un deseo muy antiguo. Los primeros aparatos permitían tener una idea de los valores de densidades de tres maneras: por el tamaño de las manchas inscritas en los ecogramas, por una escala de tres o cuatro tipos de "grises" según la fuerza del eco, o usando un osciloscopio, donde se puede ver de manera precisa la intensidad de cada eco. Eso ya permitía ir un poco mas allá de la simple observación de manchas negras en un ecograma, y ayudaba por ejemplo a una mejor elección del lugar de pesca (Gerlotto, 1989).

En la Segunda Guerra Mundial, los aparatos de ecodetección fueron utilizados con fines bélicos para la detección de submarinos o de otros barcos. Al final de la guerra cambió el objetivo de los aparatos; dado su funcionamiento y operación, la tecnología fue aprovechada para la pesca (López, 1991). Entre 1940 y 1955 se efectuaron cuantiosos estudios sobre distribución, abundancia y comportamiento

de los peces, observándolos con ecosondas y sonar (Cushing, Hodgson y Fridriksson, En: Forbes y Nakken, 1974).

Las ecosondas modernas cumplen en gran parte con los requisitos de los pescadores y de los científicos, permitiéndoles observar mejor las concentraciones de peces encontradas bajo un barco, seguir muy fácilmente sus evoluciones y dar informaciones sobre sus posiciones, sus movimientos, su comportamiento, etc. Estas informaciones acústicas pueden ser conservadas en discos o cintas en su totalidad y analizarlos de manera detallada posteriormente (Gerlotto, 1989).

El mayor avance en los años 1980's fueron los equipos modernos de análisis como las ecosondas "dual-beam" o "haz doble" y "split-beam" o "haz dividido" (aparatos diseñados para eliminar el efecto de la posición del pez dentro del haz sónico), son ya de uso frecuente en los trabajos de biología pesquera y con ellos se ha permitido una mejor precisión en las evaluaciones (Gerlotto, 1989; MacLennan y Holliday, 1996; Foote, 1987; Foote, 1991). Estos instrumentos dan medidas directas de blanco estándar (TS) de peces vivos libres en su estado natural, el llamado método directo *in situ* (MacLennan y Holliday, 1996).

Otra innovación importante son los ecointegradores, que tienen como objetivo entregar datos de densidad de las poblaciones de peces encontradas en una zona dada, para que se pueda calcular la biomasa íctica total en un área, este valor sirve luego para los estudios de biología pesquera y permite tomar decisiones en cuanto a nivel de explotación se refiere (Gerlotto, 1989).

Algunas ecosondas científicas modernas tales como "Simrad ES400" y "Simrad EK500", son capaces de estimar el blanco estándar de cada eco individual admitido como un solo blanco. Esto es útil para verificar y en parte cuantificar la presencia de peces dispersados en las capas de plancton de considerable fuerza. Esto también es un indicador del tamaño de los peces presentes, lo que puede ser

suficiente información para discriminar especies que tienen distribuciones separadas de blanco estándar (Bodholt, En: Simmonds *et al*, 1992).

## MIGRACIONES DIURNAS Y NOCTURNAS.

El comportamiento de muchos organismos acuáticos cambia con la hora del día, el cambio es motivado como mínimo en parte por el nivel de luz. Varios autores han discutido las implicaciones para los estudios acústicos (ejemplo Diner y Masse, Levenez *et al.*, Thorne *et al.* En: MacLennan y Simmonds, 1992). Foote dice que el estimativo de la abundancia de repetidos cruceros en la misma área muestra consistentes diferencias entre los realizados en la noche y los del día. Hay varias razones del porque podría ocurrir un sesgo. Primero, los cardúmenes observados durante el día son probables que se dispersen en la noche, cambiando el criterio para la separación de las eco-integrales. Segundo, las migraciones verticales podrían alterar una proporción variable del stock del volumen muestreado, debido a que los peces ascienden arriba del transductor o descienden demasiado cerca al fondo del mar. Además, la fuerza de blanco (TS) puede cambiar, debido a que la vejiga natatoria se expande y contrae en respuesta de la presión ambiental. Tercero, la orientación de los cardúmenes de peces puede depender de la visión y la visibilidad. De este modo, la fuerza de blanco (TS) medio no puede ser el mismo en el día y en la noche (Nakken y Olsen, Sameoto, En: MacLennan y Simmonds, 1992).

Una anotación importante es el comportamiento de la anchoveta argentina en primavera, observándose en ecogramas que durante la noche se encuentra muy superficial y dispersa que apenas es registrada por la ecosonda del buque; por el contrario poco antes del amanecer (04:45 h) los peces se juntan en fajas densas y

descienden a media agua y a la salida del sol (05:30 h) forman cardúmenes pequeños en forma de "bastones" o "torres" (Okonski y Martini, 1987).

Se ha observado en los ecogramas que la anchoveta, sardina, jurel y caballa, realizan movimientos verticales diurnos-nocturnos. Durante el día, la mayoría de los cardúmenes son densos y se encuentran a profundidades mayores de 30 m, pero al atardecer, los cardúmenes migran hacia la superficie y se dispersan un poco, para en la noche encontrarse entre la superficie y 60 m, siendo vulnerables a la pesca (Castillo, 1995).

## **EVALUACIONES DE PELÁGICOS PEQUEÑOS EN COLOMBIA CON EL MÉTODO HIDROACÚSTICO.**

La investigación pesquera por métodos hidroacústicos para la evaluación del recurso marino se remonta a la década de los 70, cuando dentro del proyecto para la pesca marítima (INDERENA-FAO, COL-522), en el Pacífico Retamoso estima el recurso pesquero por métodos acústicos para el banco de Tumaco (Castillo *et al*, 1992).

COLCIENCIAS-INVEMAR en mayo de 1985, efectuó un crucero con el ARC-"MALPELO", con el fin de evaluar los recursos pelágicos del caribe hasta las 40 mn de la costa, para lo cual se hizo una estimación de la distribución y abundancia relativa de los recursos pesqueros por métodos acústicos, a lo largo del área comprendida entre Bocas de Ceniza y el Cabo de la Vela. Los resultados de este estudio mostraron que la región entre Santa Marta y Dibulla que casi carece de plataforma, fue muy pobre en recursos pelágicos al no registrarse concentraciones significativas a excepción de la región propiamente frente a Dibulla, donde predominan registros de baja magnitud aunque se detectaron sitios de



abundancia media incluso alta. En la región Dibulla y Cabo de la Vela los niveles de abundancia fueron mayores, con predominio de abundancias medias mar afuera y bajas hacia la costa y un área de abundancia media frente a Manaure, Guajira. En general, se observó una condición casi constante de mucha dispersión a excepción de las aguas frente a Riohacha, donde la dispersión de las concentraciones pelágicas estuvo aparejada con volúmenes relativamente altos, indicando con esto la ocurrencia de cardúmenes densos (Blanco, 1986).

En 1986 se realizó un crucero patrocinado por INDERENA-COLCIENCIAS, donde se evaluaron los pelágicos pequeños en el Pacífico (Quintero, 1992).

En el año de 1987 se utiliza por primera vez el sistema de ecoprospección acústica con "eointegración" como método de evaluación de recursos pesqueros en el pacífico, gracias al apoyo de la agencia noruega para el desarrollo (NORAD-FAO). Los peces pelágicos fueron investigados con la técnica de integración acústica combinada con pesca de arrastre de media agua para su identificación y muestreo, logrando estimar la biomasa. Es importante resaltar que el área prospectada por el B/I Dr. FRIDTJOF NANSEN se vio limitada en las aguas costeras, ya que parte de la plataforma con profundidades menores de 18 metros no pudo ser explorada (Castillo *et al*, 1992).

En 1988 se hizo una evaluación general de recursos demersales y pelágicos de las plataformas del caribe a bordo del B/I "Dr. FRIDTJOF NANSEN", con el patrocinio de la agencia noruega para el desarrollo (NORAD) y la FAO. Los cardúmenes de peces pelágicos se estudiaron utilizando la técnica de integración acústica, combinada con la pesca de arrastre de media agua. Se registraron algunas agregaciones de densidad media, la mayoría se ubicaron al norte y al oeste de la península de la Guajira. Dichas agregaciones estuvieron compuestas por machuelo, sardinela, algunas anchoas, carángidos y escómbridos. Las estimaciones de la biomasa para los grupos de pequeños peces pelágicos en el área desde la península de la Guajira hasta Santa Marta fueron:

Sardinela : 60.000 toneladas  
 Machuelo : 40.000 “  
 Carángidos : 14.000 “  
 Escómbridos : 4.000 “

La Sardinela fue dominante durante los cruceros de los meses de marzo y junio, mientras que el machuelo lo fue en septiembre y diciembre. En el área desde Santa Marta hasta el Golfo de Morrosquillo la media de la biomasa de la población de pequeños peces pelágicos disponible fue de 13.000 t. (IMR, 1989).

En 1990 Quintero y Serrano a bordo del ARC “Malpelo” realizaron un crucero en el Pacífico, involucrado dentro del proyecto “Reconocimiento Pesquero Mediante Prospección Acústica en Aguas Marítimas Colombianas”, adelantado por el CIOH con financiación de la DIMAR, cuyo objetivo fue el reconocimiento por medio de pescas exploratorias (Castillo *et al*, 1992).

El Programa Regional de Cooperación Técnica para la Pesca CEE/PEC ALA/87/21 de la Comunidad Económica Europea-INDERENA-INPA financió y ejecutó una serie de actividades tendientes a impulsar en un mediano plazo la actividad pesquera en la costa del Pacífico. De este modo, en 1991 se ejecutaron tres cruceros hidroacústicos de investigación, con ecointegración y calibración de peces vivos (carduma) (*Cetengraulis mysticetus*) dirigidos a conocer el potencial de los recursos pelágicos pequeños distribuidos en la costa del pacífico, uno en febrero-marzo, los otros en septiembre y en diciembre. Se realizaron evaluaciones directas con técnicas acústicas de los recursos pelágicos pequeños, con énfasis en carduma (*C. mysticetus*) y plumuda (*Opisthonema spp*). Las biomاسas estimadas del primer crucero fueron: carduma, 8.530 t; plumuda, 7.920 t y otros pelágicos, 17.000 t, en el segundo crucero: carduma, 17.440 t; plumuda, 8.480 t y otros pelágicos, 7.040 t y en el tercer crucero: carduma, 12420 t; plumuda, 6070 t y otros pelágicos, 7360 t. A partir del promedio de biomasa en

toneladas se estimó el potencial de este recurso y de esta manera se asignaron las cuotas de captura (Castillo *et al*, 1991).

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1. EVALUACIÓN DE RECURSOS PESQUEROS

Evaluar un recurso pesquero incluye estimar el estado de explotación en que se encuentra una o más poblaciones que lo forman y tiene como propósito transmitir esta información a los administradores pesqueros, ya que son ellos quienes en última instancia deben tomar las decisiones relativas a la magnitud del esfuerzo que se puede emplear en una pesquería (Villegas, 1987). También sirve para predecir lo que sucederá en el futuro en términos de niveles de rendimiento de biomasa (sustentabilidad) y el valor de la captura, ya sea si el nivel del esfuerzo de pesca permanece igual o si éste cambia (aumento o disminución) (Sparre y Venema, 1995), proporcionando a los pescadores y a cuantos dirigen la pesca, tanto en la industria como en el gobierno, respuesta a las preguntas de dónde, cuándo, cómo pescar y cuánta captura puede permitirse (Kesteven, En: Tresierra y Culquichicon, 1993).

La evaluación de las existencias de peces se puede definir como la búsqueda del nivel de explotación que permita obtener, a largo plazo, el rendimiento máximo en peso de una pesquería (Sparre y Venema, 1995). Por lo tanto, la evaluación es un proceso continuo que debe ir dando respuestas mejores a preguntas de complejidad creciente a medida que la pesquería se desarrolla, ya que uno de los objetivos principales que debe perseguir una administración pesquera competente es la de ordenar la explotación de los recursos, haciendo el mejor uso de ellos de acuerdo a sus potenciales, las metas socioeconómicas que se han determinado para el país y el interés de los usuarios de los recursos (Villegas, 1987).

Según KESTEVEN, el hombre puede planificar el uso de sus propios recursos y esta capacitado para hacerlo; gracias a la investigación científica puede comprender y controlar el efecto que sobre ellos ejerce la pesca y en ciertos casos intervenir en los mismos, reglamentando su uso (Tresierra y Culquichicon, 1993).

En el curso de los últimos treinta años, las técnicas acústicas no han cesado de tomar una importancia cada vez más grande en la investigación pesquera. Gracias a una ecosonda o un sonar, es posible explorar rápidamente un volumen de agua, mientras que otros métodos de muestreo u observación, tales como una red de arrastre o una cámara de video, tienen menos ejecución. La acústica contribuye grandemente al estudio de la vida submarina, en particular la distribución espacio-temporal de las especies (Diner y Marchand, 1997).

El propósito del estudio acústico cuantitativo de peces es medir su abundancia (Johannesson y Mitson, 1983). En los programas de exploración y evaluación de los recursos pelágicos, el uso del equipo hidroacústico en los cruceros de investigación permite obtener información de gran utilidad para realizar dichos estudios (Garci-Crespo y Ehrhardt, 1987).

Casi todos los métodos de estudio científico de las poblaciones pesqueras, tienen los dos siguientes inconvenientes: a) son métodos indirectos, es decir, estudian las poblaciones usando índices provenientes de pescas comerciales o científicas, suponiendo que dichos índices son razonablemente bien representativos de las poblaciones estudiadas; y b) debido a las dificultades de manejar el ambiente marino, bien sean materiales o económicas, los datos que se colectan sobre los seres vivos en el océano son muestras, a veces muy escasas, si se comparan con el volumen del mar, así como con el tiempo. La hidroacústica, en cambio, aunque sufra también estas dificultades, es una técnica de observación mucho más directa y su muestreo es incomparablemente más amplio que todos los demás métodos (Gerlotto, 1989). Este método es principalmente usado en la cuantificación de la biomasa de las existencias, pero también proporciona

información útil sobre la distribución y comportamiento de los peces en el área (Castillo, 1995). Su principal ventaja reside en el hecho de ser un método rápido para estimar la biomasa de recursos pesqueros susceptibles de ser insonificados y cuyos índices de reflexión sean detectables (Barbieri – Bellolio, 1985).

## 1.2. HIDROACÚSTICA PESQUERA

La **Hidroacústica** es la parte de la física que estudia el comportamiento del sonido en el agua (López, 1991). Es utilizada para la detección de peces u otros objetos que se encuentran en el agua y para recopilar información acerca de los mismos por medio de sonidos transmitidos y ecos recibidos, utilizando para esto la ecosonda (Garci-Crespo y Ehrhardt, 1987).

La operación de sistemas sonar en pesquerías es bastante simple. Se genera sonido en pulsos, luego de cada pulso el sistema espera durante un cierto periodo para recibir ecos de blancos que se encuentran en el volumen de agua cubierto. Un pulso es generado cuando un marcador de tiempo activa un **transmisor** eléctrico durante un período fijo. La oscilación eléctrica del transmisor es convertida mecánicamente en presión (ondas sonoras) en el agua, en la cara vibrante del **transductor**, que continúa generando sonido hasta que el marcador de tiempo apaga el transmisor. Cualquier blanco (por ejemplo peces) en la trayectoria de este pulso, devolverá un eco al **transductor**, el cual en el modo de espera, convierte las oscilaciones de presión (el eco) sobre su cara en oscilaciones eléctricas que son tomadas por el **receptor**, amplificadas y convertidas en algún signo visible en la **registradora en papel** o en la **pantalla** (Fig. 1) (Burczynski, 1982; Gerlotto, 1989). Este sistema se llamó en el momento de su concepción SONAR (Sound Navigation and Ranging) que significa “navegación y localización por el sonido”. Se usó en primer lugar para medir

verticalmente la distancia entre el casco de un barco y el fondo, reemplazando la vieja sonda de cuerda y plomo, y se ganó así el nombre de "ecosonda" (Gerlotto, 1989).

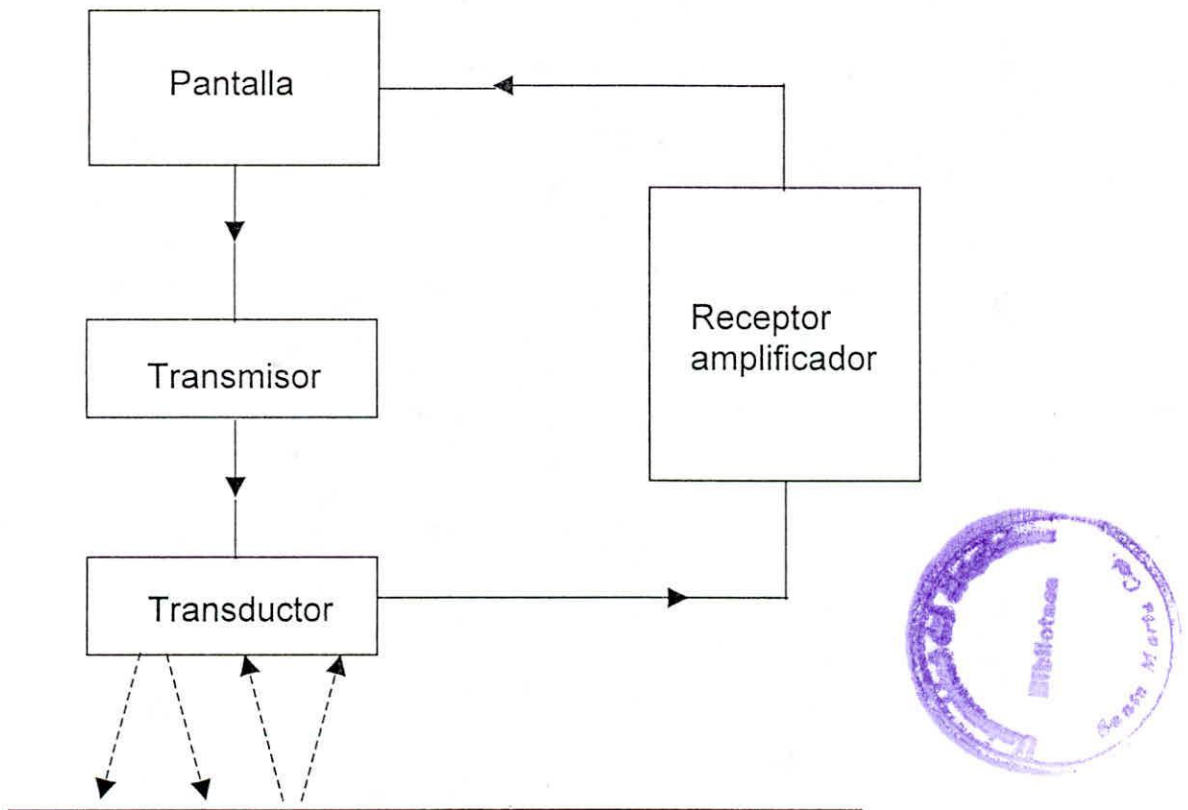


Figura 1. Esquema de sistemas sonar (Tomado de López, 1991).

Una onda de sonido transmitida por un transductor y propagada a través del medio, encuentra un objeto de densidad distinta al medio mismo (por ejemplo peces en el agua), parte de la energía acústica es absorbida por el blanco y el remanente es reflejado (Burczynski, 1982).

La intensidad total de la onda sonora reflejada por un blanco múltiple es proporcional al número de blancos individuales ( $n$ ); a la sección transversal de

dispersión promedio por blanco ( $\sigma$ ) y a la intensidad de la onda de sonido incidente ( $I_i$ ) (Fig. 2).

$$I_r \text{ total} \sim n \bar{\sigma} I_i$$

Esta ecuación es la base para las estimaciones acústicas cuantitativas de biomasa (Burchynski, 1982).

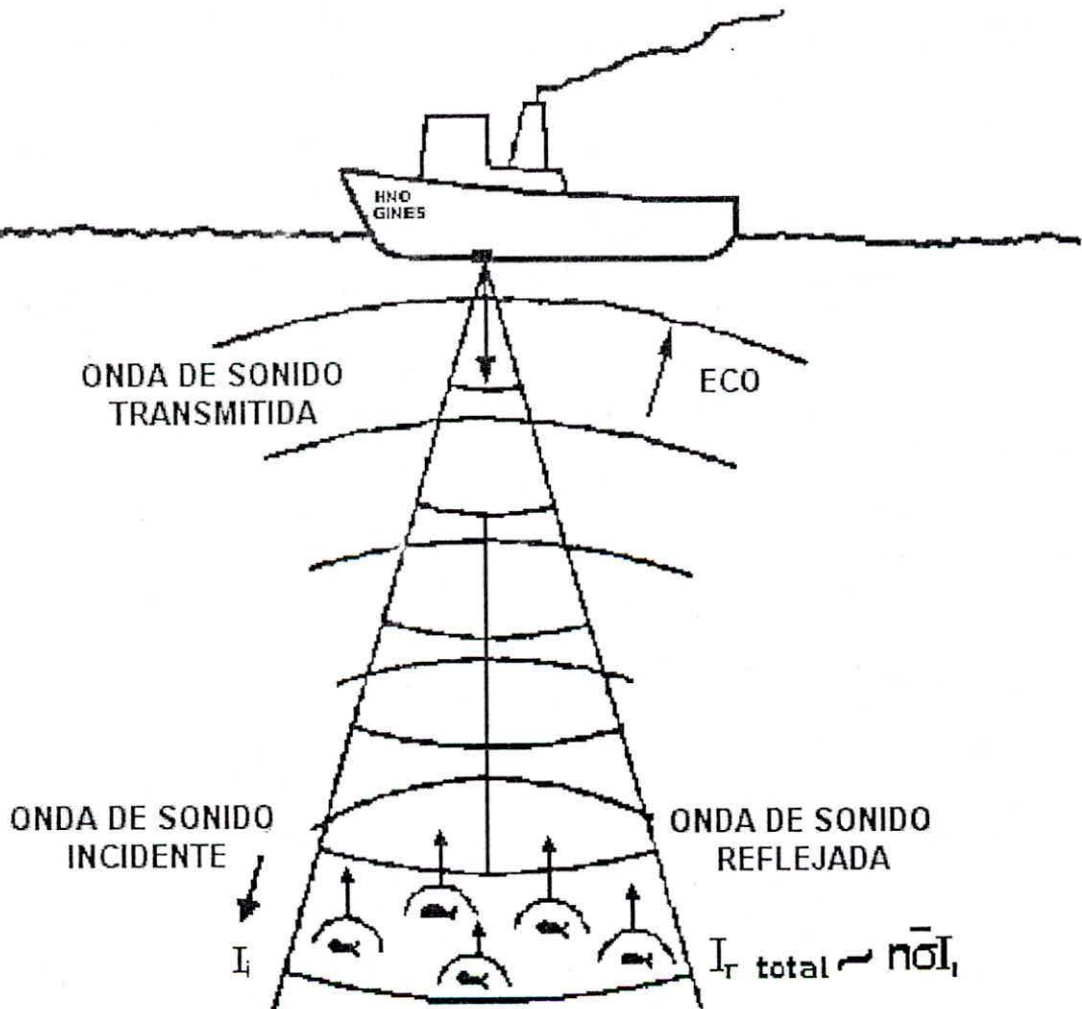


Figura 2. Reflexión de ondas de sonido por un blanco múltiple. (Tomado de Burchynski, 1982).



Hoy en día el sistema SONAR, usado para medir distancias, se ha extendido hacia otros dominios, particularmente los de la ayuda a la pesca y la biología pesquera llamada **hidroacústica pesquera** (Gerlotto, 1989).

Los objetivos que busca el desarrollo de la tecnología hidroacústica, tratan de ubicar precisamente las concentraciones de peces dentro de la masa de agua y tener una idea de la importancia de estas concentraciones. Hay dos principios que permiten determinar estos objetivos: un principio apareció rápidamente en el desarrollo de la hidroacústica pesquera, era el hecho que el eco de un pez podía, bajo ciertas condiciones, considerarse como proporcional al volumen del pez, lo que equivale en decir proporcional a su peso, mientras más grande el pez, más fuerte su eco; el otro principio fundamental es que siendo la velocidad del sonido constante en el agua (si no se toman en cuenta las pequeñas variaciones debidas a las diferencias de temperatura y salinidad) la distancia de un blanco al transductor es representada por la mitad del tiempo necesitado por la ida y vuelta de la impulsión sónica del transductor al blanco. Con estos dos principios se trata de ubicar precisamente las concentraciones de peces dentro de la masa de agua y de tener una idea de la importancia de estas concentraciones (Gerlotto, 1989).

El uso del equipo hidroacústico en los cruceros exploratorios nos permite obtener información de gran utilidad para realizar la evaluación en especial de los recursos pelágicos. Las actividades en los cruceros están dirigidas al cumplimiento de objetivos en esta área:

- Cálculo de la biomasa y estimación de la abundancia por especie;
- Distribución de tamaños de cardúmenes por especies;
- Migraciones verticales y distribución de los peces con respecto a la profundidad, temperatura, salinidad, oxígeno etc.;
- Determinación de la estructura poblacional según tamaños individuales por áreas, profundidades y estaciones del año (Garci-Crespo y Ehrhardt, 1987).

### 1.3. FUERZA DE BLANCO (TS) (Target Strength).

Es la capacidad del blanco para reflejar la energía acústica en la dirección de donde proviene la transmisión (Malaver, 1990).

Cuando un pez es insonificado por un sonar el cual transmite energía acústica dentro del agua, algo de la energía transmitida es reflejada como eco que es subsecuentemente detectado por el receptor del sonar (transductor). La fuerza de blanco de un pez es un número que indica el tamaño del eco, el cual es medido en decibeles (MacLennan y Simmonds, 1992).

El decibel no es una unidad de medida cuantitativa tal como metros, kilogramos o segundos, es la décima parte del bel, que es la unidad de medida para expresar la intensidad de los sonidos (Mitson, 1983; Johannesson y Mitson, 1983).

De acuerdo con Foote, la vejiga natatoria (en peces que la posean) refleja el 85% o más de la energía retrodispersada. Especies sin vejiga natatoria reflejan menos energía acústica que aquellas con vejiga natatoria (Forbes y Nakken, 1974; Burczynski, 1982; MacLennan y Simmonds, 1992). En peces marinos el volumen de la vejiga natatoria es solo del 5% del volumen total del pez (7% en peces de agua dulce); el hecho de que está llena de gas, la hace un reflector acústico muy significativo (Forbes y Nakken, 1974; MacLennan y Simmonds, 1992).

La fuerza de blanco (TS) es definido como 10 veces el logaritmo de la intensidad reflejada ( $I_R$ ) a un metro del pez, dividido por la intensidad incidente ( $I_i$ ).

$$TS = 10 \log I_R / I_i \quad (\text{Johannesson y Mitson, 1983}).$$

La fuerza de reflexión del blanco puede también expresarse con otra cantidad llamada la zona efectiva del blanco o *sección transversal de dispersión*,  $\sigma$ , que se

define como sigue: Si un eco fuera reflejado por un blanco reflectante total con una estructura uniforme de reflexión esférica, la superficie de este blanco normal al sonido incidente sería igual a  $\sigma$ .

TS y  $\sigma$  se relacionan en la siguiente expresión:

$$TS = 10 \log \frac{\sigma}{4\pi} \quad (\text{Forbes y Nakken, 1974}).$$

Según la forma de la vejiga natatoria los peces pueden ser fisoclistos o fisóstomos, por lo tanto la ecuación para hallar el TS cambia.

Fisóstomos: Son los peces en que el conducto de la vejiga natatoria está conectado con el intestino (vejiga con abertura) (Ziswiler, 1978; Lagler *et al*, 1990). Foote sugirió la siguiente relación para el TS de los clupeidos (sardinas) a 38 kHz.

$$TS = 20 \log L - 71.9 \quad (\text{Foote, 1987}).$$

Fisoclistos: Aquellos peces cuya vejiga natatoria no está conectado con el intestino (vejiga cerrada) (Ziswiler, 1978; Lagler *et al*, 1990). Foote sugirió la siguiente ecuación para el TS de gadidos (merluzas) a 38 kHz.

$$TS = 20 \log L - 67.4 \quad (\text{Foote, 1987}).$$

#### 1.4. ASPECTOS GENERALES DE LAS ESPECIES OBJETIVO

Los peces pelágicos pequeños objeto de estudio en el presente proyecto son por su importancia el machuelo (*O. oglinum*) y la sardina (*S. aurita*), por lo tanto se describirá su comportamiento, aspecto necesario en el desarrollo de la investigación.

En cuanto al machuelo (*O. oglinum*) (Figura 3), es una especie marina tropical y subtropical. Los cardúmenes de machuelo generalmente prefieren aguas costeras someras y es más abundante en aguas donde el veril es de 20 brazas (36,6 m) de profundidad; raras veces son encontrados después de 18 m de profundidad y están usualmente hasta los 11 m o menos de profundidad, ocurren con más frecuencia en los 3 m arriba de la columna de agua. Son conocidos por su velocidad y agilidad, haciéndolos muy dificultosos para el encierro en redes de cerco. Se encuentran en aguas con gran visibilidad (visibilidad del disco secchi de 3,81 m). En operaciones con red de cerco en el este del golfo de México en 1981-82 fueron capturados a temperaturas con un rango de 23 a 28 °C con una media de 25,9 °C. El machuelo generalmente prefiere altas salinidades. Peces adultos colectados en las costas del sureste de Florida fueron más abundantes entre 32 a 34 (Kinneary y Fuss, En: Finucane y Vaught, 1986). En el este del Golfo de México fueron capturados durante operaciones con red cerco a salinidades de 35 a 36 (Finucane y Vaught, 1986). En cuanto a la distribución vertical de los cardúmenes, raras veces se encuentran a más de 40 m de profundidad. En Venezuela se han capturado hasta unos 45 m de profundidad, es de hábitat pelágico costanero, principalmente en aguas neríticas de la plataforma continental, sin embargo, también se encuentra en las islas oceánicas, aunque en menor cantidad y con menos frecuencia (Cervigón, 1991).

Este recurso tiene un comportamiento migratorio estacional desde la costa hacia mar afuera, sin alejarse grandes distancias (siempre dentro de la plataforma), en

algunos casos tal como lo expone Valdés y Sotolongo (1983), este comportamiento está relacionado con los periodos de mayor fuerza del viento, que aumenta la turbulencia en las zonas costeras obligando al machuelo a desplazarse hacia aguas más claras.

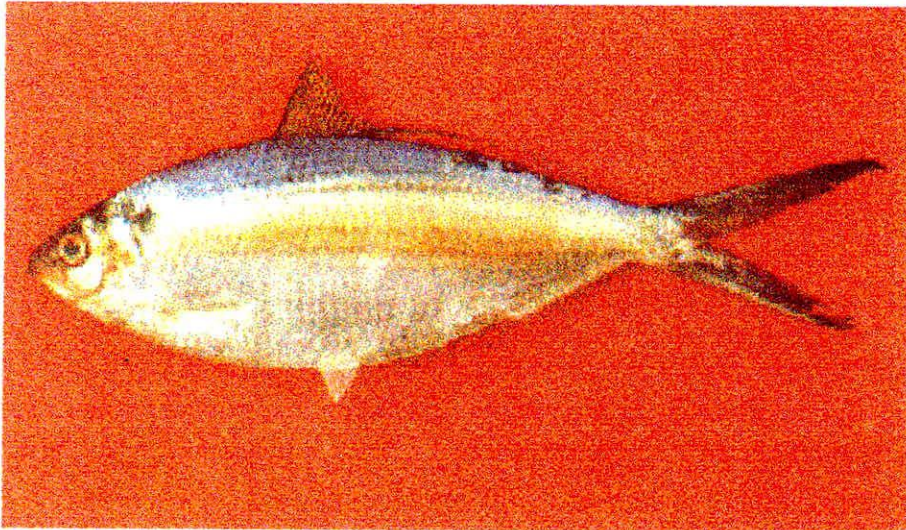


Figura 3. Fotografía del machuelo (*O. oglinum*)

En tanto que la sardina (*S. aurita*) (Figura 4), es de hábitos pelágico costanero. Tanto los ejemplares pequeños como los ejemplares adultos en ocasiones forman grandes cardúmenes en las capas de agua superficiales o subsuperficiales, en mar abierto como en el interior de golfos y bahías. También es frecuente, en algunas épocas, que se encuentre dispersa en el fondo, principalmente los ejemplares grandes, habiéndose capturado hasta una profundidad de unos 50 metros en Venezuela, teniendo preferencias por aguas frías (Cervigón, 1991).

Los adultos de sardina normalmente se encuentran cercanos a la costa, bien dentro de la isóbata de las 50 brazas (91,5 m), pero han sido capturados hasta dentro de la isóbata de las 200 brazas (366 m) fuera de la costa (Klima, En: Johnson y Vaught, 1986). La distribución es generalmente a lo largo de la línea de costa en aguas con el veril de 100 brazas (183 m) de profundidad. Los peces

están generalmente hasta las 40 brazas (74 m) de la columna de agua. Las especies han sido capturadas en aguas de 13 a 31 °C de temperatura superficial y 17 a 28 °C de temperatura de fondo. Concentraciones comerciales se han reportado a 90 mn de la costa a profundidades de 40 a 80 m al oeste de Florida (Prosvirov y Varea, En: Johnson y Vaught, 1986). Estas especies forman cardúmenes los que migran en las capas superficiales junto a bajos continentales. Hacen desplazamientos verticales diurnos (se mantienen en el fondo durante el día y se levantan a media agua al anochecer), estos movimientos hacia arriba parece ser que depende de la iluminación (Prosvirov, En: Johnson y Vaught, 1986). Zei reporta que esta especie puede ser atraída por luz artificial en la noche y que altas capturas estuvieron asociadas con bajas temperaturas en el Golfo de Guinea, también reporta que las capturas acertadas con red de cerco estuvieron dependientes cuando los peces se concentraron en números capturables los cuales fueron más grandes en períodos de surgencia que en periodos de estabilidad térmica (Johnson y Vaught, 1986).

La *Sardinella aurita* del Atlántico tropical es extremadamente estenohalina (o por lo menos no se conoce que se presente en aguas inferiores a 35); no tolera bajas salinidades (Longhurst y Pauly, 1987).

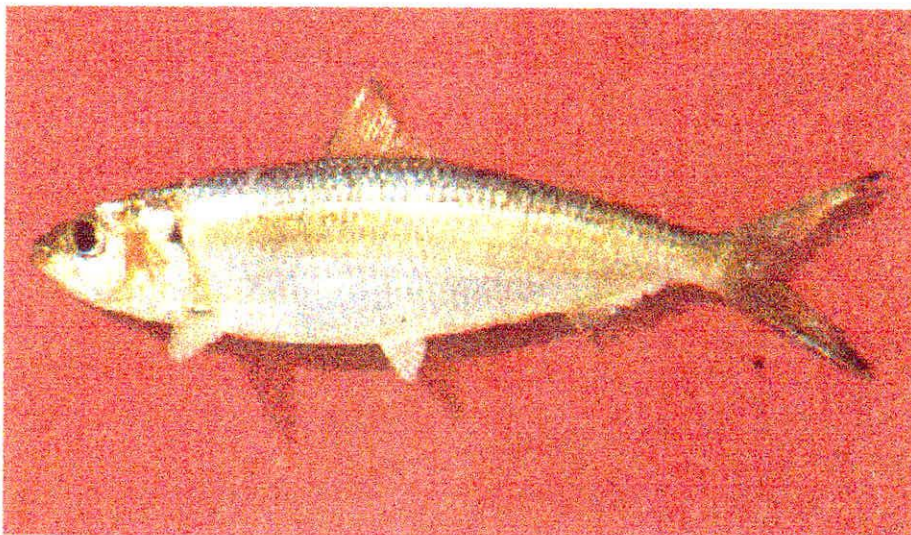


Figura 4. Fotografía de la sardina (*S. aurita*).

Anteriormente se consideraba que existían dos especies del género *Sardinella* en el Caribe colombiano (*S. aurita* y *S. brasiliensis*), las cuales eran muy difíciles diferenciarlas. Sin embargo, dentro del Programa de Pesca INPA-VECEP/UE, los responsables del componente de Biología Pesquera contactaron al Dr. Arturo Acero, especialista en el tema, quien les aclaró que realmente no se trata de dos especies diferentes sino de una sola especie (*S. aurita*).

## 2. AREA DE ESTUDIO

El área de estudio comprendió la zona Norte del Caribe colombiano (Departamentos Guajira y Magdalena); entre los puntos geográficos 12°24,00 N – 71°48,69 W al suroeste de Punta Gallinas (Guajira) y 11°16,00' N - 74°14,00' W al noroeste de Santa Marta (Figura 5).

La región desde La Guajira hasta Santa Marta, corresponde a una de las cuatro ecoregiones marinas del caribe colombiano, la cual es afectada directamente por la corriente caribe y por la surgencia estacional de aguas profundas, las que están presentes cuando los vientos alisios están en plena actividad durante las estaciones secas o de verano mayor (mediados de diciembre-abril) y menor (julio-mediados de agosto); por el contrario en las estaciones húmedas o de invierno menor (mayo-junio) y mayor (septiembre-noviembre) se percibe la contracorriente que al parecer llega exclusivamente hasta el Cabo de la Vela en La Guajira (Marquez, 1990; Bula-Meyer, 1990). Sin embargo, Blanco (1988) considera que esta contracorriente no pasa de Bocas de Ceniza (desembocadura del río Magdalena).

Esta región pertenece al tipo de ecosistemas pelágicos pulsantes de alta producción, ya que está sometida a fertilizaciones por parte de la surgencia estacional presente (Marquez, 1990; Bula-Meyer, 1990).

Se conoce que en las regiones tropicales y subtropicales la mayoría de los pequeños peces pelágicos comerciales y la totalidad de los peces demersales con valor económico se encuentran sobre la plataforma continental. La extensión y



configuración de las áreas de la plataforma son por esto importantes para la existencia y distribución de los recursos (Castillo *et al*, 1992).

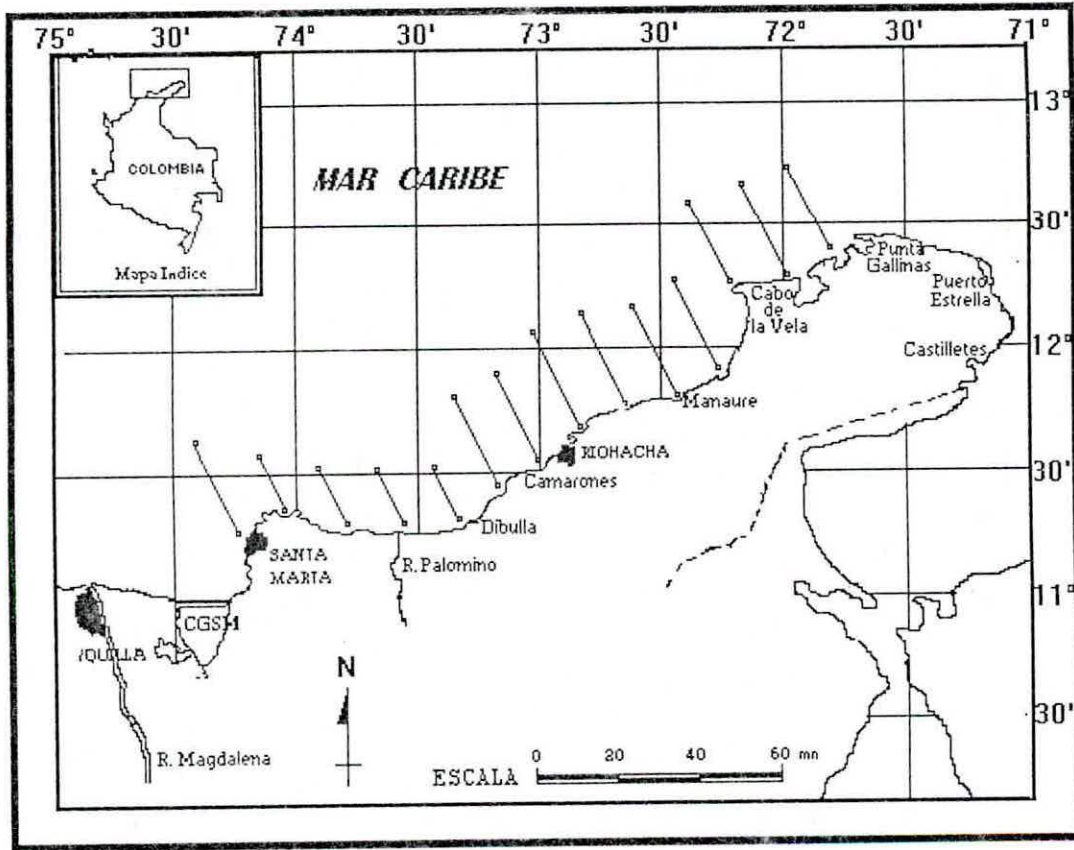


Figura 5. Area de cobertura.

### 3. MATERIALES Y METODOS

La presente investigación consistió en evaluar los peces pelágicos pequeños machuelo (*O. oglinum*) y sardina (*S. aurita*), en dos épocas climáticas. Para lo cual se utilizó el método hidroacústico, por ser más apropiado para evaluar este tipo de recursos. Se realizó un muestreo sistemático, con transecciones paralelas.

Los cruceros de evaluación comprendieron diez (10) transecciones desde una milla náutica (mn) de la costa hasta las 25 mn en las zonas de mayor extensión de la plataforma y en la zona entre Dibulla y el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) cuatro (4) transecciones de 15 mn, realizando transecciones perpendiculares a la costa con una distancia inter-transección de 12 mn, donde la unidad básica de muestreo (ubm) fue de 1 mn (Figura 5).

El primer crucero de evaluación se efectuó entre 27 de julio y el 3 de agosto de 1997, el área de evaluación comprendió 3078 mn<sup>2</sup> y 400 ubms; el segundo crucero se ejecutó desde el 4 al 9 de diciembre de 1997, con un área de exploración de 2492 mn<sup>2</sup> y 393 ubms.

#### 3.1. DISEÑO DE LOS CRUCEROS.

Para el caso del recorrido utilizado, es del tipo de transecciones paralelas sistemáticas (Figura 5), que es el más usado, por lo que suministra información representativa de toda el área de cobertura (Nickerson y Dowd; Kimura y

Lemberg, En: MacLennan y Simmonds, 1992). MacLennan y Simmonds (1992), sostienen que si la principal necesidad es obtener un mejor estimativo preciso de la abundancia, un diseño de transecciones sistemáticas dará los mejores resultados.

Cuando se desea prospectar una zona nueva o que no se ha estudiado después de mucho tiempo, se debe utilizar un muestreo estrictamente sistemático, con transecciones paralelas equidistantes entre sí (Barbieri -Bellolio, 1985).

Del mismo modo, Simmonds *et al* (1992), afirman que para una mayor intensificación del muestreo y mayor conocimiento de la distribución de los cardúmenes en el área explorada, es recomendable el diseño del muestreo sistemático con transecciones paralelas; además, estadísticamente se disminuye la correlación entre los cardúmenes que estuvieran muy cerca entre sí.

Francis sugiere que el diseño de los cruceros deben estar basados en elementos de muestreo consistentes de transecciones discretas para minimizar la autocorrelación, también sugiere que las transecciones deben estar uniformemente espaciadas por la mayor distancia posible, minimizando la posibilidad de correlación inter-transección (Simmonds *et al*, 1992; Gunderson, 1993).

Además, se parte del supuesto que la embarcación viaje más rápido que los cardúmenes para no registrar cada cardumen mas de una sola vez.

### 3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA EMBARCACIÓN.

Para la ejecución de esta investigación se utilizó el B/O HERMANO GINES, embarcación adscrita a la Estación de Investigaciones Marinas de isla Margarita (EDIMAR), la cual pertenece a la Fundación La Salle (Venezuela) (Figura 6). Este es un barco oceanográfico con diseño típico de arrastrero por popa, el casco es de fibra de vidrio (Anexo A). Los equipos con que cuenta la embarcación y utilizados en la presente investigación se detallan en el Anexo B.



Figura 6. Fotografía de la embarcación.

### 3.3. CALIBRACIÓN DE LA ECOSONDA.

Antes de iniciar cada crucero, se hizo la calibración del equipo acústico. La calibración es un experimento conducido a determinar el correcto valor de la escala de lectura de un instrumento, por medición o comparación con un estándar. En el caso de los instrumentos acústicos usados para ecointegración, el "correcto valor" es la densidad de peces en el haz del transductor, y la "escala de lectura" es la correspondiente salida del eco integrador (MacLennan y Simmonds, 1992).

Una de las mayores fuentes de error que inducen resultados equivocados en las estimaciones de biomasa de peces, es la mala calibración del equipo acústico. La calibración esta dirigida a medir la sensibilidad del transductor en el eje de propagación del sonido y corregir los valores de ganancia del equipo ( $G_0$ ), para medición de la ganancia del blanco estándar ( $G_{TS}$ ) y del volumen retrodispersado ( $G_{SV}$ ), hasta obtener un nivel de detección muy cercano a los parámetros conocidos de un blanco estándar que se toma como referencia (esfera de cobre de 60 mm de diámetro o la de carburo de tungsteno) (Figura 7) (SIMRAD, 1993; Mendieta, 1995).

Para estudios acústicos donde la exactitud en las medidas cuantitativas son requeridas, es esencial que la ecosonda este correctamente calibrada (SIMRAD, 1993). Es necesario derivar una relación entre la salida de la ecosonda y los peces insonificados por el haz del transductor. La técnica usual para el procesamiento de las ecoseñales de peces es la ecointegración, por lo cual se asume que la energía acústica recibida después de la corrección para la propagación del haz y las pérdidas por absorción es proporcional a la densidad de peces (Johannesson y Mitson, 1983).

Durante cada calibración un blanco de referencia con una fuerza de blanco (TS) conocido se colocó debajo del haz de sonido, y la medida del TS se comparó con el TS conocido de la siguiente manera:

Se calculó la velocidad del sonido y la fuerza de blanco (TS) de la esfera de cobre de 60 mm de diámetro, basándose en las tablas de velocidad del sonido en el agua y fuerza de blanco respectivamente, recomendadas por SIMRAD.

La calibración debe hacerse en aguas calmadas para evitar que la esfera se salga del haz de sonido. La esfera se colocó entre 10 y 15 metros de profundidad y debe hacerse en sitios con profundidades entre 20 y 50 metros.

Si el TS de la esfera medido difirió del TS conocido, entonces se calculó la nueva ganancia del transductor para fuerza de blanco (TS-TRANSDUCER GAIN) con la siguiente ecuación:

$$\text{Nueva Gan. del Transd.} = \text{Vieja Gan. del Transd.} + \frac{\text{TS}_{\text{MEDIDO}} - \text{TS}_{\text{ESFERA}}}{2}$$

Se seleccionó la nueva ganancia del transductor para fuerza de blanco en el menú transmisor-receptor (TRANSCIVER MENU) y se chequeó que el TS medido fuese el correcto.

Se calibró la ganancia del transductor para coeficiente de integración de área de retrodispersión (SA TRANSDUCER GAIN) de la siguiente manera:

Se colocó a imprimir un ecograma y el Sa medido se comparó con el Sa teórico de la siguiente ecuación:

$$Sa \text{ (teórico)} = \frac{4\pi * r_o^2 * \sigma_{bs} (1852 \text{ m/mn})^2}{\Psi * r^2}$$

donde:

$r_o = 1$  metro, que es la distancia estándar de referencia para retrodispersión.

$$\sigma_{bs} = 10^{\text{TS esfera}/10}$$

$\Psi =$  Angulo equivalente del haz acústico en dos direcciones (leído en las tablas de mediciones proveídas con el transductor) = 0,007943 esteroradianes.

$r =$  Profundidad de la esfera (leída en la pantalla).

Si el valor de Sa medido en el ecograma difirió del valor teórico, este se corrigió cambiando la ganancia del transductor para el Sv (volumen retrodispersado), calculando una nueva ganancia del transductor:

$$\text{Nueva Gan. Transd.} = \text{Vieja Gan. Transd.} + \frac{10 \log (Sa_{\text{MEDIDO}} / Sa_{\text{TEORICO}})}{2}$$

Se colocó el nuevo valor de ganancia en el Menú Transmisor-Receptor (TRANSCIVER MENU) y el valor medido de Sa fue corregido.

La calibración del crucero de julio-agosto de 1997, no se pudo realizar en Colombia, ya que las condiciones ambientales no eran favorables para la calibración (gran movimiento del mar, lo que impedía tener la esfera de calibración en el eje de sonido del transductor). Por lo tanto se utilizaron los parámetros de la

ultima calibración que había realizado en Venezuela, días antes del crucero de julio-agosto.

En tanto que la calibración para el crucero de diciembre, que se hizo en la Bahía de Taganga (Colombia), el TS de la esfera medido difirió del TS calculado, por lo tanto se calculó la nueva ganancia del transductor para fuerza de blanco. Una vez hecho esto, se puso a imprimir un ecograma y el valor de Sa medido no fue parecido al Sa teórico, de este modo se calculó la nueva ganancia del transductor, que se colocó en el Menú Transmisor-Receptor (TRANSCIEVER MENU) y el valor medido de Sa fue corregido.

Los datos obtenidos durante la calibración en cada crucero se llenaron en la hoja de informes proveída por SIMRAD (Anexos C y D) (SIMRAD, 1993; Mendieta, 1995).

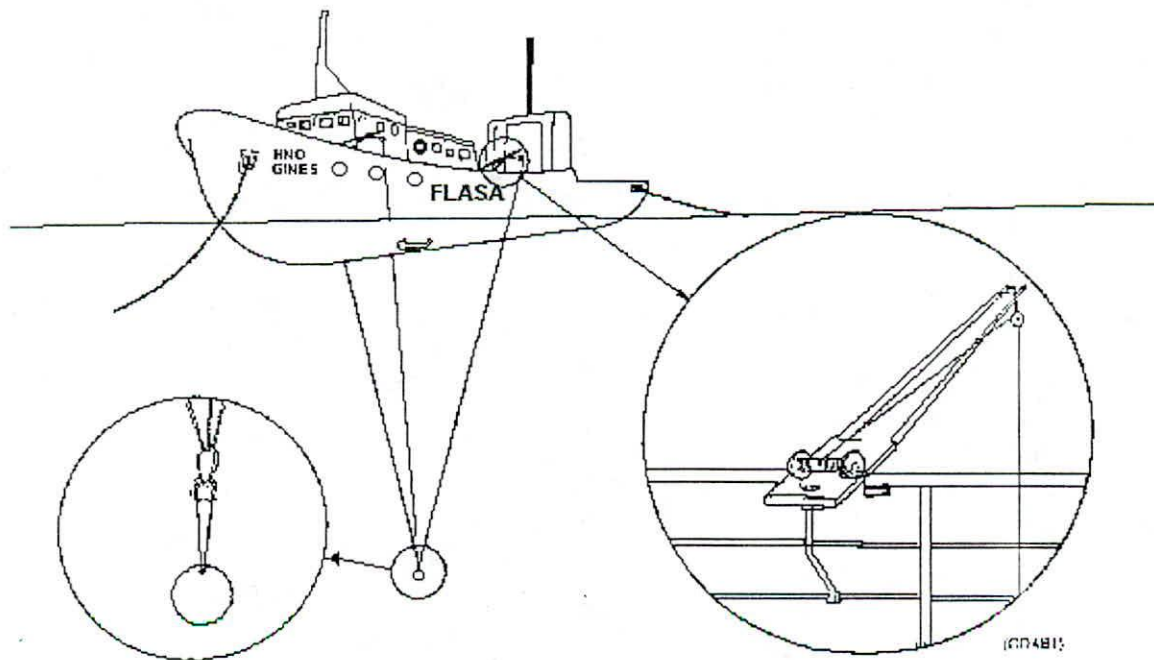


Figura 7. Calibración de la ecosonda (Tomado de SIMRAD, 1993)



### 3.4. REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

**3.4.1. Hidroacústica.** Para el registro de la información hidroacústica se empleó la ecosonda científica de la SIMRAD EK-500 (Fig. 8). Los parámetros de la ecosonda utilizados en la presente investigación y durante los recorridos acústicos fueron los siguientes:

Frecuencia = 38 y 120 kHz

Tipo de transductor = ES38B (SPLIT BEAM)

Rango = 3 – 150 m

TVG = 20 log R

Longitud del pulso = Medio (3 ms)

Amplitud de Banda = Ancha

Angulo de sensibilidad = 7.1°



Figura 8. Fotografía de la ecosonda científica de la SIMRAD EK-500.

Luego de haber hecho la calibración del equipo para cada crucero, se procedió a tomar los datos necesarios para el posterior análisis de la información. La ecointegración se llevó a cabo entre 3 y 150 metros de profundidad. Durante el recorrido acústico en cada transección, se tomó toda la información concerniente a los parámetros de funcionamiento de la ecosonda científica SIMRAD EK-500 y demás observaciones que deban tenerse en cuenta durante el sondeo acústico. En los periodos de navegación (velocidad aproximada 8 nudos) se establecieron Unidades Básicas de Muestreo (UBM) cada milla náutica anotándose el número de la UBM, la hora, número de la transección, rumbo, posición geográfica, etc. (Anexo E).

**3.4.2. Biológico-Pesquera.** Los sistemas acústicos usados en estudios pesqueros, no son capaces de discriminar la energía devuelta de diferentes especies de peces, por lo tanto, la identificación de blancos (peces) con redes de arrastre, de cerco, etc., es una parte integral de cualquier estudio acústico (Gunderson, 1993).

Los lances de pesca comprobatoria se ejecutaron utilizando una red de arrastre pelágico (Anexo F) y el sistema de control de captura instalado en la red Net sonder (sonda de red) FURUNO modelo CN-24. El tiempo de cada arrastre varió entre 30 y 60 minutos; que no correspondieron a estaciones predeterminadas sino a detecciones instantáneas de cardúmenes mediante la ecosonda científica.

La colección de muestras biológicas de peces se hace para determinar la composición por especies y las frecuencias de la distribución de tallas de los blancos detectados por la ecosonda. No es necesario que la captura sea demasiado grande; es más importante que la talla y la composición de las especies de la captura sea representativa de la población en el estrato en que se realiza la maniobra de pesca (MacLennan y Simmonds, 1992).

Los siguientes pasos hacen referencia a la metodología de manipulación de la captura obtenida en las faenas de pesca comprobatoria, para establecer la composición de las principales poblaciones de peces pelágicos pequeños:

- a) Se apartaron los peces mayores que fueron fácilmente visibles, los cuales se contaron y pesaron, utilizando dinamómetros o balanzas, según el caso.
- b) Se separaron los ejemplares medianos y pequeños fácilmente distinguibles, destinando una canasta para cada especie, las que se pesaron a medida que se iban llenando, contando los ejemplares.
- c) En caso de que, una vez efectuado los pasos anteriores, quedó un número de ejemplares pequeños excesivamente grande, pertenecientes a uno o varios grupos taxonómicos, se procedió a estimar su peso y composición a partir de una submuestra, previa homogeneización de la muestra (fracción de muestreo=1/5).
- d) Para cada canasta seleccionada se pesó la captura contenida y se anotó el resultado; luego, se procedió a clasificar y pesar a nivel de grupos taxonómicos tan precisos como fue posible -familia, género, especie- los peces y otros grupos presentes.
- e) Cuando los individuos de cierta especie aparecieron tanto en las canastas muestreadas de peces pequeños como en las de ejemplares mayores, se sumaron los respectivos pesos y números obtenidos y se anotaron los totales en el formulario correspondiente.
- f) Además del muestreo de las capturas, el trabajo biológico-pesquero incluyó los siguientes pasos:

- Para todas las especies se registraron la talla (longitud total), siguiendo el siguiente esquema de muestreo:
  - De cada montículo de las cinco especies más importantes por su volumen se hizo la distribución por tallas, empleando un formato para cada especie.
  - De cada montículo se tomó una submuestra.
  - Para las especies que alcanzan hasta 20 cm., se tomaron submuestras sin escoger, de aprox. 3 Kg, utilizando un recipiente. Se procedió a su medición utilizando el ictiómetro y formularios con intervalos de 0.5 cm.
  - Cuando la muestra fue menor de 3 Kg., ésta se tomo como la submuestra, procediéndose a su medición.
  - Para las especies que alcanzaron hasta 30 cm., se tomaron submuestras aleatorias, en recipientes de aprox. 10 Kg., procediéndose a su medición, utilizando el ictiómetro y formularios con intervalos de 0.5 cm. Cuando la muestra fue menor que 5 Kg., se tomó el total para seguir el proceso de medición.
  - Para las especies que alcanzaron más de 30 cm., se tomaron submuestras sin escoger, en recipientes de aprox. 15 Kg., procediéndose a su medición utilizando el ictiómetro y formularios con intervalos de 1.0 cm. Si la muestra fue menor que 15 Kg., ésta se tomó como la submuestra, procediéndose a su medición (Pauly, 1983).

Esta información biológico-pesquera se registró en los formularios correspondientes (Anexo G y H).

**3.4.3. Oceanográfica.** La información oceanográfica fue aportada por el componente de oceanografía del programa de pesca INPA-VECEP/UE; quienes siguieron la metodología que se describe a continuación (Manjarrés *et al*, 1997, 1998):

Las estaciones oceanográficas se hicieron en sitios predeterminados, teniendo en cuenta la longitud de la transección. Para las transecciones de 25 mn, las estaciones estuvieron a 1, 15 y 25 mn de la costa; en tanto que para las transecciones de 15 mn estuvieron a 1, 5 y 15 mn de la costa, donde se diligenció el correspondiente formulario (Anexo J).

La información de las variables oceanográficas (temperatura y salinidad superficial), fue obtenida mediante el uso del CTDO (Figura 9). En cada estación se anotó la posición geográfica, hora y fecha; mediante la ecosonda se determinó hasta que profundidad se debía enviar el CTDO, asegurándose de que el buque estuviera detenido, se lanzó el CTDO al agua, procurando que este quedara a sotavento (protegido del viento), se dejó sumergir hasta la profundidad determinada y se procedió a su recuperación manteniendo una velocidad uniforme (1 m/seg.).

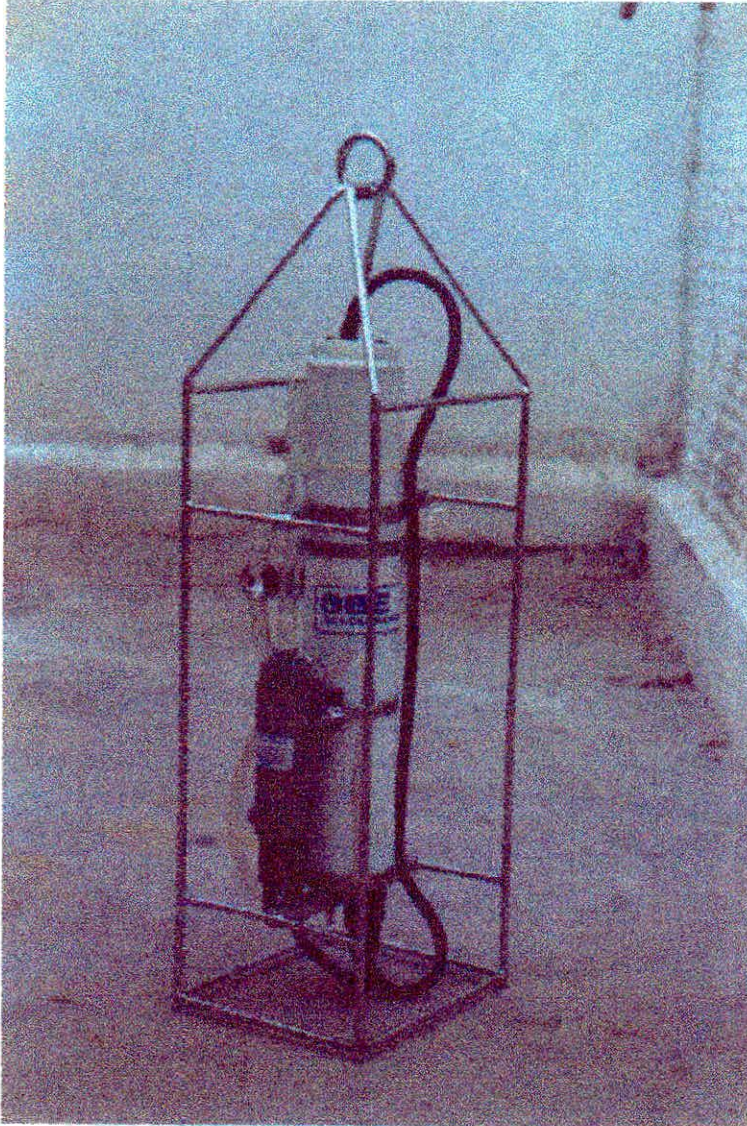


Figura 9. Fotografía del CTDO.

### 3.5. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

**3.5.1. Hidroacústica.** Una vez en tierra, se realizó una depuración de los ecogramas. A pesar de que la ecosonda tiene las dos frecuencias, únicamente se

trabajó con los ecogramas de 38 kHz, debido a que la fórmula sugerida por Foote (1987) para hallar el TS de peces fisóstomos fue establecida a esta frecuencia. El primer paso fue analizar si algunos de los ecotrazos pertenecían a algún grupo de especie en particular, por ejemplo si eran de peces demersales o pelágicos. Luego se eliminaron aquellos ecos que provenían de otros orígenes ya sea de capas de plancton, ruido de la embarcación (principalmente en los tres primeros metros debajo del transductor), fondos levantados, ruido ambiental, burbujas de aire, etc., (Simmonds *et al*, 1992) lo que comúnmente se conoce como reverberación (Vestnes, 1964; Burczynski, 1982). Enseguida se observó en que capa de la columna de agua se encontraron los peces y si estaban dispersos o formando cardúmenes, teniendo en cuenta la hora del día y si el ecograma pertenece a una UBM cercana a la costa o mar adentro (Anexos K, L, M y N). Al valor de integración que dio la ecosonda científica de la SIMRAD EK-500 (**Sa**), que es el coeficiente de retrodispersión sonora por unidad de área de la columna de agua, se le restaron los ecos que no fueron de peces pelágicos.

Teniendo en cuenta esto se continuó con los cálculos necesarios para el estimativo de la densidad, biomasa, varianza y coeficiente de variación por estrato y por especie. El estimativo final de biomasa por especie fue el resultado de la suma de cada estrato, obteniendo, además, el coeficiente de variación, los límites de confianza y porcentaje de error total. A continuación se describe la metodología empleada para esto:

En las evaluaciones por este método, es necesario saber si las especies objeto de estudio pertenecen a peces fisóstomos o a fisoclistos. En este caso se trató de los peces pelágicos pequeños (machuelo y sardina), pertenecientes a los clupeidos, que se caracterizan por tener el conducto de la vejiga natatoria conectado con el intestino (vejiga con abertura), por lo tanto son peces fisóstomos. A este tipo de peces se le aplicó la fórmula sugerida por Foote para peces fisóstomos a 38 kHz:

$$TS = 20 \log \bar{L} - 71.9 \quad (\text{Foote, 1987})$$

$\bar{L}$  = longitud promedio de la muestra en cm

El TS también se expresa por la formula:

$$TS = 10 \log \sigma/4\pi \quad (\text{Forbes y Nakken, 1974; MacLennan y Simmonds, 1992}).$$

$\sigma$  (sigma) = Es la sección transversal de retrodispersión sonora del blanco, tomándolo a 1 metro desde el centro acústico  $R_o = 1$  m (Burczynski, 1982).

$$\sigma = 4\pi R_o^2 * 10^{TS/10}$$

$$\sigma = 4\pi 1m^2 * 10^{TS/10}$$

$$\sigma = 4\pi * 10^{TS/10} (m^2)$$

$$\sigma = 4\pi 1m^2 * 10^{TS/10} * 10000 \text{ cm}^2/1m^2$$

$$\sigma = 125700 * 10^{TS/10} (\text{cm}^2)$$

$$\sigma_{Kg.} = \bar{\sigma} / \bar{W}_{Kg.} (\text{cm}^2/\text{Kg.})$$

$\bar{W}_{Kg.}$  = Peso promedio en la muestra de cada especie (Kg).

$\sigma_{Kg.}$  = Sección transversal de retrodispersión sonora del blanco, normalizada por unidad de peso, en  $\text{cm}^2/\text{Kg.}$

El coeficiente de retrodispersión sonora por unidad de área de la columna de agua, normalizado a  $\text{mn}^2$ , medido en  $\text{m}^2/\text{mn}^2$  (**Sa**) (Hansen y Madirolas, 1996); es un producto de la densidad de área ( $\delta$ ) de los blancos y la sección transversal de retrodispersión promedio ( $\bar{\sigma}$ ) por blanco:

$$Sa = \delta * \bar{\sigma} \quad (\text{Ona, 1993})$$

La densidad está dada por:

$$\delta = K * Sa/\sigma_{Kg.}$$



donde:

$\delta$  = Densidad de peces en Ton/mn<sup>2</sup>.

K = 10. Factor de conversión para pasar el  $\sigma_{Kg}$ . de cm<sup>2</sup>/Kg. a m<sup>2</sup>/Ton.

La biomasa se calculó según la ecuación:

$$B = \delta * A$$

B = Biomasa en toneladas.

A = Area en mn<sup>2</sup>.

Para el cálculo de la biomasa se trabajó el método de estratificación en transecciones, considerando el área representada por cada transección como un estrato, el área es un rectángulo en el cual la longitud es la de la transección y el ancho es las dos distancias medias entre dos transecciones vecinas. Este método de estratificación supone que los estratos son independientes, o sea, no hay autocorrelación entre dos transecciones sucesivas (Simmonds *et al*, 1992).

En la precisión de la estimación se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$\bar{\delta}_E = \Sigma \delta_{UBM} / n_{UBM}$$

E = Estrato (área de la transección)

En este estrato se obtuvo la varianza de la densidad:

$$S^2_E = \Sigma (\delta_{UBM} - \bar{\delta}_E)^2 / (n_{UBM} - 1)$$

La biomasa  $B_E$  en un estrato se calculó como:

$$B_E = \bar{\delta}_E * A_E$$

La biomasa total es:

$$B_T = \Sigma B_E$$

La varianza de la densidad media total es:

$$S^2(\bar{\delta}_T) = \Sigma (A_E/A_T)^2 * S^2_E/n_{ubm}$$

La varianza de la biomasa total estratificada es:

$$S^2(B_T) = A_T^2 * S^2(\bar{\delta}_T)$$

El coeficiente de variación CV para cada estrato es:

$$CV_E = S_E/\bar{\delta}_E$$

El coeficiente de variación total fue:

$$CV_{Total} = S(\bar{\delta}_T)/\bar{\delta}_{Total} \text{ (Simmonds et al, 1992).}$$

$$\text{donde } \bar{\delta}_{Total} = \Sigma A_E * \bar{\delta}_E / A_{Total}$$

Los límites de confianza están dados por:

$$B_{Total} - t_{n-1} * s/\sqrt{n} \text{ y } B_{Total} + t_{n-1} * s/\sqrt{n}$$

donde  $t_{n-1}$  son los llamados percentiles en la "distribución t de Student" (Sparre y Venema, 1995).

$$\% \text{ Error} = (B_{\text{Total}} - \text{Lim. inf.} / B_{\text{Total}}) * 100$$

Los datos obtenidos fueron analizados con el software STATGRAPHICS PLUS versión 5.2. Se empleo la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ), ya que no fue posible aplicar el análisis de varianza (ANOVA), dado que los datos no cumplieron con el supuesto de proceder de una población de distribución normal, sino que presentaron una distribución binomial negativa, la cual es probablemente el modelo mas apropiado para describir la distribución espacial de existencias de peces basados en datos acústicos (Johannesson y Mitson, 1983) y que debido a la agregación de los organismos en el mar, es posible que no se cumpla con el supuesto de la normalidad (Barbieri y Córdova, 1986).

De acuerdo con varios autores, los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos podrían ser normalizados mediante la utilización de transformaciones como:  $\log(x+1)$  (Johannesson y Mitson, 1983), o con la  $^5\sqrt{x}$  o  $^7\sqrt{x}$  (Barbieri y Córdova, 1986); se probó la utilización de estas transformaciones mencionadas, pero no fue posible la normalización de los datos obtenidos, por lo que fue necesario utilizar pruebas no paramétricas.

Para los mapas de distribución geográfica, se establecieron cuatro categorías de densidad utilizando la formula para los rangos:

$$R = C \times 2^n$$

donde,

R = rango

C = 7, constante asignada para cubrir el rango de valores encontrado

n = categorías asignadas (Castillo *et al*, 1992).

**3.5.2. Biológico-pesquera.** La toma de muestras biológicas de las especies objeto de estudio es una parte esencial en el procedimiento de análisis. Una vez efectuado los lances de pesca comprobatoria en cada transección, se determinó la composición de la captura y se halló el porcentaje en peso para asignarle los valores de ecointegración a las especies en las ubms representativas de cada lance (Anexos P y Q). Antes de determinar los porcentajes en peso, se eliminaron aquellos valores en peso correspondientes a peces demersales que pudieran alterar dicho porcentaje. Por otro lado si en el lance se ausentó alguna de las especies objetivo, el valor de ecointegración ( $S_a$ ) correspondió a cero en dichas ubms.

Durante cada lance de pesca comprobatoria, se registro la información hidroacústica y se caracterizó el tipo de ecotrazo de acuerdo a la composición de la captura para luego compararlo con las ubms más cercanas y representativas al lance de dicha transección. Se asumió que si un lance se realizaba a poca distancia de la costa, ese lance se asociaba a las ubms más cercanas a él, del mismo modo si el lance se realizaba lejos de la costa éste se asociaba a las ubms lejanas de la costa y más cercanas al lance, llegando a tener hasta tres lances por transección en el mejor de los casos.

También se obtuvo la distribución de longitud de cada especie por estrato, para estimar la sección transversal retrodispersada promedio ( $\bar{\sigma}$ ) (Simmonds, *et al*, 1992). Para esto se halló la frecuencia de longitud y el peso promedio por especie del mismo lance. Posteriormente se calculó la sección transversal de retrodispersión sonora del blanco normalizada por unidad de peso ( $\sigma_{kg}$ ).

**3.5.3. Oceanográfica.** El trabajo de laboratorio o de computo empezó con el traspaso de la información obtenida por el CTDO al computador para su almacenamiento y posterior procesamiento en tierra. La información colectada durante los cruceros fue almacenada en el software SEASOFT.

El análisis de la información oceanográfica almacenada en el SEASOFT, consistió básicamente, en la elaboración de mapas de distribución de las variables medidas, con las cuales se hizo una caracterización ambiental en cada temporada muestreada, distinguiendo fenómenos y eventos oceanográficos (afloramientos, frentes oceanográficos, etc.), que pudieran afectar la distribución y abundancia de los recursos objeto de estudio.

La variable salinidad no se expresó con unidades (‰), ya que desde inicios de los años 1980s se ha reconocido oficialmente ante las autoridades oceanográficas internacionales que esta variable es una razón pura y, por tanto, no tiene dimensiones ni unidades. Por decisión de la Junta de Tablas y Estándares Oceanográficos (JPOTS), no existe un símbolo numérico para indicar partes por mil (UNESCO, 1985).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. ABUNDANCIA Y DISTRIBUCIÓN DEL MACHUELO (*O. oglinum*) Y LA SARDINA (*S. aurita*).

La distribución geográfica para el machuelo y la sardina, se determinó teniendo en cuenta las densidades por ubm, basada en las observaciones acústicas, figuras 10 (a y b) y 12 (a y b) y se establecieron cuatro categorías de densidad.

**4.1.1. Machuelo (*O. oglinum*).** Durante el crucero de julio-agosto, esta especie se encontró distribuida en el área comprendida entre Santa Marta y Riohacha y frente a Manaure y Punta Gallinas con unas pequeñas distribuciones de baja abundancia (Figura 10a). En la región comprendida entre Santa Marta y Dibulla, se evidenció una distribución muy costera, resaltándose un núcleo de abundancia muy alta entre Dibulla y el Río Palomino, a unas 7 mn de la costa y otro de abundancia alta frente a la desembocadura del Río Guachaca. Los individuos capturados en las pescas comprobatorias mostraron longitudes promedio de 16,2 y 17,5 cm respectivamente.

Sobresale además, una distribución con baja y media abundancia entre Camarones y Riohacha, con un pequeño núcleo de abundancia alta un poco más oceánica a unas 17 mn de la costa. Los individuos capturados en esta región presentaron una longitud promedio de 4,5 cm en la parte mas costera y en el resto, longitudes promedio de hasta 19,4 cm.

En el resto de la región, desde Riohacha hacia el norte, se presentaron abundancias bajas, en la región de Manaure y un poco más oceánica al oeste del Cabo de la Vela y frente a Punta Gallinas.

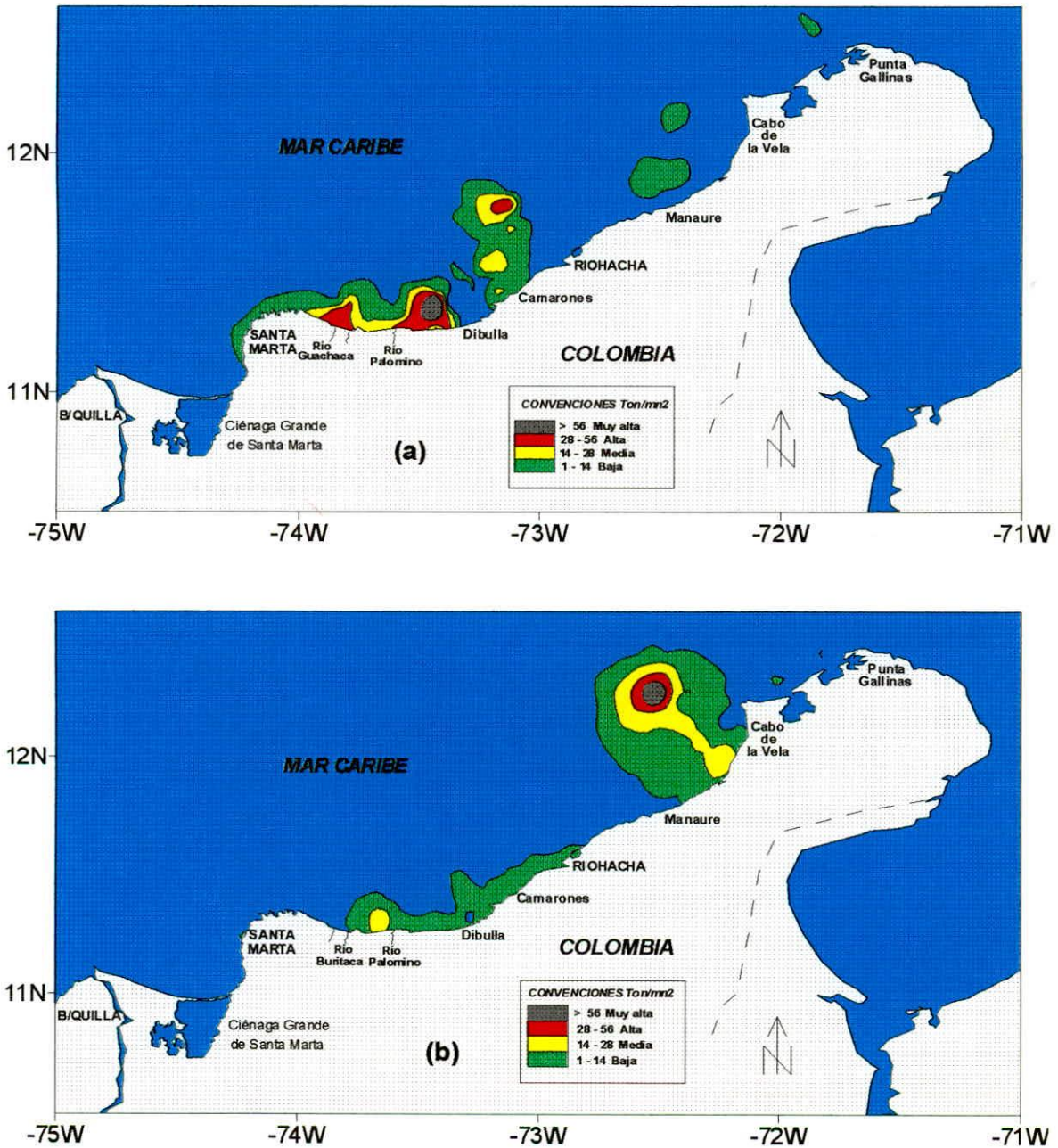


Figura 10. Mapas de distribución de densidad del Machuelo (*O. oglinum*) durante los cruceros de: a) Julio-Agosto/97; b) Diciembre/97.

En la figura 11 se puede observar que la mayor densidad promedio durante julio-agosto, apareció en la transección 12 (23,53 ton/mn<sup>2</sup>), que se encuentra en la zona de mayor abundancia, seguida por la transección 10 con una densidad de 19,8 ton/mn<sup>2</sup> y las transecciones 8 y 9 con densidades de 8,0 y 7,92 ton/mn<sup>2</sup> respectivamente. Cabe destacar que en la transección 7 no se registró la presencia de esta especie.

Las capturas estuvieron principalmente entre 5 y 30 metros de profundidad, sobre la plataforma continental y entre 2,5 y 8,5 mn desde la costa (Figura 16 a) (Anexo R).

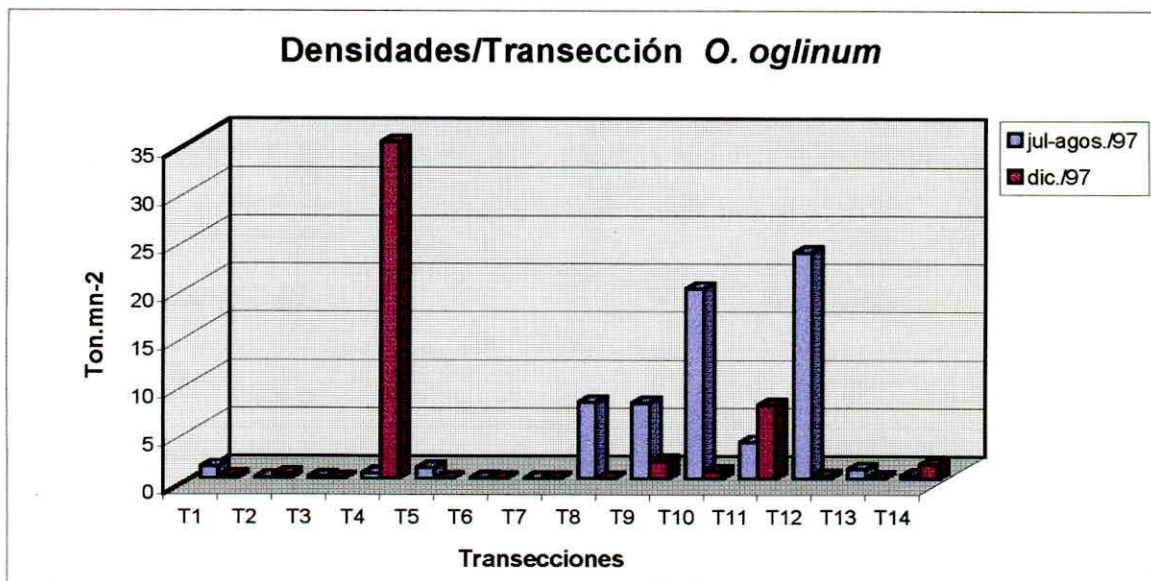


Figura 11. Densidades promedio por transección del machuelo (*O. oglinum*), durante los cruceros de julio-agosto y diciembre de 1997.

Con relación al crucero de diciembre, al contrario que el anterior, el machuelo se distribuyó mas hacia la Guajira, mas exactamente entre la desembocadura del Río Buritaca y el Cabo de la Vela (Figura 10b). En la región del Cabo de la Vela se presentó un núcleo de abundancia media bien costero y otro más oceánico, también sobresale un núcleo de abundancia alta a unas 18 mn aproximadamente. Los



individuos capturados en esta área correspondieron a una longitud promedio de 27,1 cm (individuos muy grandes).

En el resto de la región los registros de abundancia fueron bajos en donde las muestras capturadas tuvieron longitud promedio de 12,1 cm. Las capturas fueron hechas esencialmente entre muy superficial, hasta 56 metros de profundidad sobre la plataforma continental y entre 1 y 8 mn de la costa (Figura 16b) (Anexo S).

En la figura 11, se observa que la mayor densidad promedio durante este crucero, se presentó en la transección 4 (35,41 ton/mn<sup>2</sup>), en segundo lugar en la transección 11 con una densidad promedio de 7,67 ton/mn<sup>2</sup> y en tercer lugar en la transección 9, aunque con baja densidad (1,83 ton/mn<sup>2</sup>). En las transecciones 3,5,6,7 y 8 no se capturó esta especie.

En el gráfico de barras (Figura 11) se observan algunas diferencias de densidades por transección (ton/mn<sup>2</sup>) entre las épocas, no obstante la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ), no muestra diferencias significativas en las dos épocas de muestreo (Tabla 1). Esta dualidad puede deberse a que de 14 transecciones solo 6 son diferentes en densidad por transección (ton/mn<sup>2</sup>) en las dos épocas, pero las otras 8 no son diferentes. Cabe destacar, que lo que pasa es que la prueba mide diferencias entre ambos cruceros y no lo que pasa en cada transección, por esto la prueba no muestra diferencias significativas. Sin embargo, se puede considerar que sí existen diferencias pero solo en algunas transecciones (4, 8, 9, 10, 11 y 12). Además, se debe tener en cuenta el valor atípico encontrado en diciembre, en la transección 4 (35,41 Ton/mn<sup>2</sup>), donde tanto la densidad promedio como los individuos capturados fue mayor que en el crucero de julio-agosto.

Tabla 1. Prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para machuelo.

Análisis de Kruskal-Wallis de densidad machuelo vs época		
Epoca	No. de transecciones	Rango promedio
Julio-agosto	14	16,8214
Diciembre	14	12,1786
Test estadístico = 3,67116		Nivel de significancia = 0,133484

**4.1.2. Sardina (*S. aurita*).** En el crucero de julio-agosto, la sardina se distribuyó entre Camarones y Manaure, un poco alejada de la costa, con baja densidad, alrededor de 13 mn de la costa (Figura 12a). Las sardinas capturadas en este sector, tuvieron una longitud promedio de 15 cm.

En general la sardina en julio-agosto, presentó bajas densidades por transección, que no superaron las 4 Ton/mn<sup>2</sup> (Figura 13). La transección con mayor densidad promedio durante este crucero, fue la 7 (3,91 Ton/mn<sup>2</sup>), le siguió la 8 (0,70 Ton/mn<sup>2</sup>) y por ultimo la 9 (0,34 Ton/mn<sup>2</sup>).

Las capturas se realizaron entre 13 y 22 metros de profundidad sobre la plataforma continental y de 6 a 8 mn de la costa (Figura 16a) (Anexo T).

En el crucero de diciembre, la sardina se distribuyó con densidades bajas al frente de Riohacha a 12 mn de la costa aproximadamente y al suroeste del Cabo de la Vela a unas 7 mn de la costa (Figura 12b). Las capturas presentaron longitudes promedio de 6,8 y 7,5 cm respectivamente.

En este crucero, la mayor densidad promedio por transección no alcanzó las 2 toneladas por milla náutica cuadrada (1,95 Ton/mn<sup>2</sup>, en la transección 8) (Figura 13). Los lances de pesca comprobatoria en donde se capturó sardina, se hicieron

desde unos 2 metros hasta 27 metros de profundidad, sobre la plataforma continental y hasta 12 mn de la costa (Figura 16b) (Anexo U).

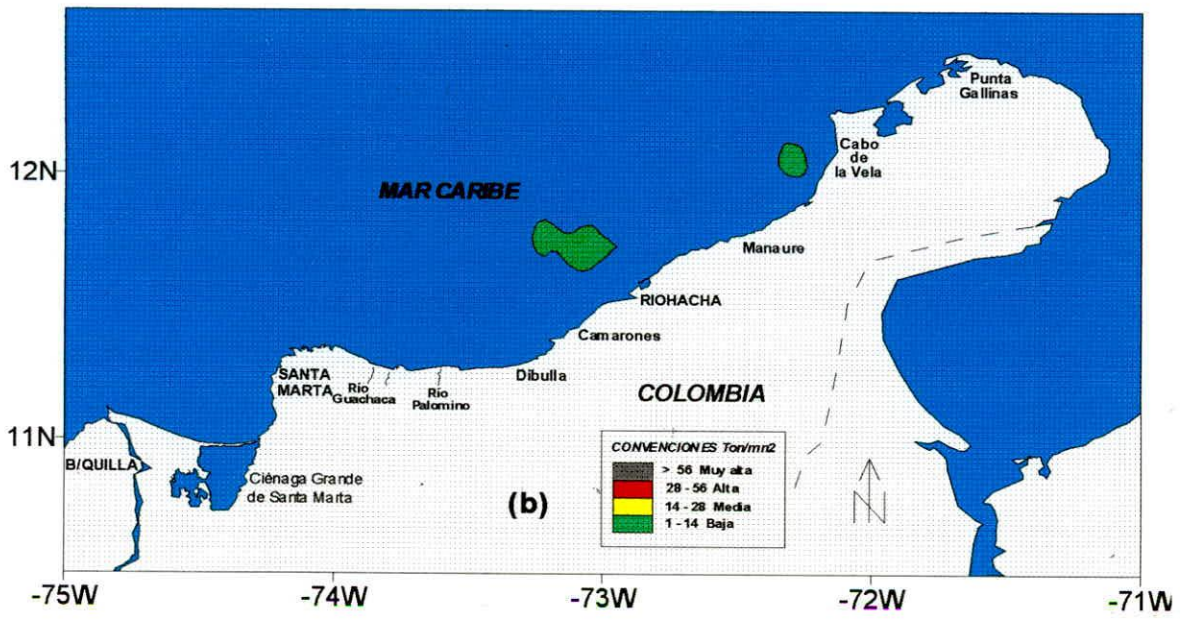
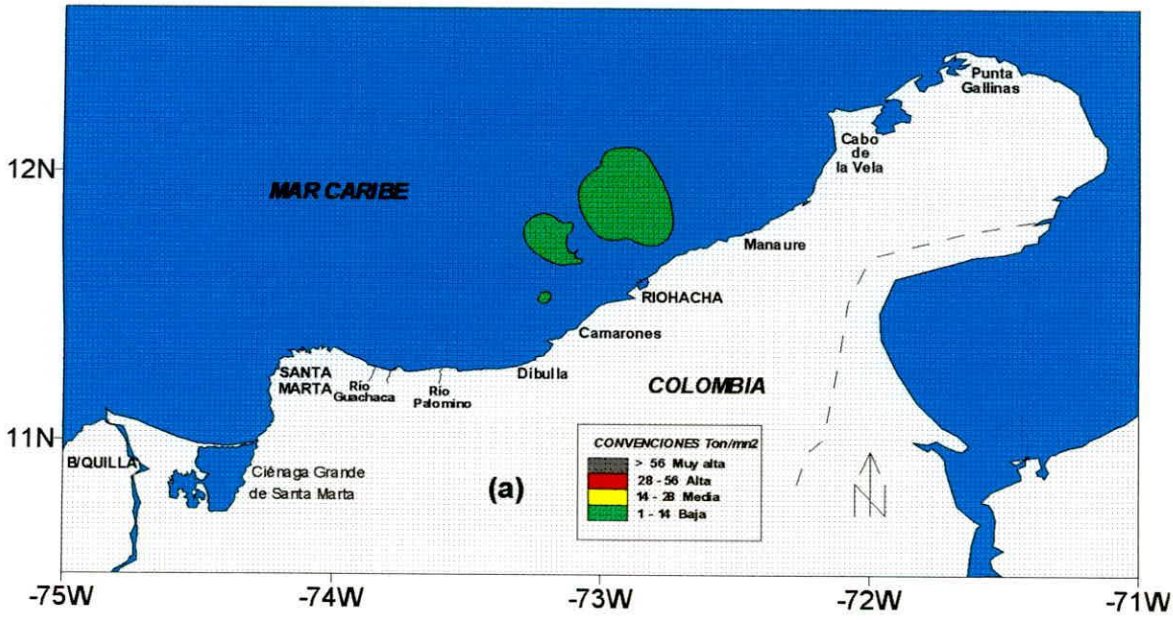


Figura 12. Mapas de distribución de densidad de la sardina (*S. aurita*) durante los cruceros de: a) Julio-Agosto/97; b) Diciembre/97.

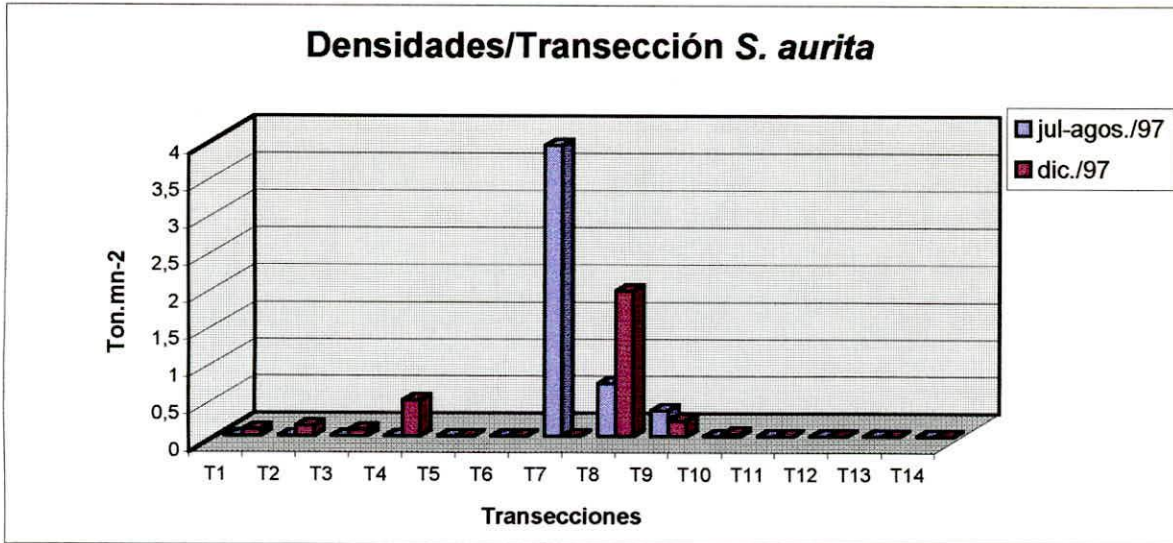


Figura 13. Densidades promedio por transección de la sardina (*S. aurita*), durante los cruceros de julio-agosto y diciembre de 1997.

Al igual que para el machuelo, en el gráfico de barras (Figura 13) se observa que al parecer existen diferencias entre las densidades promedio por transección ( $\text{ton}/\text{mn}^2$ ) en las dos épocas de muestreo. Sin embargo, la prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis ( $P < 0,05$ ), muestra que no hay diferencias significativas (Tabla 2). La explicación podría ser la misma que para el machuelo, que de 14 transecciones solo 3 son diferentes en densidades por transección ( $\text{ton}/\text{mn}^2$ ) en las dos épocas pero las otras 11 no presentan diferencias. Cabe destacar, que lo que pasa es que la prueba mide diferencias entre ambos cruceros y no lo que pasa en cada transección, por esto la prueba no muestra diferencias significativas. Sin embargo, se puede considerar que sí existen diferencias pero solo en algunas transecciones (4, 7 y 8).

Tabla 2. Prueba estadística no paramétrica de Kruskal-Wallis para sardina.

Análisis de Kruskal-Wallis de densidad sardina vs época		
Epoca	No. de transecciones	Rango promedio
Julio-agosto	14	12,2500
Diciembre	14	16,7500
Prueba estadística = 2,41298		Nivel de significancia = 0,108646

Teniendo en cuenta los resultados de densidad promedio total de los principales pelágicos pequeños en el área de estudio, se evidencian diferencias de cada especie en los dos cruceros (Figura 14).

La mayor densidad promedio total para machuelo (*O. oglinum*) se observó en el crucero de diciembre con 11,47 ton/mn<sup>2</sup>, valor superior al de julio-agosto el cual fue de 4,7 ton/mn<sup>2</sup>; en tanto que para sardina (*S. aurita*) lo fue en el crucero de julio-agosto con 1,9 ton/mn<sup>2</sup> frente a 0,46 ton/mn<sup>2</sup> en diciembre. Vale destacar el gran aumento que presentó la sardineta (*H. jaguana*), la cual pasó a ser la de menor densidad dentro de las cuatro principales especies en julio-agosto, a la de mayor densidad en diciembre.

En el crucero julio-agosto la mayor densidad promedio fue para la caballeta (*Decapterus sp.*), seguida del machuelo (*O. oglinum*) y en el crucero de diciembre fue para la sardineta (*H. jaguana*), al igual que en el crucero julio-agosto, la segunda mayor densidad fue para machuelo.

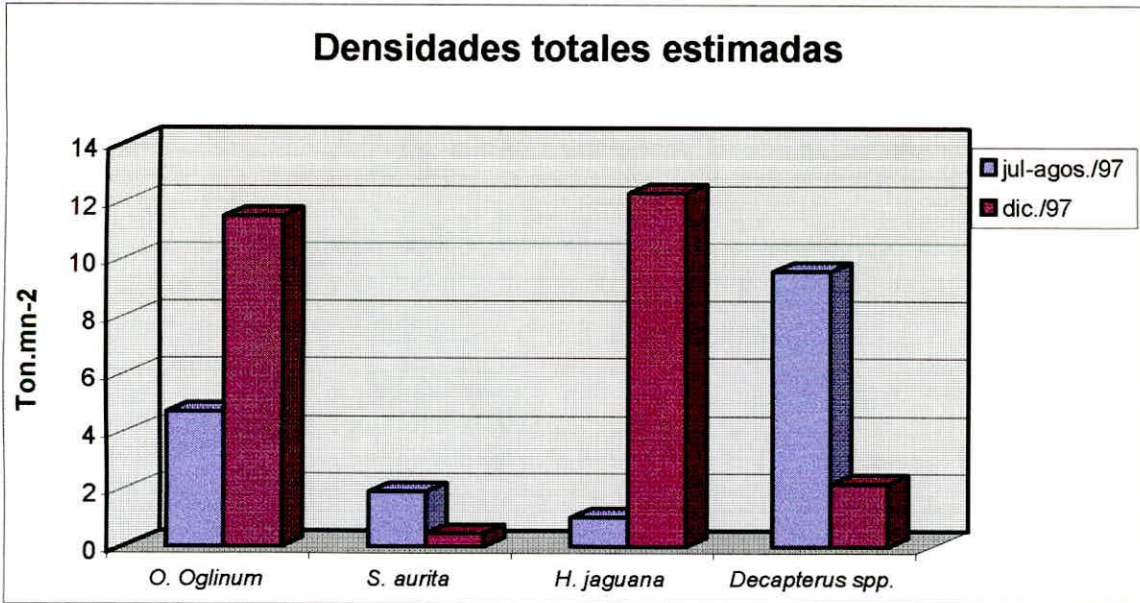


Figura 14. Densidades promedio totales de los principales peces pelágicos pequeños capturados en el área de estudio.

En la figura 15, se presentan los valores estimados de biomasa total. Para machuelo (*O. oglinum*), la biomasa total en los dos cruceros fue muy similar, pasó de 12954 ton en julio-agosto a 14183 ton en diciembre; en tanto que la biomasa de la sardina (*S. aurita*), durante los dos cruceros fue muy escasa, presentando una disminución de julio-agosto a diciembre de más de la mitad (1497 a 675 ton respectivamente).

En el crucero de julio-agosto la mayor biomasa estimada fue para caballeta (*Decapterus spp*) con 20260 ton, seguida de la biomasa de machuelo (*O. oglinum*) con 12954 ton. En diciembre los valores de biomasa de machuelo (*O. oglinum*) y sardineta (*H. jaguana*) fueron muy similares (14182 y 14014ton respectivamente).

Tanto en términos de densidad como de biomasa se evidencia que la especie más abundante en el crucero julio-agosto fue la caballeta (*Decapterus spp*) y la menos abundante fue la sardineta (*H. jaguana*). Para diciembre las especies más abundantes fueron sardineta (*H. jaguana*) y machuelo (*O. oglinum*) cuyos valores de

densidad y biomasa fueron muy similares (Tabla 3) y la menos abundante fue sardina (*S. aurita*).

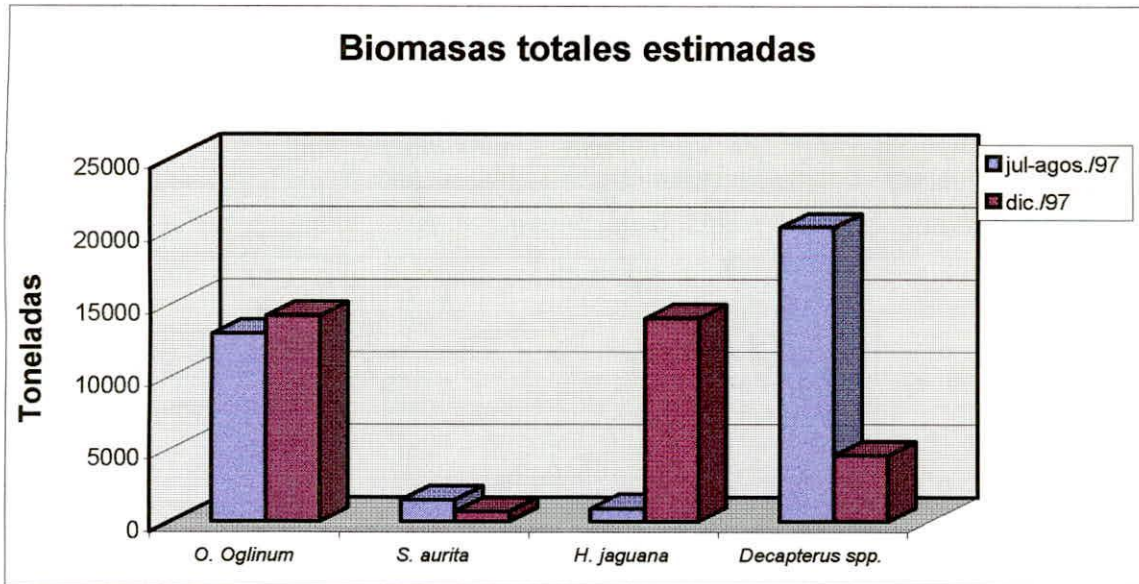


Figura 15. Biomásas totales de los principales peces pelágicos pequeños capturados en el área de estudio.

Tabla 3. Estimativo de biomasa y densidad total.

Crucero	Especie	Biomasa Total (Ton)	Dens. Prom. Total (Ton/mn <sup>2</sup> )	CV	% Error	LC Biomasa Total 95%	LC Densidad Promedio Total 95%
Jul-agos.	( <i>O. oglinum</i> )	12953,72	4,70	0,30	18,33	10578,6 – 15328,8	3,83 – 5,55
Diciemb.	( <i>O. oglinum</i> )	14182,95	11,47	0,02	1,47	13973,3 – 14392,5	11,30 – 11,64
Jul-agos.	( <i>S. aurita</i> )	1497,57	1,90	0,13	13,63	1293,4 – 1701,7	1,64 – 2,15
Diciemb.	( <i>S. aurita</i> )	675,56	0,46	0,28	23,95	513,7 – 837,36	0,35 – 0,57
Jul-agos.	( <i>H. jaguana</i> )	889,91	0,99	0,23	24,43	672,5 – 1107,3	0,75 – 1,24
Diciemb.	( <i>H. jaguana</i> )	14014,37	12,30	0,21	19,41	11294,2 – 16734,5	9,91 – 14,69
Jul-agos.	( <i>Decapterus spp.</i> )	20260,66	9,57	0,16	14,14	17394,0 – 23127,3	8,21 – 10,92
Diciemb.	( <i>Decapterus spp.</i> )	4520,48	2,18	0,05	4,08	4335,9 – 4704,9	1,05 – 3,32

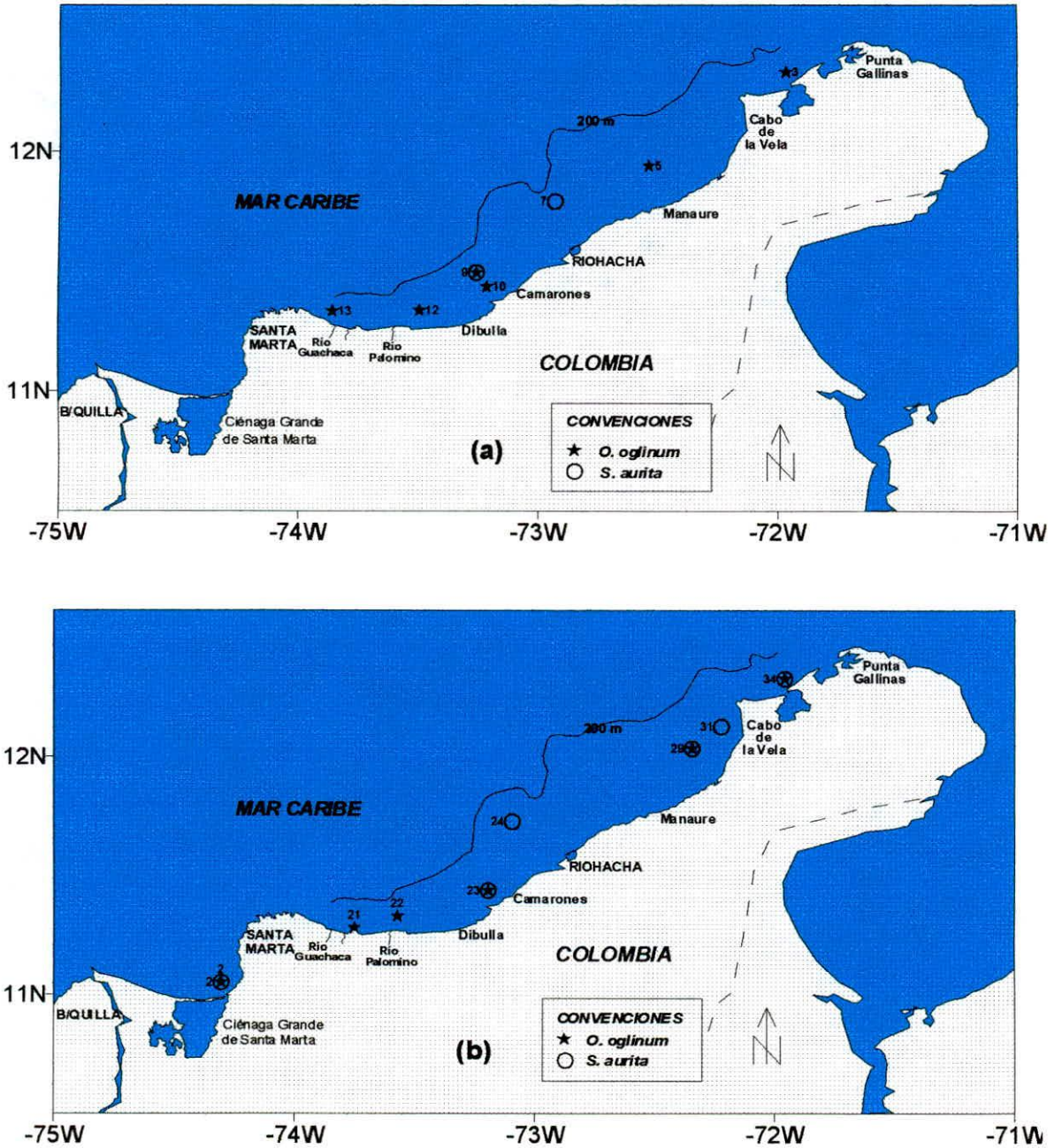


Figura 16. Mapas de lances de pesca comprobatoria en donde se capturó machuelo y sardina durante los cruceros de: a) julio-agosto/97; b) diciembre/97.



## 4.2. ASPECTOS OCEANOGRÁFICOS.

**4.2.1. Crucero de julio-agosto.** En este periodo, la zona evaluada se caracterizó por la permanencia de vientos Alisios, días soleados, noches despejadas y ausencia de lluvias (Manjarrés *et al*, 1997).

**4.2.1.1. Temperatura Superficial.** En general la temperatura superficial se incrementó proporcionalmente a la distancia de la costa, en las zonas de núcleos de afloramiento (norte de la península de la Guajira y frente al Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT). Mientras que en la zona ubicada entre Manaure y el Río Palomino sucedió lo contrario, el gradiente térmico disminuyó con el aumento de la distancia a la costa. El registro medio de temperatura superficial en el área evaluada fue de 26,33°C, este promedio señala la permanencia del afloramiento. El núcleo principal del afloramiento se ubicó al norte del Cabo de la Vela, con un centro bajo, que registró 22,98°C, temperatura típica de aguas subsuperficiales subtropicales (Figura 17).

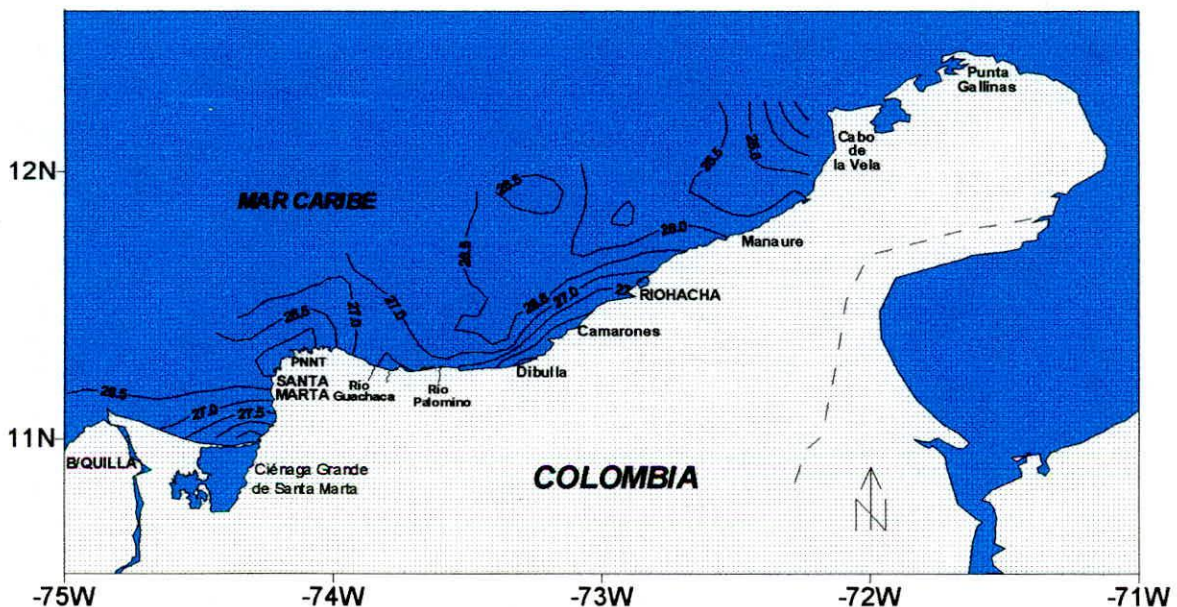


Figura 17. Mapa de temperatura superficial (°C), durante el crucero de julio-agosto de 1997.

Entre el Cabo de la Vela y Riohacha, el registro medio de temperatura fue de 25,46°C. Este valor fue aumentando de manera constante en dirección suroeste, de tal forma que entre Riohacha y Santa Marta el promedio fue de 26,83°C.

En el sector del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) se apreció un núcleo débil de afloramiento, caracterizado por aguas de origen subtropical y con mayor estabilidad térmica superficial que el originado al norte del Cabo de la Vela (Manjarrés *et al*, 1997).

**4.2.1.2. Salinidad Superficial.** La salinidad promedio de toda la zona fue de 36,57. Entre el Cabo de la Vela y Santa Marta se registró una salinidad media de 36,57 (35,8-37,3). Este sector presentó una tasa decreciente de salinidad en dirección suroeste y de la costa hacia el océano, como resultado de la presencia de aguas de surgencia. Dentro de los núcleos costeros de alta concentración halina (aguas más densas), sobresalen los sectores ubicados alrededor del Cabo de la Vela y entre Camarones y Dibulla, donde se registró el mayor valor halino, que coincidió con los más altos registros de temperatura (Figura 18).

En general, la zona ubicada entre Dibulla y el PNNT presentó el comportamiento termo-halino superficial más homogéneo, aun bajo el efecto de afloramiento. Algo similar se observó entre Manaure y Riohacha (Manjarrés *et al*, 1997).

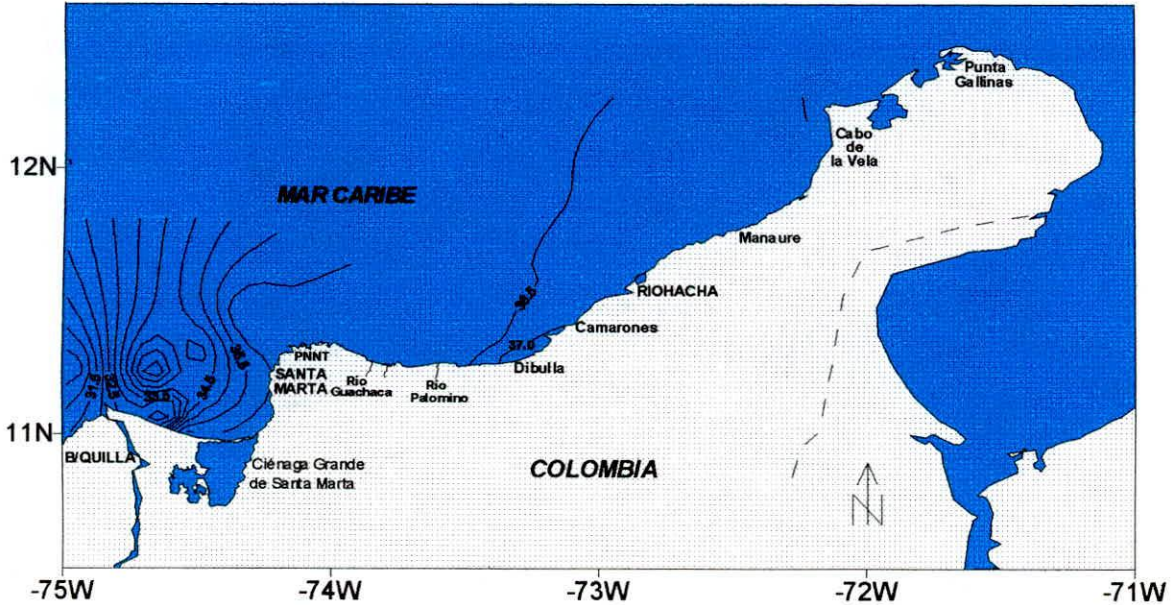


Figura 18. Mapa de salinidad superficial, durante el crucero de julio-agosto de 1997.

**4.2.2. Crucero de diciembre.** Durante este crucero el estado del tiempo se caracterizó por días soleados, despejados y sin precipitaciones. El mar estuvo en general calmado con algunos estados moderados de los vientos que soplan en la zona norte (PNNT – norte de la Guajira).

Es importante destacar que la presente evaluación se hizo en un periodo influenciado por el fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur), que en el litoral caribe colombiano alteró la temporada de lluvias del segundo semestre del año, reduciendo significativamente el volumen de precipitaciones (Manjarrés *et al*, 1998).

**4.2.2.1. Temperatura Superficial.** El promedio general del área evaluada correspondió a 25,97°C, resultado de la presencia de aguas superficiales subtropicales. La temperatura superficial en la zona (23-26°C) evidenció un afloramiento de aguas subtropicales subsuperficiales. Entre Punta Gallinas y el Cabo de la Vela se localizó, un núcleo de dicho afloramiento (23-24°C), y cuya

influencia se extendió hasta Camarones. Entre dicha localidad y Dibulla se presentó un centro alto costero de temperatura con núcleo de 28,3°C asociado a altas concentraciones halinas (>37), lo que determina un sector caracterizado por un sistema ambiental marino especial. La temperatura superficial del área de estudio se caracterizó por su incremento en dirección suroccidental (Figura 19) (Manjarrés *et al* 1998).

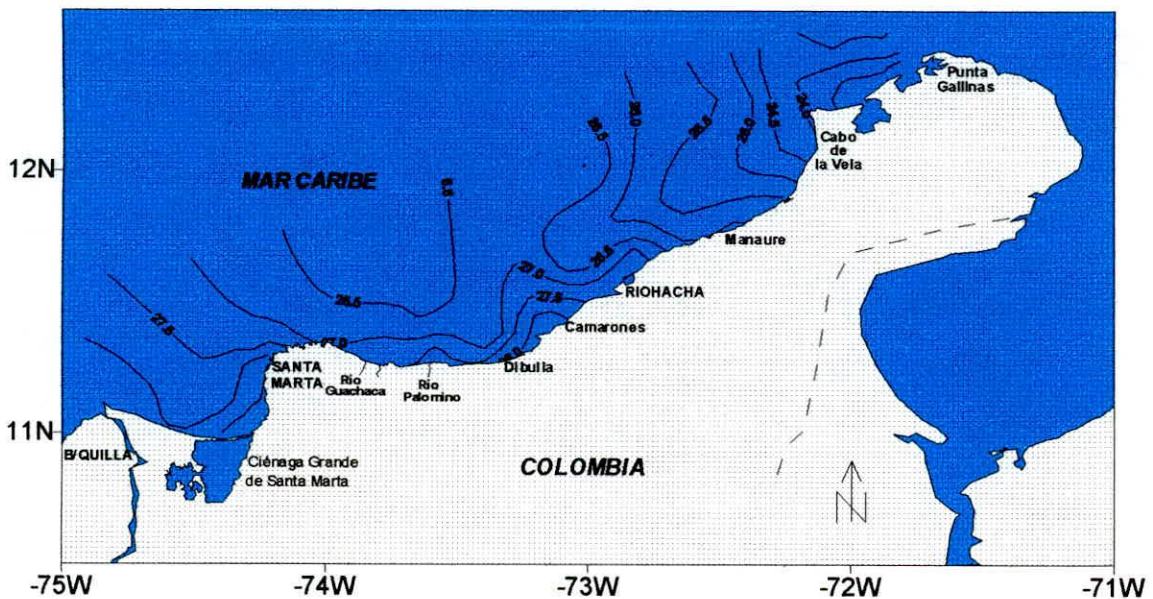


Figura 19. Mapa de temperatura superficial, durante el crucero de diciembre de 1997.

**4.2.2.2. Salinidad Superficial.** El promedio halino de la zona evaluada fue de 36,71. La distribución superficial de esta variable evidencia una surgencia costera entre Punta Gallinas y Dibulla (registros de 36,5 a 37,3), caracterizada por un gradiente positivo del océano hacia la costa. Entre Dibulla y Santa Marta se apreciaron menores concentraciones halinas (de 36,5 a 36,14) (Figura 20). Los registros halinos obtenidos en este crucero indican la reactivación del evento de afloramiento de aguas (Manjarrés *et al*, 1998).

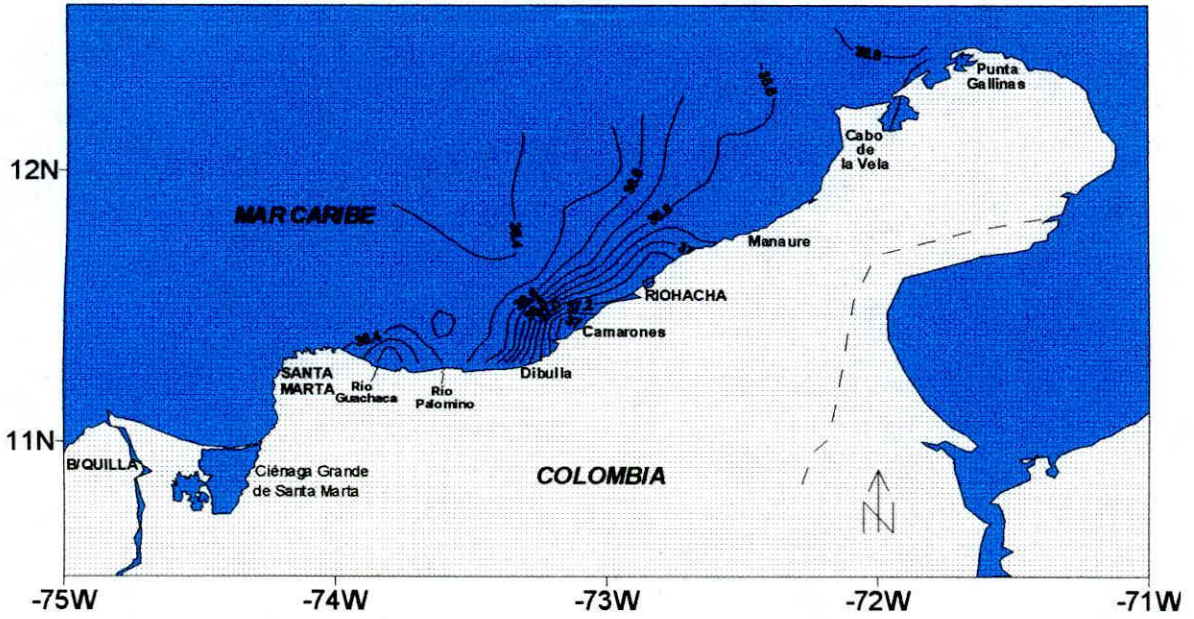


Figura 20. Mapa de salinidad superficial, durante el crucero de diciembre.

## 5. DISCUSION

Los resultados de distribución del Machuelo aparentemente muestran la influencia de la época climática (Figura 10 a y b). En el crucero julio-agosto, se observa una mayor distribución hacia la región entre Santa Marta y Riohacha, mientras que en el crucero de diciembre la mayor distribución se observa que es hacia el norte de La Guajira.

La información oceanográfica indica que la temperatura superficial en el crucero julio-agosto, presenta un incremento térmico en dirección suroeste. En la región entre Manaure y el Río Palomino se produce un aumento de la temperatura al disminuir la distancia a la costa (Figura 17), ya que esta región esta protegida de la influencia de los vientos alisios. Esto coincide con el área de distribución del machuelo, lo que indica que esta especie se distribuye probablemente en aguas donde el gradiente térmico es mayor.

Durante el crucero de diciembre los resultados oceanográficos mostraron un núcleo de afloramiento entre Punta Gallinas y el Cabo de la Vela (23 – 24 °C), cuya influencia se extendió hasta Camarones (Figura 19). En dicha época el machuelo se distribuyó en esta región, pero hacia fuera de la costa, donde se presentó un núcleo de abundancia media e incluso alta. De acuerdo con Valdés y Sotolongo (1983), este recurso tiene un comportamiento migratorio estacional hacia mar afuera (pero siempre dentro de la plataforma), en los periodos de mayor fuerza del viento o donde se presenta un afloramiento; estas condiciones producen un aumento en la turbulencia de las zonas costeras, obligando al machuelo a desplazarse hacia aguas mas claras, lo que parece coincidir con lo observado para este crucero.

Otra variable oceanográfica de interés para la distribución del machuelo es la salinidad. Teniendo en cuenta los trabajos de Finucane y Vaught (1986), en el Golfo de México esta especie se ha capturado en áreas cuya salinidad es de 35 a 36. En el área de estudio se observa que los núcleos de mayor abundancia durante los dos cruceros se presentan donde la salinidad es 36,5 (Figuras 18 y 20), lo cual aparentemente coincide con los resultados del Golfo de México, donde fueron capturados con rangos de salinidad similares.

Haciendo un análisis comparativo entre los dos cruceros, la sardina tuvo una distribución similar en ambos, al presentar un centro de abundancia baja frente a Riohacha y un poco alejada de la costa ( $\pm 12$  mn), lo que demostraría que la época no está afectando notablemente su distribución.

Las condiciones oceanográficas del área de estudio, muestran que esta especie se encontró donde la temperatura superficial estuvo entre los 26 a 26,5 °C, para los dos cruceros, lo que indica probablemente una preferencia por aguas relativamente frías, como lo mencionado por Cervigón (1991).

En lo referente a la salinidad, la sardina es extremadamente estenohalina (no se presenta en aguas inferiores a 35, es decir, no tolera bajas salinidades) (Longhurst y Pauly, 1987), esto concuerda con lo encontrado en los dos cruceros, en donde la sardina se presentó en áreas con salinidades entre 36,5 a 36,8, como en la región frente a Riohacha.

Teniendo en cuenta la temperatura y la salinidad, se puede observar que aunque en algunas regiones la temperatura es propicia para encontrar la sardina, la salinidad no lo es. En la zona frente a la desembocadura del Río Guachaca, en el crucero de diciembre la temperatura es propicia para la especie, pero la salinidad es baja debido al aporte de aguas continentales del Río Guachaca y probablemente esta es la razón de que la sardina no se distribuya en esta zona.

Cabe anotar que estas dos especies, en los dos cruceros, siempre se distribuyeron dentro de la plataforma continental. No obstante, que el machuelo en el crucero de julio-agosto estuvo más costero, y en diciembre la mayor abundancia se presentó un poco alejada de la costa, esta especie siempre estuvo dentro de la plataforma. En cuanto a la sardina, otra posible explicación de que esta especie no está presente frente a la desembocadura del Río Guachaca, es que la temperatura propicia para ella en el crucero de diciembre está afuera de la plataforma (Figura 19), donde probablemente no es posible encontrar el recurso. Conforme a esto, es importante mencionar que en las regiones tropicales y subtropicales la mayoría de los pequeños peces pelágicos comerciales y la totalidad de los peces demersales se encuentran sobre la plataforma continental. Esto reafirmaría el hecho de que la extensión y configuración de las áreas de la plataforma son importantes para la distribución de los recursos (Castillo *et al*, 1992).

Los resultados del estudio de COLCIENCIAS-INVEMAR en mayo de 1985, en donde se evaluaron los recursos pelágicos del caribe, mostraron que la región entre Santa Marta y Dibulla que casi carece de plataforma, fue muy pobre en recursos pelágicos, al no registrarse concentraciones significativas (a excepción de la región frente a Dibulla) (Blanco, 1985). Estos resultados, aunque no son comparables en cuanto a la época climática, coinciden con los hallados en el presente estudio para el machuelo en el crucero de julio-agosto, donde las mayores concentraciones se presentaron frente a Dibulla. Sin embargo, al parecer donde la plataforma es estrecha, no es que el recurso sea muy pobre, sino que se encuentra muy costero.

Las diferencias entre Blanco (1985) y este estudio puede deberse al tipo de embarcación usada en el rastreo acústico, ya que el B/O MALPELO tiene mayor calado que el B/O HNO GINES, por lo tanto no se pudo acercarse tanto a la costa, impidiendo observar los cardúmenes muy costeros.

El estudio realizado por el IMR (1989), mostró que en la región entre La Guajira y Santa Marta, la especie dominante del grupo de los clupeidos en los meses de



marzo y junio fue la sardina, mientras que en los meses de septiembre y diciembre lo fue el machuelo. Esto indica que las poblaciones de sardina y machuelo tienen diferentes periodos de disponibilidad en el área. Para la sardina este cambio al parecer está relacionado con la estación de afloramiento más intensivo, dada la preferencia por aguas más frías.

Comparando los resultados del IMR (1989) con los del presente estudio, al parecer los dos cruceros realizados correspondieron a los periodos de mayor disponibilidad del machuelo, esto se hace evidente ya que tanto en términos de distribución geográfica, densidad promedio total y biomasa, esta especie presentó mayor disponibilidad que la sardina en las épocas muestreadas. Por el contrario la sardina presentó abundancias muy bajas alcanzando una biomasa máxima de apenas 1497,57 ton en el crucero de julio-agosto.

El IMR (1989), realizó un estimativo de biomasa medio con los dos cruceros de mayor disponibilidad de la sardina (marzo y junio) y del machuelo (septiembre y diciembre), dicho estimativo fue de 60000 y 40000 ton respectivamente. En la presente investigación solo se alcanzó a una biomasa total de 14182,95 ton para el machuelo en el crucero de diciembre; lo cual evidencia que se ha presentado una disminución en la disponibilidad del machuelo entre 1988 y 1997. Es interesante resaltar que en los dos estudios la mayor disponibilidad del machuelo se observó en diciembre.

Teniendo en cuenta las densidades promedio totales de los principales pelágicos pequeños capturados en el área de estudio (Figura 14), se observa que la caballita (*Decapterus spp*) y la sardineta (*H. jaguana*), ocupan los primeros lugares en los cruceros de julio-agosto y diciembre respectivamente. Esto hace pensar, que en el área de estudio dentro de los pelágicos pequeños hay especies que tienen mayor abundancia que el machuelo y la sardina, hay que tener en cuenta que la sardina estuvo entre las especies de menor abundancia en los dos cruceros.



De acuerdo con los resultados del IMR (1989), entre los pelágicos pequeños, los clupeidos (sardina y machuelo), ocupan los primeros lugares en cuanto a abundancia, aunque no informan de otras especies de pelágicos pequeños como de buena abundancia. Cabe resaltar que la sardineta (*H. jaguana*) también es un clupeido y que en el crucero de diciembre ocupó la mayor densidad promedio total.

En términos de biomasa (Figura 15), se observa que la especie más importante es la caballeta, en el crucero de julio-agosto, donde superó las 20000 ton. Del mismo modo, en el crucero de diciembre las especies de mayor importancia fueron machuelo y la sardineta, con biomásas superiores a las 14000 ton. Esto muestra que la sardina, tanto en términos de densidad como de biomasa, en las dos épocas correspondientes a los dos cruceros de evaluación no presentó importancia alguna. Probablemente esto obedece a lo dicho por el IMR (1989), de que la sardina tiene preferencias por aguas más frías y esto debe estar relacionado con la estación de afloramiento más intensivo.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio llevan a concluir lo siguiente:

- El machuelo presentó diferencias en cuanto a la distribución geográfica y en las densidades de algunas transecciones, durante las dos épocas climáticas, ya que como muestran los resultados, dependiendo de la época esta especie se desplaza hacia la región donde encuentra condiciones propicias, fundamentalmente donde la temperatura es mayor.
- Entre los pelágicos pequeños presentes en la zona norte de caribe colombiano (Departamentos Guajira y Magdalena), el machuelo durante el crucero de diciembre, alcanzó la mayor biomasa y en el de julioagosto ocupó el segundo lugar, ubicándose dentro de las especies más abundantes, si bien hay otras especies importantes como la caballeta (*Decapterus spp*) y la sardineta (*H. jaguana*), que alcanzaron niveles de biomasa similares y hasta superiores a los del machuelo.
- El machuelo presentó una disminución de biomasa entre 1988 (40000 ton) (IMR, 1989) y 1997 (la mayor biomasa encontrada fue en el crucero de diciembre con 14182,95 ton.).
- La sardina no mostró diferencias en la distribución geográfica dependiente de la época climática y al parecer estuvo relacionada con aguas mas frías y con alta salinidad, pero sí se hallaron diferencias en cuanto a las densidades de algunas transecciones durante las dos épocas climáticas.

- La sardina presentó poca disponibilidad en las dos épocas muestreadas y frente a las otras especies de pelágicos pequeños de mayor abundancia, no representa ninguna importancia en el área de estudio debido a los bajos valores de biomasa encontrados.
- En general todos los pelágicos pequeños presentes en el área de estudio estuvieron distribuidos dentro de la plataforma continental.

## 7. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar con este tipo de evaluaciones con el método hidroacústico, ya que es un método rápido y de gran confiabilidad en los estimativos de biomasa y así hacerle un seguimiento a las poblaciones de pelágicos pequeños y aun de demersales y de este modo conseguir la sustentabilidad del recurso en la región.
- Es necesario realizar un estudio de la sardina (*S. aurita*), en el primer semestre del año, para corroborar lo dicho en el estudio del IMR (1989), de una mayor disponibilidad de esta especie en estas épocas.
- Es fundamental realizar mediciones de fuerza de blanco (TS), de las especies objeto de evaluación, para llegar a una mejor precisión en las estimaciones de biomasa.
- Una combinación de los datos de estudios de arrastre de fondo con métodos acústicos ha sido ampliamente usado en la evaluación de recursos demersales para afinar el análisis de población virtual (APV) (Hyllen *et al*, En: Ona, 1993), que es básicamente el análisis de las capturas logradas por la pesca comercial (Sparre y Venema, 1995). Además, el método hidroacústico también se está utilizando actualmente en la evaluación de recursos demersales (Ona, 1993; Kloser *et al*, 1996), si bien esta técnica solo recientemente se está aplicando a especies de aguas profundas (Do y Coombs, Elliott y Kloser, En: Kloser *et al*, 1996). Se recomienda aplicar este método en la evaluación de recursos demersales en la región ya que estos recursos representan un renglón importante en las pesquerías del Caribe colombiano.

- Aunque el plancton se ha estudiado acústicamente por muchos años, la importancia en este campo es ahora evidente, indicando un alto y continuo interés en esta disciplina (MacLennan y Holliday, 1996). El método acústico se puede usar para investigar el plancton de la misma forma como es aplicado a peces (MacLennan y Simmonds, 1992); hay evidencia que el fitoplancton puede ser detectado por sistemas sonar de alta frecuencia (Castile, En: MacLennan y Simmonds, 1992; Cushing *et al*, Weston, En: Selivanovsky *et al*, 1996; Selivanovsky *et al*, 1996). Además, son muchos los estudios de plancton que se han realizado en el mundo utilizando la técnica de ecointegración acústica (Greenlaw, Stanton, Chu *et al*, En: Martín *et al*, 1996). Teniendo en cuenta lo anterior, se recomienda utilizar los registros ecoicos resultantes de los cruceros de evaluación, para en unión con los resultados de ictioplancton, producir índices de distribución y abundancia relativa y así complementar los resultados de ictioplancton, ya que en los ecogramas se observaron bastantes valores altos de ecointegración, correspondientes a capas de plancton.
- El uso de métodos acústicos en limnología está madurando rápidamente, su uso es potencialmente alto, ya que su aplicación a pesquerías comerciales y hasta deportivas podrían tener un impacto positivo sobre toda la comunidad, hacia una efectiva evaluación para la protección de los recursos limnológicos (MacLennan y Holliday, 1996). Por tal razón y debido a que este tipo de ecosistemas son altamente productivos y frágiles a la presión humana, se recomienda aplicar este método de evaluación de recursos a la gran cantidad de cuerpos lacustres con que cuenta nuestro país y del que dependen muchos pescadores artesanales.

## BIBLIOGRAFÍA

**BARBIERI-BELLOLIO, M.A.** 1985. Una reflexión sobre el análisis estadístico de datos en ecointegración. En: T. Melo (Ed.). Estudios en pesquerías chilenas: 117-121.

**BARBIERI, M.A. y J. CORDOVA.** 1986. Estudio de la variabilidad de los datos obtenidos en cruceros hidroacústicos. En: P. Arana (Ed.). La pesca en Chile. Escuela de ciencias del mar, UCV: 249-259.

**BLANCO, J.** 1986. Resultados Crucero de Prospección Acústico-Pesquera. En: Desarrollo de la Pesca Artesanal de la región de Santa Marta. COLCIENCIAS-CIID-FES, Bogotá, 127-150 p.

**BLANCO, J.** 1988. Las variaciones ambientales y estacionales en las aguas costeras y su importancia para la pesca en la región de Santa Marta Caribe colombiano. Tesis Magister Scientiae en Biología Marina. Universidad Nacional de Colombia, 50 p.

**BULA-MEYER, G.** 1990. Oceanografía. En: Caribe Colombia. Fondo José Celestino Mutis -FEN- Colombia: 51-66.

**BURCZYNSKI, J.** 1982. Introducción al uso de sistemas sonar para la estimación de la biomasa de peces. FAO, Doc. Téc. Pesca, (191): Rev. 1: 74 p.

**CAJIAO, E.** 1980. Hidroacústica. Tesis Oceanógrafo Físico. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas-CIOH. Cartagena. Colombia. 308 p.

**CASTILLO, J., A. RAMÍREZ, G. GIL, G. RODRÍGUEZ y L. ZAPATA.** 1992. Cruceros hidroacústicos de evaluación de peces pelágicos pequeños en el pacífico colombiano PEC/PELAG 1991 Informe final. Programa regional de cooperación técnica para la pesca CEE/PEC ALA/87/21. Ministerio de Agricultura. INPA-INDERENA. Buenaventura. 38 p.

**CASTILLO, P.** 1995. Distribución de los principales recursos pelágicos durante los veranos de 1992 a 1994. Informe, Instituto del Mar del Perú, 24 p.

**CERVIGON, F.** 1991. Los peces Marinos de Venezuela. Fundación científica Los Roques. Segunda edición. Volumen I. Caracas, 425 p.

**DINER, N y P. MARCHAND.** 1997. Acústica y pesca marítima. Instituto francés de investigación para la explotación del mar. IFREMER. Francia. 141p.

**FINUCANE, J and R. VAUGHT.** 1986. Species profile of Atlantic thread herring, *Opisthonema oglinum* (LESUER 1818). NOAA. Tech. Mem. (182): 30

**FOOTE, K.** 1987. Fish target strengths for use in echo integrator surveys. J. Acoust. Soc. Am. 82(3): 981-987.

**FOOTE, K.** 1991. Summary of methods for determining fish target strength at ultrasonic frequencies. – ICES J. Mar. Sci., 48: 211-217.

**FORBES, S.T. y O. NAKKEN.** 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. FAO. Roma, 144 p.



**GARCI-CRESPO, R. y N. M. EHRHARDT.** 1987. Curso Básico de Hidroacústica. En: N.M. EHRHARDT (Ed.). Manual de Evaluación de Recursos Pesqueros. FAO-RSMAS: 124-142.

**GERLOTTO, F.** 1989. Los avances tecnológicos y metodológicos en el campo de la hidroacústica aplicada a la biología pesquera. CPPS-Pacíf. Sur. (Número Especial): 55-62.

**GUNDERSON, D.R.** 1993. Surveys of fisheries resources. John Wiley & Sons, INC. Washington. 233 p.

**HANSEN, J.E. y A. MADIROLAS.** 1996. Distribución, evaluación acústica y estructura poblacional de la anchoita. Resultados de las campañas del año 1993. Rev. Invest. Des. Pesq. 10: 5-21.

**INSTITUTE OF MARINE RESEARCH.** 1989. Prospecciones de los Recursos Pesqueros de la Áreas de la Plataforma entre Surinam y Colombia, 1988. Bergen, 141 p.

**JOHANNESSON, K.A., and R.B. MITSON.** 1983. Fisheries acoustics. A practical manual for aquatic biomass estimation. FAO Fish. Tech. Pap., (240): 249 p.

**JOHNSON, A. and R. VAUGHT.** 1986. Species profile of Spanish sardine *Sardinella aurita*. NOAA. Tech. Mem. (187): 82.

**KLOSER, R.J., J.A. KOSLOW and A. WILLIAMS.** 1996. Acoustic assessment of the biomass of a spawning aggregation of orange roughy (*Hoplostethus atlanticus*, Collett) off south-eastern Australia, 1990-93. Mar. Fresh. Res. 47(8): 1015-1024.

**LAGLER, K.F; J.E. BARDACH; R.R. MILLER y D.R. MAY PASSINO.** 1990. Ictiología. AGT Editor, s.a. México, 489 p.

**LONGHURST, A.R. and D. PAULY.** 1987. Ecology of Tropical Oceans. Academic Press INC. San Diego C.A. 407 p.

**LÓPEZ, R. (Ed.).** 1991. Ecodetección. I y II. Serie de Textos didácticos en ciencias y Tecnología del Mar. S.E.P. Primera edición. México, 129 p.

**MACLENNAN, D. and D.V. HOLLIDAY.** 1996. Fisheries and plankton acoustics: past, present, and future. ICES Jour. Mar. Scien., 53: 513-516.

**MACLENNAN, D. and E. J. SIMMONDS.** 1992. Fisheries Acoustics. Chapman & Hall. First edición. London, 325 p.

**MALAVER, F.** 1990. Principios de Hidroacústica Descriptiva. Armada Nacional. Dirección General Marítima y Portuaria. Colombia. 61 p.

**MANJARRÉS, L; G. RODRÍGUEZ; A. VERGARA; E. ARTEAGA; Y. RODRÍGUEZ; J. ARÉVALO; J. VIAÑA; R. GALVIS; F. AMAYA; D. GARCIA; J. PÁRAMO y G. DE LEÓN.** 1997. Crucero de evaluación de peces pelágicos pequeños en el caribe colombiano UE-INPAVECEP/PELAG/9707. Informe final. Programa Regional de Pesca UE-INPAVECEP ALA/92/43. Santa Marta, 13 p.

**MANJARRÉS, L; G. RODRÍGUEZ; A. VERGARA; E. ARTEAGA; Y. RODRÍGUEZ; J. ARÉVALO; J. VIAÑA; R. GALVIS; F. AMAYA; D. GARCIA; J. PÁRAMO y G. DE LEÓN.** 1998. Crucero de evaluación de peces pelágicos pequeños en el caribe colombiano UE-INPAVECEP/PELAG/9711. Informe final. Programa Regional de Pesca UE-INPAVECEP ALA/92/43. Santa Marta, 20 p.

**MARQUEZ, G.** 1990. Ecosistemas marinos. En: Caribe Colombia. Fondo José Celestino Mutis -FEN- Colombia: 115-134.

**MARTIN, L.V., STANTON, T.K., WIEBE, P.H., and LYNCH, J.F.** 1996. Acoustic classification of zooplankton. –ICES Journal of Marine Science, 53: 217-224.

**MENDIETA, E.** 1995. Calibración acústica de la ecosonda científica SIMRAD EK-500. Instituto Nacional de Pesca-INP. Programa de cooperación técnica para la pesca VECEP ALA 92/43. 25 p.

**MITSON, R.B.** 1983. Fisheries sonar. Fishing News Books Ltd. England. 285 p.

**OKONSKI, S.L. y L.W. MARTINI.** 1987. Artes y Métodos de Pesca. Materiales didácticos para la capacitación técnica. Editorial hemisferio sur. Buenos Aires. 339 p.

**ONA, E.** 1993. Hydroacoustical method for estimation of demersal fish resources. En: International Symposium on the Investigation of Demersal Fish Resources (Ed.): 22-34.

**OSPINA, F.** 1992. Manual de pesca comercial y navegación costera. Primera edición. Santafe de Bogotá. D.C. 229 p.

**PAULY, D.** 1983. Algunos métodos simples para la evaluación de recursos pesqueros tropicales. FAO. Doc. Téc. Pesca, (234): 49 p.

**PEREZ, C.** 1997. Análisis estadístico con STATGRAPHICS técnicas básicas. Alfaomega grupo editor S.A. de C.V., México D.F., 705 p.

**QUINTERO, R.** 1992. Crucero evaluación recursos demersales por el método de área barrida-Fase caribe colombiano. Mem. VIII Sem. Nal. Cien. Tecnol. Mar. Tomo II. Santa Marta: 818-829.

**SELIVANOVSKY, D.A., P.A. STUNZHAS, and I.N. DIDENKULOV.** 1996. Acoustical investigation of phytoplankton. –ICES Journal of Marine Science, 53: 313-316.

**SIMMONDS, E.J., N. J. WILLIAMSON, F. GERLOTTO and A. AGLLEN.** 1992. Acoustic survey design and analysis procedure: A comprehensive review of current practice. En: ICES Cooperative Research Report: Rapport des Recherches Collectives. No. 187: 112 p.

**SIMRAD.** 1993. Operator manual. SIMRAD EK-500 Scientific Echo Sounder. 2262 p.

**SPARRE, P. y S.C. VENEMA.** 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1 Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. No 306.1 Rev.1., 440 p.

**TORRES, J.F.** 1997. Acoustic measurement of fish close to the seabed. Thesis M.Sc. Aberdeen Univ., 73 p.

**TRESIERRA, A, E y Z. G. CULQUICHICON.** 1993. Biología Pesquera. Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima, 432 p.

**UNESCO.** 1985. The international system of units (SI) in oceanography, UNESCO Technical Papers No. 45, IAPSO Pub. Sci. No. 32, París.

**VALDES, E y M. SOTOLONGO.** 1983. Algunos aspectos de la Biología y Pesquería del machuelo (*Opisthonema oglinum*) de la plataforma suroccidental cubana. Rev. Cub. Pesq. 3(1): 65-67.

**VESTNES, G.** 1964. Clasificación. En: SIMRAD SIMONSEN RADIO A.S. (Ed.): Fish-Finding with sonar. Oslo: 49-63.

**VILLEGAS, L.** 1987. La evaluación de un recurso. En: N.M. EHRHARDT (Ed.). Manual de Evaluación de Recursos Pesqueros. FAO-RSMAS: 3-10.

**ZISWILER, V.** 1978. Zoología especial Vertebrados. Tomo I: Anamniotas. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 311p.

## ANEXO A. Características de la embarcación

### Datos generales

Nombre: B/O HERMANO GINES  
 Constructor: RODMAN POLYSHIPS, S.A.  
 Año de construcción: 1995  
 Puerto base: Punta de Piedras, Isla Margarita-Venezuela

### Características generales

Eslora total .....	25,40 m
Eslora entre perpendiculares .....	21,84 m
Manga de trazado .....	6,60 m
Puntal de trazado .....	3,47 m
Tonelaje bruto .....	149,15 m
Velocidad máxima.....	11,0 nudos
Capacidad de combustible .....	37,0 m <sup>3</sup>
Capacidad de agua dulce .....	20,0 m <sup>3</sup>
Tripulación.....	13,0
Autonomía.....	15 días

### Propulsión

Tipo .....	Diesel
Motor .....	CATERPILLAR 3408
Potencia .....	402 HP
Generador .....	CATERPILLAR 3404,99 HP
Hélices .....	Palas orientables (KAMEWA)

### Funciones del barco

#### Pesca:

Arrastre de fondo  
 Arrastre pelágico  
 Palangre de fondo  
 Palangre de deriva  
 Nasas y trampas

**Investigación, desarrollo y capacitación pesquera:**

Investigación pesquera

Pesca exploratoria con diferentes artes y métodos de pesca

Pesca experimental

Capacitación pesquera

Evaluación acústica de recursos

**Ciencias marinas:**

Oceanografía física

Oceanografía química

Oceanografía biológica

Meteorología

Contaminación

Geología

Geofísica

## **ANEXO B. Características de los equipos de la embarcación**

### **Equipos de navegación y comunicaciones de la embarcación**

- 1 Navegador por satélite (GPS), FURUNO GP-70
- 1 Vídeo graficador FURUNO GD-188MK2
- 1 Sonda de pesca SIMRAD, EQ-50
- 1 Corredera (Doppler), FURUNO, DS-70
- 1 Telefonía en BLU de 150W, FURUNO, GPS-1550

### **Equipos científicos**

- 1 SONAR de pesca a color, FURUNO CSH-5 de 1000 W de potencia
- 1 Ecosonda científica, SIMRAD EK-500
- 1 Net sonder (ecosonda de red) FURUNO modelo CN-24
- 1 CTDO marca SEA BIRD ELECTRONICS SBE



## ANEXO C. Informe de calibración. Crucero julio-agosto de 1997.

INFORME DE CALIBRACIÓN SIMRAD EK 500			
EMBARCACIÓN: <u>B/O Hno. Ginés</u>		FECHA: <u>Abril 24 de 1997</u>	
LUGAR: <u>Bahía de Mochima Edo. Sucre Venezuela</u>		PROF. FONDO : <u>19,3</u> M	
TEMPERATURA DEL MAR: <u>21,3</u> °C		VEL. DEL SONIDO: <u>1530</u> M/SEG.	
SALINIDAD: <u>36,8</u>			
Frecuencia	38 kHz	120 kHz	
Coefficiente de absorción	10	38	
Transductor	ES-38-B	ES 120 - 7	
Angulo de sensibilidad *	21,9	21	
Intervalo del sonido	1,0	1,0	
Poder transmitido	Max.	Max	
Máximo poder	2000	1000	
Duración del Pulso	MEDIO	MEDIO	
Ancho de banda	ANCHO	ANCHO	
TS de la esfera	- 33,6	- 40,6	
Ganancia omitida del transductor para TS	26,5	25	
TS medido	- 33,6	- 42,6	
Ganancia calibrada del transductor para TS	26,5	24	
TS calibrado	- 33,6	- 40,6	
Angulo de haz equivalente omitido de dos vías	- 20,6	-	
Angulo de haz del transductor de dos vías	-	-	
Prof. de la esfera (m)	10,6	10,3	
Ganancia omitida del transductor para Sv	26,6	25	
Sa teórico	22325	5487	
Sa medido	20900	3400	
Ganancia calibrada del transductor para Sv	26,4	24	
Sa calibrado	22400	5430	
Ancho de haz omitido 3 dB*	-	-	
Ancho de haz calibrado -3dB	-	-	

\* Válido solo para transductores split beam (haz dividido).

## ANEXO D. Informe de calibración. Crucero diciembre de 1997.

## INFORME DE CALIBRACIÓN SIMRAD EK 500

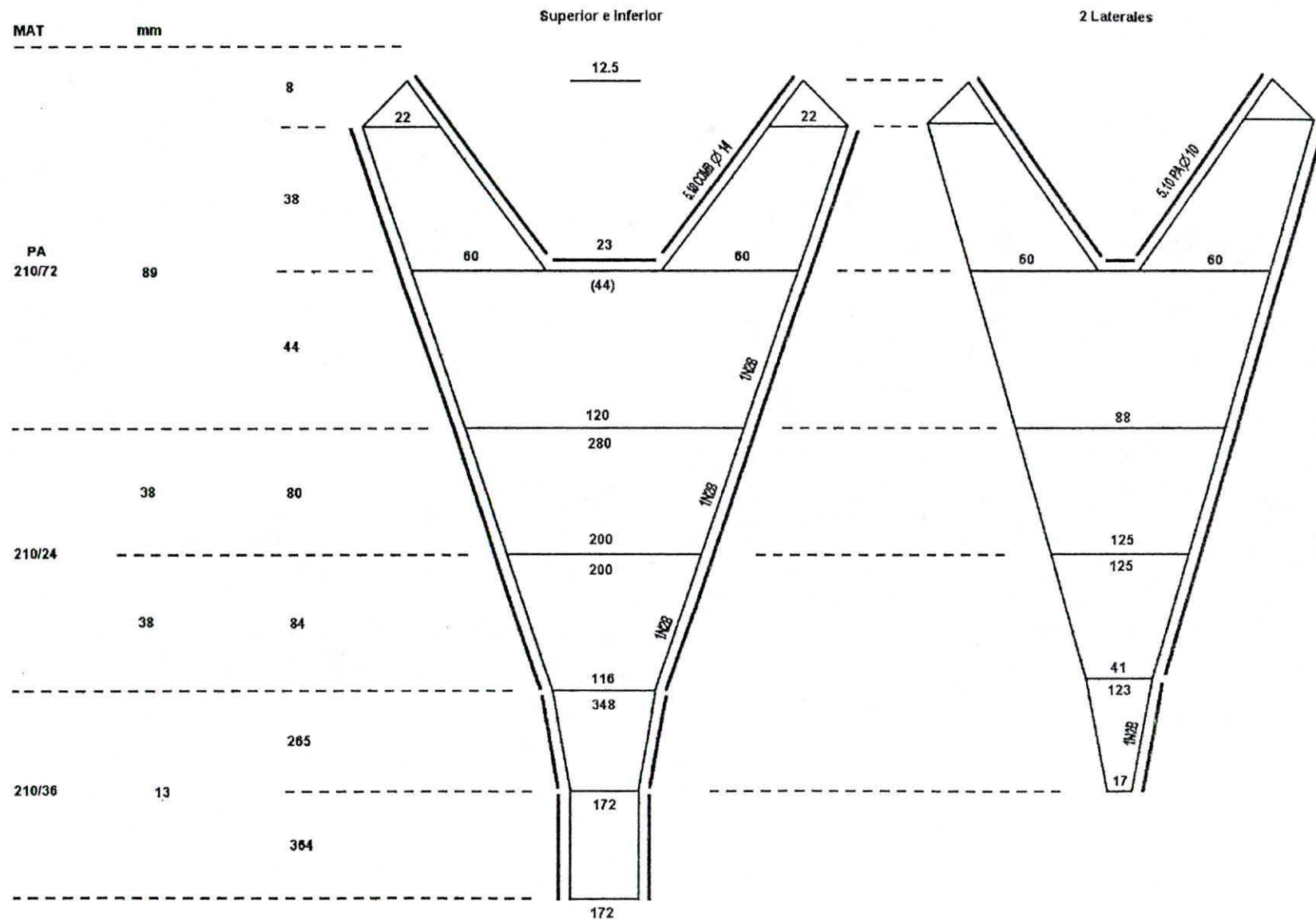
EMBARCACIÓN: B/O Hno. Ginés FECHA: Noviembre 24 de 1997  
 LUGAR: Taganga (Playa grande) PROF. FONDO: 17 - 20 M  
 TEMPERATURA DEL MAR: 27,6 °C VELOCIDAD DEL SONIDO: 1535 M/SEG.  
 SALINITY: \_\_\_\_\_

Frecuencia	38 kHz	38 kHz	120 KHz	120 kHz
Coefficiente de absorción	10			
Transductor	ES-38-B			
Angulo de sensibilidad *	21,9			
Intervalo del sonido	1,0			
Poder Transmito	max.			
Max. poder	2000			
Duración del pulso	MEDIO	CORTO	MEDIO	CORTO
Ancho de banda	ANCHO	ANCHO		
TS de la esfera	- 33,7	- 33,8	- 40,4	- 40,9
Ganancia omitida del transductor para TS	26,7		24,0	
TS medido	- 34,1		- 41,0	- 40,9
Ganancia calibrada del transductor para TS	26,5	25,2	23,6	
TS calibrado	- 33,7		- 40,4	
Angulo de haz equivalente omitido de dos vías	20,6			
Angulo de haz del transductor de dos vías	- 20,6			
Prof. de la esfera	12,4		11,0	
Ganancia omitida del transductor para Sv	26,6		24,0	
Sa teórico	15033		2645	
Sa medido	13600		3	
Ganancia calibrada del transductor para Sv	26,3		23,7	
Sa calibrado	15050		3600	
Ancho de haz omitido 3 dB*	-	-	-	-
Ancho de haz calibrado	-	-	-	-

\* Válido solo para transductores split beam (haz dividido).



Anexo F. Plano de la red de arrastre pelágico. Tipo Francés.



## ANEXO G. FORMULARIO DE BIOLOGÍA PESQUERA

INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA (INPA)  
 PROGRAMA DE PESCA INPA-VECEP/UE REGIONAL CARIBE  
 PROYECTO: EVALUACION DE PEQUEÑOS PELÁGICOS  
 REGISTRO DE CAPTURA

FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_ LANCE: \_\_\_\_\_  
 REGISTRADOR: \_\_\_\_\_

ESPECIE	No. INDIVIDUOS	PESO (Kg)	ESPECIE	No. INDIVIDUOS	PESO (Kg)
			TOTAL		

SUBMUESTRA

FACTOR	ESPECIE	No. INDIVID.	PESO (Kg.)	+	FACTOR	ESPECIE	No. INDIVID.	PESO (Kg.)	+

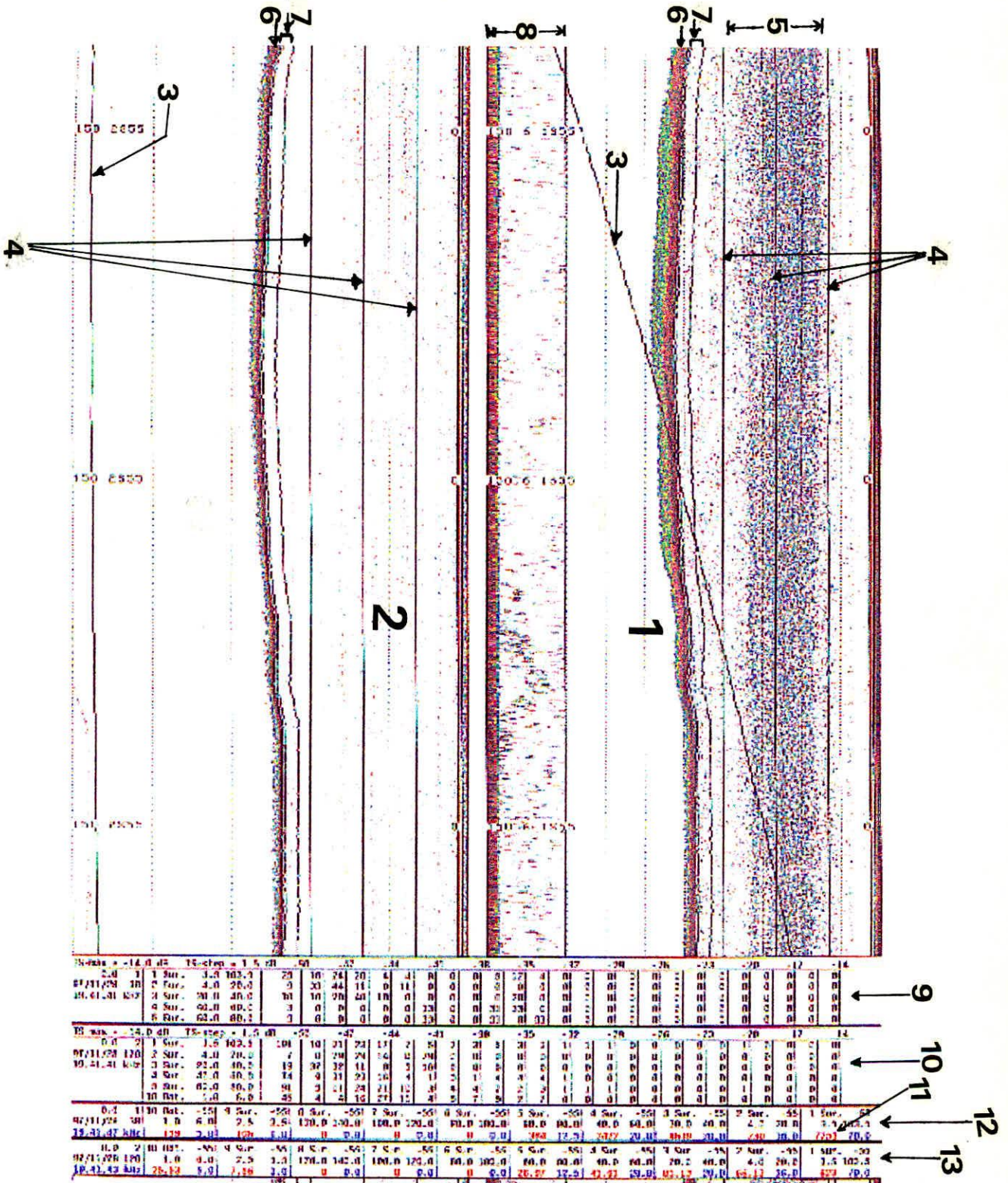
## ANEXO H. FORMULARIO DE BIOLOGÍA PESQUERA

**INSTITUTO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA**  
**PROGRAMA DE PESCA INPA-VECEP/UE REGIONAL CARIBE**  
**PROYECTO EVALUACIÓN DE PELÁGICOS PEQUEÑOS**  
**COMPOSICIÓN POR TALLAS**

FECHA:		CRUCERO: PELAG 97 _____		FECHA:		CRUCERO: PELAG 97 _____		
LANZAS:		ESPECIE:		LANZAS:		ESPECIE:		
HORA:		REGISTRADOR:		HORA:		REGISTRADOR:		
cm.	cm.	FRECUENCIAS		TOTAL	cm.	cm.	FRECUENCIAS	TOTAL
0.0	0.0				0.0	0.0		
1.0	0.5				1.0	0.5		
2.0	1.0				2.0	1.0		
3.0	1.5				3.0	1.5		
4.0	2.0				4.0	2.0		
5.0	2.5				5.0	2.5		
6.0	3.0				6.0	3.0		
7.0	3.5				7.0	3.5		
8.0	4.0				8.0	4.0		
9.0	4.5				9.0	4.5		
0.0	5.0				0.0	5.0		
1.0	5.5				1.0	5.5		
2.0	6.0				2.0	6.0		
3.0	6.5				3.0	6.5		
4.0	7.0				4.0	7.0		
5.0	7.5				5.0	7.5		
6.0	8.0				6.0	8.0		
7.0	8.5				7.0	8.5		
8.0	9.0				8.0	9.0		
9.0	9.5				9.0	9.5		
0.0	0.0				0.0	0.0		
1.0	0.5				1.0	0.5		
2.0	1.0				2.0	1.0		
3.0	1.5				3.0	1.5		
4.0	2.0				4.0	2.0		
5.0	2.5				5.0	2.5		
6.0	3.0				6.0	3.0		
7.0	3.5				7.0	3.5		
8.0	4.0				8.0	4.0		
9.0	4.5				9.0	4.5		
0.0	5.0				0.0	5.0		
1.0	5.5				1.0	5.5		
2.0	6.0				2.0	6.0		
3.0	6.5				3.0	6.5		
4.0	7.0				4.0	7.0		
5.0	7.5				5.0	7.5		
6.0	8.0				6.0	8.0		
7.0	8.5				7.0	8.5		
8.0	9.0				8.0	9.0		



Anexo K. Ecograma con plancton.



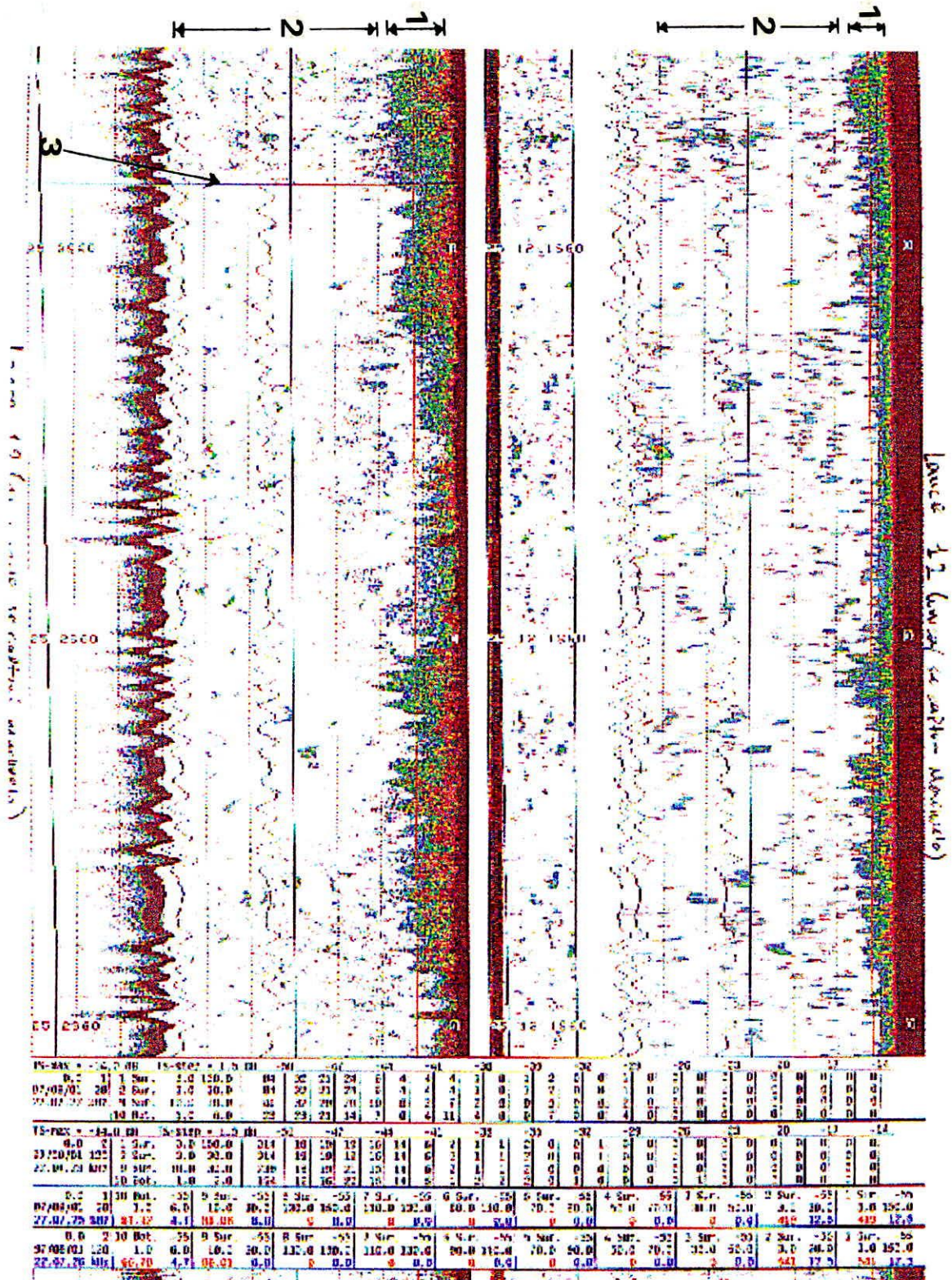


En el anexo K los números corresponden a lo siguiente:

1. Ecograma para frecuencia de 38 kHz.
2. Ecograma para frecuencia de 120 kHz.
3. Línea de integración.
4. Líneas de capas de integración.
5. Ecotrazo correspondiente a plancton.
6. Fondo
7. Capa de integración de fondo.
8. Expansión de la capa de integración de fondo.
9. Tabla de distribución de TS para ecograma de frecuencia 38 kHz.
10. Tabla de distribución de TS para ecograma de frecuencia 120 kHz.
11. Valor de integración ( $S_a$ ) para frecuencia 38 kHz.
12. Tabla de integración para ecograma de 38 kHz.
13. Tabla de integración para ecograma de 120 kHz.

En el ecograma de 38 kHz se aprecia claramente una nube de plancton y la línea de integración con una pendiente que se incrementa suavemente de manera uniforme debido al plancton.

Anexo L. Ecograma con peces dispersos.

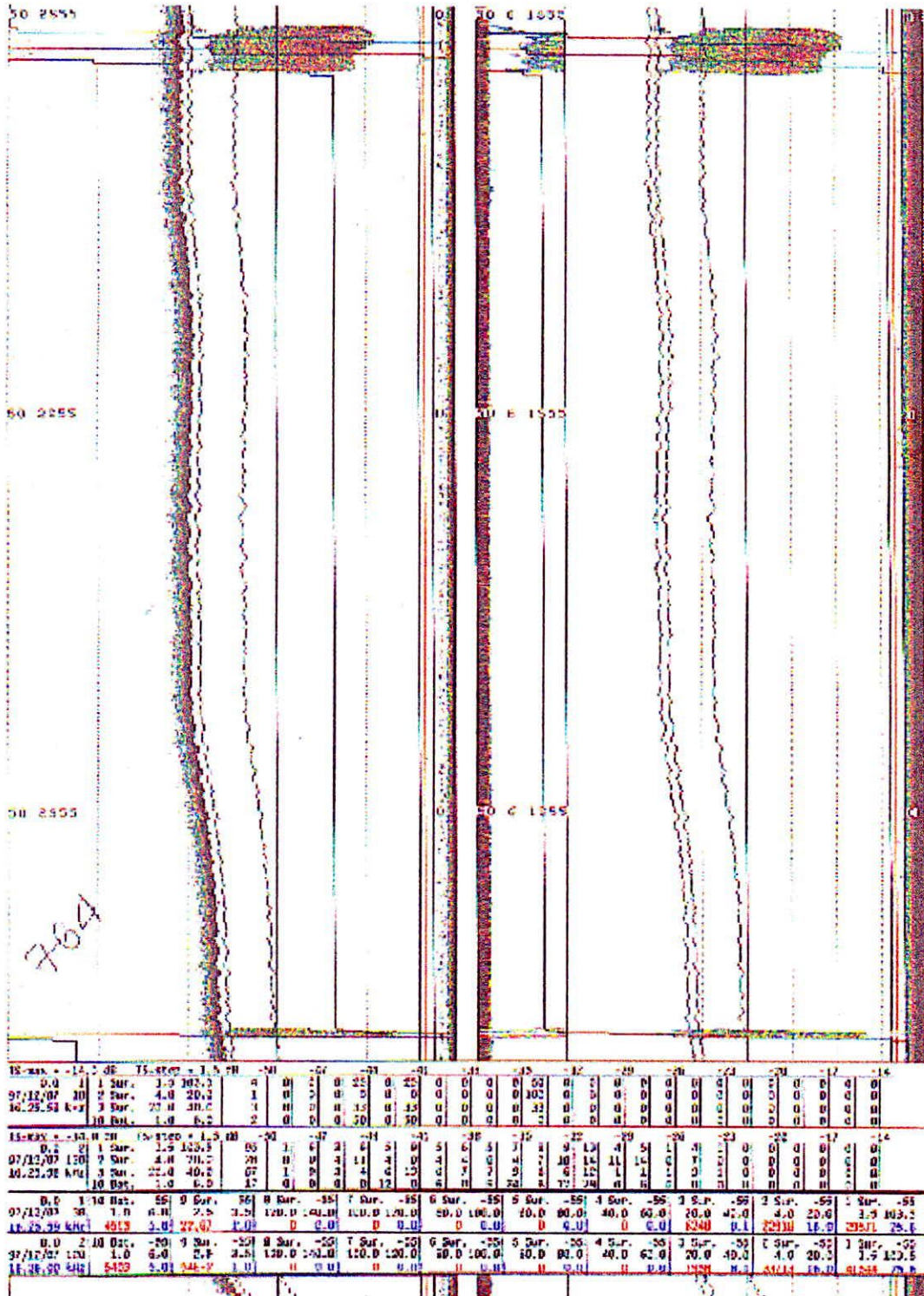


En el anexo L los números corresponden a lo siguiente:

1. Ruido del campo cercano al transductor.
2. Peces dispersos.
3. Fondo levantado.

En el ecograma de 38 y 120 kHz se observan peces dispersos correspondientes a un lance de pesca realizado en la noche, en donde solamente se capturó machuelo (*O. oglinum*).

### 0Anexo M. Ecograma con cardúmen





En los anexo M y N, se observa un gran cardumen con un valor alto de integración (Sa).

## Anexo P

### COMPOSICIÓN DE LAS CAPTURAS DURANTE EL CRUCERO DE JULIO-AGOSTO DE 1997

Lance : 01		Hora: 18:45	
Fecha: 27/07/97		Duración:	
Pos. Inicial: 12° 23.94 N 72° 05.28 W		Prof. Fondo: 220 m	
Pos. Final:		Prof. Arrastre: 24 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
MYCTOPHIDO <i>Diaphus sp.</i>	73	153	
CAMARON	6	8	
	1	5	
MURCIELAGO <i>Ogocephalus sp. *</i>	1	4	
SABLE <i>Trichurus lepturus *</i>	1	2	

Lance : 02		Hora: 15:57	
Fecha: 28/07/97		Duración: 1h	
Pos. inicial: 12° 31.22 N 71° 52.67 W		Prof. Fondo: 250 m	
Pos. inicial: 12° 30.67 N 71° 56.41 W		Prof. Arrastre: 38 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
ESCOLAR ORIENTAL <i>Neosappinula orientalis</i>	8	26	
PEZ GLOBO <i>Diodon holocanthus</i>	2	10	
CABALLETA <i>Decapterus punctatus</i>	1	5	
SABLE <i>Trichurus lepturus *</i>	20	1	
CARECABALLO <i>Selene setapinnis *</i>	8	1	
COJINOA AMARILLA <i>Caranx bartholomaei *</i>	1	1	
PEZ TROMPETA <i>Fishularia tabacaria *</i>	1	0,5	

Lance : 03		Hora: 18:40	
Fecha: 28/07/97		Duración: 1h	
Pos. inicial: 12° 20.80 N 71° 56.50 W		Prof. Fondo: 42 m	
Pos. final: 12° 19.10 N 71° 59.77 W		Prof. Arrastre: 32 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
PEZ SAPO <i>Lagocephalus laevigatus</i>	11	1800	
MACHUELO <i>Opisthonema oglinum</i>	75	1500	
MOJARRA <i>Diapterus sp.</i>	4	1000	
ANCHOITA NEGRA <i>Engraulis eurystole</i>	92	900	
CALAMAR <i>Loligo pealei</i>	14	900	
CACHICACHI <i>Calanus penna</i>	1	700	
ZAFIRO <i>Haemulon aurolineatum</i>	6	500	
RONCO <i>Haemulon striatum</i>	67	500	
PARGO RAYADO <i>Lutjanus synagris</i>	1	400	
	150	400	
PARGO CACIQUE <i>Pristipomoides opaltonaris</i>	21	300	
MOJARRA PEQUEÑA <i>Eucinostomus argenteus</i>	7	200	
SALMONETE <i>Upeneus parvus</i>	6	200	
Lenguado <i>Syacium papillosum</i>	1	200	
MANUELITO <i>Synodus sp.</i>	19	130	
CARECABALLO <i>Selene brownii</i>	1	100	
CASABITO <i>Chloroscombrus chrysurus</i>	16	50	
CARDENAL <i>Apogon sp. *</i>	11	30	
VOLADOR <i>Dactylopterus volitans</i>	1	30	
CAMARON <i>Plesionika sp</i>	5	10	
CAMARON <i>Penaeus notialis</i>	5	10	
CARECABALLO <i>Selene setapinnis</i>	6	5	
PALOMETA <i>Pephrus paru *</i>	2	2	

\* Estados larvales y juveniles

Lance : 04		Hora: 9:45	
Fecha: 29/07/97		Duración: 45'	
Pos. Inicial: 12° 10.14 N 72° 23.28 W		Prof. Fondo: 65.4 m	
Pos. final: 12° 07.33 N 72° 22.03 W		Prof. Arrastre: 39.6 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
OJO PLATO <i>Priacanthus armatus</i>	19	1100	
Lenguado <i>Syacium papillosum</i>	4	500	
MANUELITO <i>Synodus intermedius</i>	6	200	
MORENA <i>Gymnotorax ocellatus</i>	1	100	
Lenguado <i>Ancylosetta cycloidea</i>	1	80	
VOLADOR <i>Dactylopterus volitans</i>	1	50	
Lenguado <i>Gastropsetta frontalis</i>	2	50	
RONCO <i>Haemulon sp</i>	2	50	
ARRACACHO <i>Scorpaena agassizi</i>	1	40	
SALMONETE <i>Upeneus parvus</i>	1	10	

Lance : 05		Hora: 19:00	
Fecha: 29/07/97		Duración: 30'	
Pos. inicial: 11° 57.57 N 72° 30.57 W		Prof. Fondo: 41 m	
Pos. final: 11° 55.53 N 72° 33.11 W		Prof. Arrastre: 20 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
	1279	7350	
RONCO <i>Haemulon plumieri</i>	12	2900	
ZAFIRO <i>Haemulon aurolineatum</i>	59	2500	
SARDINETA <i>Harengula jaguana</i>	27	800	
ARENERO <i>Diplectrum radiale *</i>	85	480	
ANCHOITA NEGRA <i>Engraulis eurystole</i>	65	370	
CALAMAR <i>Loligo pealei</i>	37	300	
CABALLETA <i>Decapterus punctatus</i>	5	250	
MACHUELO <i>Opisthonema oglinum</i>	1	180	
MANUELITO <i>Synodus sp.</i>	24	137	
OJO GORDO <i>Selar crumenophthalmus *</i>	4	30	
SALMONETE <i>Upeneus parvus</i>	1	5	

Lance : 06		Hora: 8:12	
Fecha: 30/07/97		Duración: 33'	
Pos. inicial: 11° 53.93 N 72° 29.46 W		Prof. Fondo: 16 m	
Pos. final: 11° 53.09 N 72° 32.57 W		Prof. Arrastre: 11 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
ARENERO <i>Diplectrum radiale</i>	3	18	
OJO GORDO <i>Selar crumenophthalmus</i>	2	20	

Lance : 07		Hora: 21:10	
Fecha: 30/07/97		Duración: 45'	
Pos. inicial: 11° 47.46 N 72° 53.47 W		Prof. Fondo: 35 m	
Pos. final: 11° 46.58 N 72° 56.98 W		Prof. Arrastre: 18 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
CABALLETA <i>Decapterus punctatus</i>	37	320	
SARDINA <i>Sardinella aurita</i>	8	240	
ESCOLAR <i>Prometichthys prometeus</i>	1	30	
ANCHOITA NEGRA <i>Engraulis eurystole</i>	6	10	
MYCTOPHIDO <i>Diaphus sp.</i>	3	6	

## Continuación anexo P.

Lance : 08		Hora: 13:07	
Fecha: 31/07/97		Duración: 53'	
Pos. Inicial: 11° 46.60 N 73° 07.07 W		Prof. Fondo: 77 m	
Pos. Final: 11° 44.63 N 73° 03.16 W		Prof. Arrastre: 30 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
CARECABALLO <i>Selene setapinnis</i> *	7	8	
NOMEIDAE *	1	1	
BONITO <i>Euthynnus alsteranus</i> *	1	1	

Lance : 09		Hora: 20:56	
Fecha: 31/07/97		Duración: 49'	
Pos. inicial: 11° 30.18 N 73° 13.87 W		Prof. Fondo: 43 m	
Pos. final: 11° 28.37 N 73° 16.12 W		Prof. Arrastre: 16 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
MACHUELO <i>Opisthonema oglinum</i>	285	20000	
SARDINA <i>Sardinella aurita</i>	6	1100	

Lance : 10		Hora: 10:00	
Fecha: 01/08/97		Duración: 45'	
Pos. Inicial: 11° 25.83 N 73° 11.10 W		Prof. Fondo: 8.6 m	
Pos. final: 11° 26.00 N 73° 14.30 W		Prof. Arrastre: 8.0 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
CABALLETA <i>Decapterus punctatus</i>	3	400	
CASABITO <i>Chloroscombrus chrysurus</i>	71	100	
ANCHOITA NEGRA <i>Engraulis aurystole</i> *	32	32	
Larvas *	77	20	
MACHUELO <i>Opisthonema oglinum</i> *	9	10	
CARECABALLO <i>Selene setapinnis</i> *	2	2	
MACABI <i>Elops saurus</i> *	4	1	

Lance : 11		Hora: 14:55	
Fecha: 01/08/97		Duración: 40'	
Pos. inicial: 11° 23.30 N 73° 28.24 W		Prof. Fondo: 32 m	
Pos. final: 11° 21.52 N 73° 26.22 W		Prof. Arrastre: 22 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
CASABITO <i>Chloroscombrus chrysurus</i>	2	20	
ANCHOVIETA <i>Anchoiella perfaciata</i> *	6	12	
CACHUA <i>Mora moro ciliatus</i> *	1	1	
CARECABALLO <i>Selene setapinnis</i> *	1	1	
COJINO AMARILLA <i>Caranx bartholomaei</i> *	1	1	

Lance : 12		Hora: 19:05	
Fecha: 01/08/97		Duración: 40'	
Pos. inicial: 11° 19.97 N 73° 28.24 W		Prof. Fondo: 55 m	
Pos. final: 11° 20.04 N 73° 31.24 W		Prof. Arrastre: 20 m	
ESPECIE	No. Indv	Peso (g)	
MACHUELO <i>Opisthonema oglinum</i>	105	3500	

Lance : 13		Hora: 21:30	
Fecha: 02/08/97		Duración: 47'	
Pos. Inicial: 11° 18.87 N 73° 50.05 W		Prof. Fondo: 80 m	
Pos. Final: 11° 19.97 N 73° 52.69 W		Prof. Arrastre: 40 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
ANCHOITA NEGRA <i>Engraulis aurystole</i>	51	200	
MACHUELO <i>Opisthonema oglinum</i>	1	40	
MYCTOPHIDO <i>Diaphus sp.</i>	7	10	
MYCTOPHIDO <i>Hygophus sp.</i>	2	2	
Leptocephalus *	2	1	

Lance : 20		Hora: 19:20	
Fecha: 08/08/97		Duración: 50'	
Pos. inicial: 11° 08.23 N 74° 18.72 W		Prof. Fondo: 246	
Pos. final:		Prof. Arrastre: 23 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
OJOGORDO <i>Selar crumenophthalmus</i>	3	800	
MYCTOPHIDO <i>Diaphus sp.</i>	900	600	
SABLE <i>Trichiurus lepturus</i>	3	380	
MANUELITO <i>Synodus sp.</i>	4	50	
CALAMAR <i>Loligo sp.</i>	31	50	
CABALLETA <i>Decapterus punctatus</i>	1	20	
GONOSTOMATIDO <i>Pollichthys maui</i>	16	10	
CAMARON TITI <i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	15	10	
<i>Bregmaceros sp. *</i>	1	3	



## Anexo Q

## COMPOSICIÓN DE LAS CAPTURAS DURANTE EL CRUCERO DE DICIEMBRE DE 1997

Lance : 02		Hora: 11:41	
Fecha: 25/11/97		Duración: 45'	
Pos. Inicial: 11° 02.63 N 74° 17.81 W		Prof. Fondo: 8,6 m	
Pos. Final: 11° 04.57 N 74° 17.20 W		Prof. Arrastre:	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
MACHUELO	<i>Opisthonema oglinum</i>	10	500
CARECABALLO	<i>Selene setapinnis</i>	5	1100
PICUA	<i>Sphyraena guachanco</i>	5	500
SIERRA	<i>Scomberomus cavalla</i>	2	300
COJINO	<i>Caranx bartholomaei</i>	5	1700
SABLE	<i>Trichurus lepturus</i>	5	
MOJARRA	<i>Eucinostomus argenteus</i>	1	
BAGRE	<i>Cathorops spixii</i>	17	1200
SIETE CUEROS	<i>Oligoplites saurus</i>	3	500
MOJARRA	<i>Eugerres phaneri</i>	22	750
RATÓN	<i>Albula vulpes</i>	1	40
CORVINA	<i>Micropogonias furnieri</i>	1	25
JUREL	<i>Caranx hippos</i>	2	600
	<i>Larimus breviceps</i>	5	500
COCO	<i>Conodon nobilis</i>	5	500
CORVINA	<i>Umbrina coroides</i>	29	1600
RONCO	<i>Haemulon sp.</i>	6	800
ANCHOA	<i>Anchoa sp.</i>	42	400
SARDINA	<i>Sardinella aurita</i>	1	3.7
MACHETE	<i>Odontognathus compressus</i>	236	1259
RAYA	<i>Dasyatis americana</i>	1	4200

Lance : 21		Hora: 14:25	
Fecha: 04/12/97		Duración: 50'	
Pos. inicial: 11° 16.00 N 73° 44.60 W		Prof. Fondo: 10m	
Pos. inicial: 11° 16.36 N 73° 47.46 W		Prof. Arrastre: 5 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
MACHUELO	<i>O. oglinum</i>	3	75
CARECABALLO	<i>Selene setapinnis</i>	14	500
SABLE	<i>Trichurus lepturus</i>	1	5
PAMPANO	<i>Prepilius paru</i>	1	30
RATÓN	<i>Albula vulpes</i>	2	10
BLANCO POBRE	<i>Larimus breviceps</i>	6	40
ANCHOA	<i>Anchoa sp.</i>	15	20
CASABITO	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	77	2300
SARDINETA	<i>Harengula jaguana</i>	18	100
	<i>Chaetodipterus faber</i>	1	20
MOJARRA	<i>Diapterus rhombeus</i>	5	5500
BARBUDO	<i>Polydactylus virginicus</i>	3	50
PICUA	<i>Sphyraena guachanco</i>	2	20
CORVINA	<i>Menticirrhus americanus</i>	5	300
LENGUADO	<i>Bothus sp.</i>	2	50
CORVINA	<i>Umbrina coroides</i>	1	

Lance : 22		Hora: 19:47	
Fecha: 04/12/97		Duración: 55'	
Pos. inicial: 11° 19.854 N 73° 34.20 W		Prof. Fondo: 70 m	
Pos. final: 11° 17.44 N 73° 32.72 W		Prof. Arrastre: 50 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
CASABITO	<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	33	1400
MACHUELO	<i>Opisthonema oglinum</i>	12	1300
SABLE	<i>Trichurus lepturus</i>	2	400
ANCHOA	<i>Anchoa sp.</i>	1	1
MICTOPHIDO	<i>Diaphus sp.</i>	11	154
PEZ SAPO	<i>Porichthys plectrodon</i>	1	1000
PEZ GALLINA	<i>Prionotus steamsi</i>	2	3.75
PARGO CUNARO	<i>Romboplites aurorubens</i>	1	10
PARGO CUNARO	<i>Lutjanus synagris</i>	1	400
BREGMACEDOTIDAE	<i>Bregmaceros sp.</i>	2	1.71
MANUELITO	<i>Synodus sp.</i>	6	10
CARECABALLO	<i>Selene setapinnis</i>	1	10
MACHETE	<i>Odontognathus compressus</i>	19	80

Lance : 23		Hora: 13:36	
Fecha: 05/12/97		Duración: 44'	
Pos. Inicial: 11° 25.86 N 73° 11.37 W		Prof. Fondo: 9 m	
Pos. final: 11° 23.92 N 73° 13.01 W		Prof. Arrastre:	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
MACHUELO	<i>O. oglinum</i>	82	250
PICUA	<i>S. guachanco</i>	11	6400
MOJARRA PEÑA	<i>E. argenteus</i>	10	2000
REMORA	<i>Echeneis naucrates</i>	6	50
SARDINA	<i>S. aurita</i>	8	20
CHUCHO MONO	<i>Rhinoptera bonasus</i>	91	13600
CARECABALLO	<i>Selene setapinnis</i>	1	500

Lance : 24		Hora: 21:40	
Fecha: 05/12/97		Duración: 1 h	
Pos. inicial: 11° 43.41 N 73° 05.35 W		Prof. Fondo: 45 m	
Pos. final: 11° 41.69 N 73° 07.62 W		Prof. Arrastre: 27 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
PICUA	<i>S. guachanco</i>	1	300
SARDINA	<i>S. aurita</i>	1	50
PARGO CUNARO	<i>Romboplites aurorubens</i>	1	5
CALAMAR	<i>Loligo sp.</i>	1	10
CABALLET	<i>Decapterus spp.</i>	1	50
GONOSTOMATIDAE *		14	5

## Continuación Anexo Q.

<b>Lance : 25</b>		Hora : 07:30	
Fecha: 06/12/97		Duración: 50'	
Pos. inicial: 11° 33.88 N 73° 00.43 W		Prof. Fondo: 7 m	
Pos. final: 11° 36.16 N 73° 02.42 W		Prof. Arrastre: 4 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
ANCHOA	<i>Anchoa sp.</i>	245	300
MOJARRA	<i>E. argenteus</i>	2	500
PARGO	<i>Lutjanus synagris</i>	3	20
CARAJUELO	<i>Holocentrus sp.</i>	1	10
AGUJA	<i>Hemiramphus sp.</i>	2	50
RAYA	<i>Dasyatis guttata</i>	1	4000
MACHETE	<i>Odontognathus compressus</i>	382	1910

<b>Lance : 27</b>		Hora : 04:50	
Fecha: 07/12/97		Duración: 50'	
Pos. inicial: 11° 48.41 N 72° 38.47 92 W		Prof. Fondo: 10 m	
Pos. final: 11° 49.57 N 72° 40.67 W		Prof. Arrastre: 6 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
SARDINETA	<i>Harisgula jaguana</i>	4	120
SABLE	<i>T. lepturus</i>	1	1
CABALLETA	<i>Decapterus spp.</i>	1	1

<b>Lance : 28</b>		Hora : 16:40	
Fecha: 07/12/97		Duración: 50'	
Pos. Inicial: 12° 02.18 N 72° 19.68 W		Prof. Fondo: 30 m	
Pos. Final: 12° 05.07 N 72° 19.46 W		Prof. Arrastre:	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
PEZ GLOBO	<i>Sphaeroides spengleri</i>	4	150
CABALLETA	<i>Decapterus spp.</i>	10	200
ANCHOA	<i>Anchoa sp.</i>	2	50
MANUELITO *	<i>Synodus sp.</i>	5	2

<b>Lance : 29</b>		Hora : 21:15	
Fecha: 07/12/97		Duración: 1 h	
Pos. inicial: 12° 02.02 N 72° 20.37 W		Prof. Fondo: 30 m	
Pos. final: 12° 04.13 N 72° 19.18 W		Prof. Arrastre: 20 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
MACHUELO	<i>Opisthonema oglinum</i>	10	1900
PARGO CUNARO	<i>R. aurorbens</i>	1	1
RONCO	<i>Haemulon plumieri</i>	3	620
MOJARRA	<i>E. argenteus</i>	1	100
MERO	<i>Diplectrum radiata</i>	73	600
SARDINA	<i>S. aurita</i>	1	20
APOGONIDAE	<i>Apogon sp.</i>	4	50
LENGUADO	<i>Bohus sp.</i>	1	1
CABALLETA	<i>Decapterus spp.</i>	6	10

<b>Lance : 30</b>		Hora : 05:15	
Fecha: 08/12/97		Duración: 50'	
Pos. Inicial : 12° 04.27 N 72° 15.20 W		Prof. Fondo: 15 m	
Pos. final : 12° 04.55 N 72° 14.10 W		Prof. Arrastre: 8.0 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
REMORA	<i>Echeneis naucrates</i>	3	1000
MERO	<i>Diplectrum formosum</i>	1	40
LENGUADO	<i>Bohus sp.</i>	2	20
PEZ GLOBO	<i>Sphaeroides spengleri</i>	4	100

<b>Lance : 31</b>		Hora : 19:10	
Fecha: 08/12/97		Duración: 1 h	
Pos. final: 12° 06.93 N 72° 12.78 W		Prof. fondo: 15 m	
Pos. final: 12° 10.31 N 72° 13.16 W		Prof. Arrastre:	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
CALAMAR	<i>Loligo pealei</i>	41	300
CABALLETA	<i>Decapterus spp.</i>	6	7.8
ANCHOA	<i>Anchoa sp.</i>	11	41.4
SARDINA	<i>S. aurita</i>	1	3.17
SARDINETA	<i>H. jaguana</i>	5	28.3
SABLE	<i>T. lepturus</i>	1	9000
OJO GORDO	<i>Selar crumenophthalmus</i>	2	14.4

<b>Lance : 32</b>		Hora : 05:30	
Fecha: 09/12/97		Duración: 50'	
Pos. inicial: 12° 13.17 N 72° 11.81 W		Prof. Fondo:	
Pos. final: 12° 11.44 N 72° 13.33 W		Prof. Arrastre:	
ESPECIE	No. Indv	Peso (g)	
CABALLETA	<i>Decapterus spp.</i>	2	7.8
CARECABALLO	<i>Selene setapinnis</i>	1	1

<b>Lance : 33</b>		Hora : 09:10	
Fecha: 09/12/97		Duración: 50'	
Pos. Inicial: 12° 16.26 N 72° 01.81 W		Prof. Fondo: 25 m	
Pos. Final: 12° 15.70 N 72° 05.02 W		Prof. Arrastre: 20 m	
ESPECIE	No. Ind.	Peso (g)	
CACHI CACHI	<i>Calamus pennatula</i>	1	350

<b>Lance : 34</b>		Hora : 18:00	
Fecha: 09/12/97		Duración: 1:15'	
Pos. Inicial : 12° 18.90 N 71° 57.28 W		Prof. Fondo: 20 m	
Pos. final : 12° 16.89 N 71° 59.46 W		Prof. Arrastre: 15 m	
ESPECIE	No. Ind	Peso (g)	
SABLE	<i>T. lepturus</i>	3	1100
CALAMAR	<i>Loligo sp.</i>	68	13.6
CABALLETA	<i>Decapterus spp.</i>	164	340
MANUELITO	<i>Synodus sp.</i>	112	160
SARDINA	<i>S. aurita</i>	89	400
MACHUELO	<i>O. oglinum</i>	11	550
	<i>Apogon sp.</i>	33	130
MEONA	<i>Oligoplites saurus</i>	2	300
SIERRA	<i>Scomberomorus cavalla</i>	1	17

ANEXO R. Bitácora de lances de pesca comprobatoria donde se capturó machuelo (*O. oglinum*), en el crucero de julio-agosto.

Lance	Posición inicial	Posición final	Hora inicial	Hora final	Vel. (nudos)	Prof. fondo (m)	Prof. de arrastre (RS) (m)	Distancia de la costa (mn)
3	12°21,31 N – 71°55,90 W	12°19;00N – 71°59,77W	18:47	19:39	2,9 – 4,5	39 - 44	23 – 32	2,5
5	11°57,05 N – 72°31,17 W	11°55,53 N – 72°33,11 W	18:54	19:32	4.2 – 4.5	36,6 - 30	14 – 23	8,5
9	11°30,18 N – 73°13,87 W	11°28,37 N – 73°16,12 W	21:09	21:24	4 – 4,3	34 – 35,7	13 – 22	5,5
10	11°25,82 N – 73°11,18 W	11°26,00 N – 73°14,30 W	10:00	10:45	4	4,4 – 6,1	Superficial.	3
12	11°19,97 N – 73°28,24 W	11°20,04 N – 73°31,24 W	19:05	19:45	4,1 – 4,3	12.5	8	3
13	11°18,87 N – 73°50,05 W	11°19,97 N – 73°52,69 W	20:44	21:32	4	78,6	23 – 36	2,5

ANEXO S. Bitácora de lances de pesca comprobatoria donde se capturó machuelo (*O. oglinum*), en el crucero de diciembre.

Lance	Posición inicial	Posición final	Hora inicial	Hora final	Vel. (nudos)	Prof. fondo (m)	Prof. de arrastre (RS) (m)	Distancia de la costa (mn)
2	11°02,63 N – 74°17,81 W	11°04,57 N – 74°17,20 W	11:41	12:30	4	8,6 - 12	Superficial	1
21	11°16,00 N – 73°44,60 W	11°16,36 N – 73°47,46 W	14:25	15:35	3,3 – 3,8	9,5 - 23	4,3 - 7	1
22	11°19,54 N – 73°34,20 W	11°17,44 N – 73°32,72 W	19:47	20:42	3 - 4	71 - 40	56 - 19	2
23	11°25,88 N – 73°11,37 W	11°23,92 N – 73°13,01 W	13:36	14:20	–	9,8 – 8,3	Superficial	1
29	12°02,02 N – 72°20,37 W	12°04,13 N – 72°19,18 W	21:15	22:16	3,4 – 3,9	32 - 40	20 - 35	8
34	12°18,90 N – 71°57,28 W	12°16,89 N – 71°59,46 W	18:00	19:15	3,2	20	18	1,5

ANEXO T. Bitácora de lances de pesca comprobatoria donde se capturó sardina (*S. aurita*), en el crucero de julio-agosto.

Lance	Posición inicial	Posición final	Hora inicial	Hora final	Vel. (nudos)	Prof. fondo (m)	Prof. de arrastre (RS) (m)	Distancia de la costa (mn)
7	114746 N – 725347 W	114658 N – 725698 W	21:10	21:55	3,2 - 4	35	22 – 14	8
9	113018 N – 731387 W	112837 N – 731612 W	20:56	21:45	4 – 4,3	43	13 – 22	6

ANEXO U. Bitácora de lances de pesca comprobatoria donde se capturó sardina (*S. aurita*), en el crucero de diciembre.

Lance	Posición inicial	Posición final	Hora inicial	Hora final	Vel. (nudos)	Prof. fondo (m)	Prof. de arrastre (RS) (m)	Distancia de la costa (mn)
2	11°02,63 N – 74°17,81 W	11°04,57 N – 74°17,20 W	11:41	12:30	8,6 - 12	4	Superficial	1
23	11°25,88 N – 73°11,37 W	11°23,92 N – 73°13,01W	13:36	14:20	2,9	9,8 – 8,3	Superficial	5
24	11°43,41 N – 73°05,35 W	11°41,69 N – 73°07,62 W	21:40	22:43	3,3 – 3,6	45 - 138	20 – 27	12
29	12°02,02 N – 72°20,37 W	12°04,13 N – 72°19,18 W	21:15	22:16	3,4 – 3,9	32 - 40	20 – 35	9
31	12°06,93 N – 72°12,78 W	12°10,31 N – 72°13,16 W	19:10	20:10	3,6	12 - 36	—	4
34	12°18,90 N – 71°57,28 W	12°16,89 N – 71°59,46 W	18:00	19:15	3,2	20	18	2

