



HAL
open science

Medición de la fuerza del blanco acústico de dos especies de peces marinos de las familias Lutjanidae y Haemulidae (pargo criollo, *Lutjanus analis* y ronco amarillo, *Haemulon sciurus*)

E.O. E. Linares, P.I. P. Caballero, Jean Guillard, L. L. Sierra, J.L. J. Hernandez

► To cite this version:

E.O. E. Linares, P.I. P. Caballero, Jean Guillard, L. L. Sierra, J.L. J. Hernandez. Medición de la fuerza del blanco acústico de dos especies de peces marinos de las familias Lutjanidae y Haemulidae (pargo criollo, *Lutjanus analis* y ronco amarillo, *Haemulon sciurus*). *Oceanológica*, 2009, 5, pp.99-110. hal-00939678

HAL Id: hal-00939678

<https://hal.science/hal-00939678>

Submitted on 30 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Medición de la fuerza del blanco acústico de dos especies de peces marinos de las familias Lutjanidae y Haemulidae (pargo criollo, *Lutjanus analis* y ronco amarillo, *Haemulon sciurus*)

Acoustic target strength measurement of two marine fish species of the families Lutjanidae and Haemulidae (mutton snapper, Lutjanus analis and bluestriped grunt, Haemulon sciurus)

Linares, E.O.*, Caballero, P.I.**, Guillard, J.***, Sierra, L.**** y J.L Hernández*

*Instituto de Oceanología, Ave 1ra. No 18406 esq. 186, Rpto Flores, Playa, La Habana, Cuba. <email: omar@oceano.inf.cu> ó <eolinares2003@yahoo.es>

**Cetmar No 10, Chetumal, Q.Roo, México. <email: dzul354@hotmail.com>

***IRD, CRHMT/UR109, 1 Avenue Jean Monnet, BP 171, 34 203 Sete Cedex, Francia <email: <Jean.Guillard@thonon.inra.fr>

****Facultad de Biología, Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica. <email: lsierra@una.ac.cr>

RESUMEN

Se presentan los resultados de las ecuaciones acústicas de TS (Fuerza del Blanco acústico) en su aspecto dorsal de dos especies de peces de interés comercial (pargo criollo, *Lutjanus analis* y ronco amarillo, *Haemulon sciurus*) del Golfo de Batabanó, Cuba. Los trabajos se ejecutaron en Puerto Esperanza (Provincia de Pinar del Río) y zonas cercanas a Xcalak, península de Yucatán (México) en lugares de aguas claras y poco profundas con poca corriente, empleando métodos hidroacústicos. Para realizar las mediciones se utilizó una ecosonda de Doble Haz DT 5000 BIOSONICS, con transductor digital y frecuencia de 129 Khz. La profundidad a que se midieron los peces fue de 3 m. La ecuación obtenida para el ronco amarillo es $TS(db) = 21.9 \log L(cm) - 69.2$, para un $r = 0.75$ y valor de referencia calculado para hacerlo comparable con otros autores de $b_{20} = -66.38$. Para el pargo criollo es $TS(db) = 21.7 \log L(cm) - 69.2$, para un $r = 0.81$ y un $b_{20} = -65$. Estas ecuaciones pueden ser utilizadas en el cálculo de la ecuación generalizada de TS-longitud para las especies tropicales en áreas del Caribe.

ABSTRACT

This paper presents the results of TS equations (Acoustic Target Strength) in the dorsal aspect of two commercial marine fishes (mutton snapper, *Lutjanus analis* and bluestriped grunt, *Haemulon sciurus*) in the Gulf of Batabanó, Cuba. Measurements were executed in Puerto Esperanza (Pinar del Río, Cuba) and Xcalak (Yucatan

Península, Mexico) in places of shallow and clear waters with weak current. A Dual Beam Echosounder with digital transducer DT 5000 and 129 KHz frequency was used. Fishes were measured at 3 m deep. The equation obtained for *Haemulon sciurus* was $TS(db) = 21.9 \log L(cm) - 69.2$, $r = 0.75$ and reference value calculated to make it comparable with other authors of $b_{20} = -66.38$; while for *Lutjanus analis* it was $TS(db) = 21.7 \log L(cm) - 69.2$, $r = 0.81$ and $b_{20} = -65.68$. These equations can be used in the calculation of TS-length (dorsal aspect) widespread equation for tropical species in Caribbean areas.

Palabras claves: fuerza del blanco, ecosonda, aguas someras, peces tropicales.

Keywords: target strength, echosounder, shallow waters, tropical fishes.

INTRODUCCIÓN

La Fuerza del Blanco (Target Strength ó TS) (MacLennan, Fernández y Dalen, 2002), es un parámetro acústico importante al realizar la evaluación de la biomasa íctica y depende en gran medida de la longitud del pez (Mittun y Hoff, 1962). Por tal razón, la obtención de las ecuaciones TS-longitud para cada especie resulta de interés para los investigadores que aplican la acústica en este entorno (Love, 1971; Ehrenberg, 1972, 1979, 1983; Foote, 1979a, 1979b; Edwards y Armstrong, 1983; Degnbol, Lasen y Staehr, 1985; Denbigh y Smith, 1987; Degnbol y Lewy, 1990; Do y Surti, 1990; Barange, Hampton y Soule, 1996 y otros). Casi todos estos trabajos están dedicados a especies que viven en aguas profundas. En el caso de las aguas tropicales es frecuente encontrar una mezcla de gran número de especies y resulta más compleja la obtención de una ecuación que satisfaga a la población de estos lugares, por lo que una vía puede ser la obtención de tales ecuaciones por separado de cada especie, para después obtener una ecuación generalizada del conjunto que sea representativa a todas las especies y que se ajuste lo más adecuadamente posible al cálculo de la biomasa.

Desde 1989 hasta 1992, el Instituto de Oceanología de La Habana trabajó en colaboración con la institución científica francesa ORSTOM, en la creación de una metodología acústica para la evaluación de los recursos ícticos en aguas de profundidades menores que 8 m (Gerlotto, Claro, Hernández-Corujo y García-Arteaga, 1992), que presentaba una serie de sesgos ocasionados fundamentalmente por el cálculo indirecto de la TS. En los años 1995 y 1996 se continuaron los trabajos en el diseño de un método de trabajo para la medición de forma directa y "ex situ" de las TS, con resultados satisfactorios para las especies bíaiba (*Lutjanus synagris*) y rabirrubia (*Lutjanus chrysurus*). Así mismo en 1999 se realizaron trabajos por parte de investigadores de este instituto, sobre los efectos que se ocasionan cuando se ejecutan mediciones de la fuerza del blanco a poca distancia del transductor, lo que permitió dar una visión más amplia de la necesidad de realizar mediciones de TS a las especies de nuestra área.



Teniendo en cuenta que la mayor parte de los trabajos de mediciones de TS realizados hasta el presente, han sido sobre especies con hábitos pelágicos y muy pocos sobre especies que viven en aguas poco profundas, es objetivo de este trabajo lograr una primera aproximación de las ecuaciones que establecen la relación de la Fuerza del Blanco (TS) y la longitud, de 2 especies de peces de interés comercial del Golfo de Batabanó de los géneros *Haemulon* y *Lutjanus*. Los resultados que se presentan incrementan el número de especies a las que se les ha realizado este tipo de mediciones y representa un paso más en el logro de la ecuación generalizada de la TS para la plataforma cubana, aplicable a otras regiones del área del Caribe, donde viven numerosas especies en aguas poco profundas. Para este estudio se seleccionaron el ronco amarillo (*Haemulon sciurus*, Shaw 1803) y el pargo criollo (*Lutjanus analis*, Cuvier 1828), que se encuentran tanto en hábitats de fondos blandos, así como en fondos rocosos y arrecifes coralinos (Cervigón, Cipriani, Fisher, Garibaldei, Hendrickx, Lemus, Márquez, Poutiers, Robaina y Rodríguez, 1992).

MATERIALES Y MÉTODOS.

Las mediciones de la Fuerza del Blanco se realizaron a bordo de una embarcación del establecimiento pesquero de Puerto Esperanza, Provincia de Pinar del Río-Cuba en el mes de Diciembre del 2000, en aguas tranquilas, poca corriente, gran transparencia y una profundidad de 5 m, lo que favoreció el trabajo experimental. Los peces fueron capturados vivos con redes y luego colocados en el vivero del barco, lo que les aseguró agua de mar circulante. Otras mediciones se realizaron en el mes de Febrero del 2001 en Xcalak-México, donde se utilizó la pesca con tranque y por medio de anzuelos en la propia zona de trabajo, efectuándose las mediciones a bordo de una embarcación pequeña en aguas que cumplieran los requerimientos para estos trabajos.

Para la toma de información se empleó una Ecosonda Científica DT 5000 de la BIOSONICS con frecuencia de emisión de 129 kHz, que incluye un sistema de computación incorporado con sus propios programas de trabajo y transductor digital de doble haz (Dual Beam) de 8 por 20 grados.



Figura 1. Ecosonda Científica DT 5000.
Figure 1. Scientific Echosounder DT 5000.

La calibración del sistema se realizó con una esfera de tungsteno de diámetro igual a 30 mm colocada a 3 m del transductor, que es la profundidad a la cuál se realizaron las mediciones de los peces, de acuerdo al protocolo Standard definido en el manual de recomendaciones de Foote *et al.* 1987.

De los métodos planteados por McLennan y Simmonds (1992) se utilizó el de peces inmovilizados y conscientes, con la variante de encontrarse parcialmente inmovilizados, esto permite que los peces realicen los movimientos de natación aunque sin avance, debido a que se mantienen fijos aproximadamente en el centro del haz acústico de emisión, de acuerdo a la metodología de Hernández-Corujo, Linares y Barros, 1998. El aro al que se fijan los peces se colocó a 3 m de profundidad y se dispuso horizontalmente de forma tal que su centro coincidiera con el centro del haz acústico de la ecosonda, evitando que la emisión alcance el aro y pueda obtenerse por contribución un valor superior al que refleja el pez. La posición adoptada por los peces durante las mediciones fue constantemente señalada por los buzos, lo que permitió elegir el mejor momento para la toma de la información.

La información es registrada por el software de adquisición de datos del sistema "Visual Acquisition" y procesada a través del "Visual Analyzer" que aporta los archivos con extensión dte en el que aparecen los datos, los que se filtran para obtener los que se consideran válidos, que corresponden a aquellos donde la energía recibida por el haz más ancho es mayor que la recibida por el haz más estrecho de la Ecosonda. De ellos se toma el máximo valor repetido que queda determinado como valor de TS del pez.

Se tomó el valor de TS de 13 ejemplares de ronco amarillo (*Haemulon sciurus*) de 39 capturados y de 11 ejemplares de pargo criollo (*Lutjanus analis*) de 15 capturados y se rechazó el resto dado que la información no era confiable. Sobre cada ejemplar se emitieron señales durante un tiempo suficiente que permitiera disponer de un número de mediciones representativo para cada talla, de acuerdo a experiencias previas del autor. Se efectuaron 1100 mediciones a roncros amarillos y 514 a pargos criollos (Tab. 1).

A cada ejemplar se le tomó la longitud horquilla, por ser la más empleada por otros autores en los trabajos de mediciones de la Fuerza del Blanco. Se realizó la correlación lineal entre el logaritmo de la longitud y la TS de los ejemplares y se obtuvieron los valores de los coeficientes m y b para la ecuación: $TS = m \log L + b$ (Foote, 1979b), para cada especie por separado. Se aplicó el método de los Cuadrados Mínimos Clásico (CMC), en que el modelo de regresión garantiza que la suma de errores al cuadrado sea mínima y que las estimaciones obtenidas sean óptimas.

Las ecuaciones se presentan en término de b_{20} para que puedan compararse con los valores obtenidos por otros autores a partir de la fórmula $b_{20} = TS - 20 \log L$.

Algunas características biológico-pesqueras del *Haemulon sciurus* y del *Lutjanus analis* en la época que se realizaron las mediciones:

Roncros.

Sus capturas ascendieron en el año 2000 a los 1 071 tons para un 2.7 % de la captura Nacional de escamas (Valle, com. pers). El largo mínimo legal establecido por Regulaciones Pesqueras para el caso del ronco amarillo es de 17 cm que coincide con el largo medio de madurez sexual, aunque puede alcanzarla a partir de los 12 cm, en la que se reporta un largo máximo de 46 cm (Claro y García-Arteaga, 1994 y García-Cagide, Claro y Koshelev, 1994).

Pargo Criollo.

La captura de esta especie en el año 2000 fue de 625.2 tons para un 2.7 % de la captura Nacional de escamas (Valle, com. pers). El largo mínimo legal establecido por Regulaciones Pesqueras es de 25 cm y el largo medio de madurez sexual es de 50 cm, aunque puede alcanzarla a partir de los 38 cm, en la que reporta un largo máximo para esta especie de 80 cm (Claro y García-Arteaga, 1994 y García-Cagide *et al.* 1994).

RESULTADOS

En el ronco amarillo (*Haemulon sciurus*) los valores de TS se encontraron en el intervalo comprendido entre -46.09 y -38.31 dB (Tab. 1) con un coeficiente de correlación lineal entre la TS y la longitud de 0.75 (Fig. 2). La ecuación que define la

relación existente entre la TS y el log de la longitud para esta especie, según este trabajo fue: $TS(db)=21.9 \log L(cm) - 69.2$ y un b_{20} de -66.38 (Tab. 2).

Para el pargo criollo (*Lutjanus analis*), los valores obtenidos de TS se encontraron en el intervalo comprendido entre -43.24 y $-32,56$ dB (Tab. 1) con un coeficiente de correlación lineal entre la TS y la longitud de 0.81 (Fig. 3). La ecuación que define el valor de TS según el log de la longitud para esta especie, según este trabajo es: $TS(db)= 21.7 \log L(cm) - 69.2$ y un b_{20} de $-65,68$. (Tab. 2).

Tabla 1. Valores de TS obtenidos para las especies seleccionadas
 Table 1. TS values for selected species

Ejemplar No.	L-horq (cm)	No. de mediciones válidas	log L-horq	TS (dB)
Ronco amarillo (<i>Haemulon sciurus</i>)				
1	13	84	1.11	-42.89
2	13.5	46	1.13	-44.83
3	14.1	40	1.15	-46.09
4	14.8	97	1.17	-44.85
5	15.5	28	1.19	-42.96
6	17	135	1.23	-40.92
7	17.5	52	1.24	-41.96
8	18	208	1.26	-38.31
9	18.9	35	1.28	-43.27
10	19.5	123	1.29	-42.76
11	20.3	106	1.31	-40.47
12	21	79	1.32	-39.86
13	24.5	67	1.39	-38.64
Total		1100		
Pargo criollo (<i>Lutjanus analis</i>)				
1	20	27	1.30	-43.24
2	20.5	45	1.31	-41.65
3	21	60	1.32	-41.78
4	22.5	35	1.35	-40.72
5	23	28	1.36	-35.51
6	24	63	1.38	-41.16
7	24.5	23	1.39	-38.25
8	25	92	1.40	-34.42
9	37	25	1.57	-36.33
10	47	48	1.67	-33.07
11	49.5	68	1.69	-32.56
Total		514		

Tabla 2. Ecuaciones de TS para diferentes especies.

Table 2. TS equations for different species.

Ecuación (db)	b ₂₀ (db)	Especie	Autores
No aparece	-66.9	Abadejo (<i>Theragra chalcogramma</i>)	Foote <i>et al.</i> (1986)
No aparece	-66	Abadejo (<i>Theragra chalcogramma</i>)	Foote (1988)
No aparece	-66	Salmon (<i>Oncorhynchus nerka</i>)	Lida, Mukai e Ishii (1991)
TS= 53,7 log L -130,2	No aparece	Macarela (<i>Scomber scombrus</i>)	Foote (1980)
TS=10,9 log L -52,78	No aparece	Jurel (<i>Trachurus trachurus capensis</i>)	Barange y Hampton (1994)
No aparece	-71.7	Clupeidos	Foote (1991)
TS= 17,97 log L -61,32	-64.9	Biajaiba (<i>Lutjanus synagris</i>)	Hernández- Corujo <i>et al.</i> (1998)
TS= 24,76 log L - 72,97	-66.7	Rabirrubia (<i>Lutjanus chrysurus</i>)	Hernández- Corujo <i>et al.</i> (1998)
TS= 18,46 log L -63,07	-64.75	Biajaiba + Rabirrubia <i>Lutjanus synagris</i> + <i>L. chrysurus</i>	Hernández- Corujo <i>et al.</i> (1998)
TS= 21,9 log L -69,2	-66.38	Ronco amarillo (<i>Haemulon sciurus</i>)	Este trabajo
TS= 21,7 log L -69,2	-65.68	Pargo criollo (<i>Lutjanus analis</i>)	Este trabajo

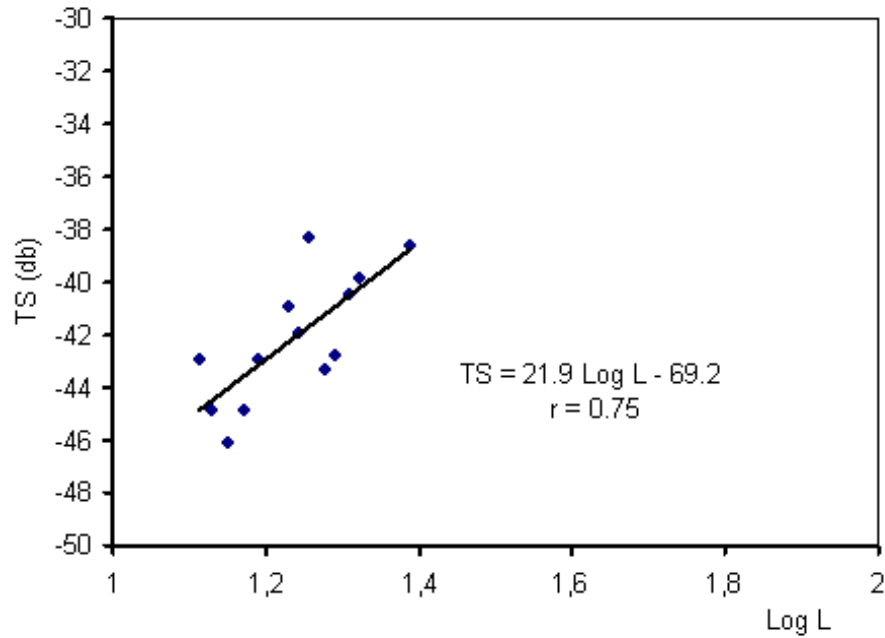


Figura 2. Ecuación TS-longitud para *Haemulon sciurus* (Shaw, 1803).
Figure 2. TS-length equation for **Haemulon sciurus** (Shaw, 1803).

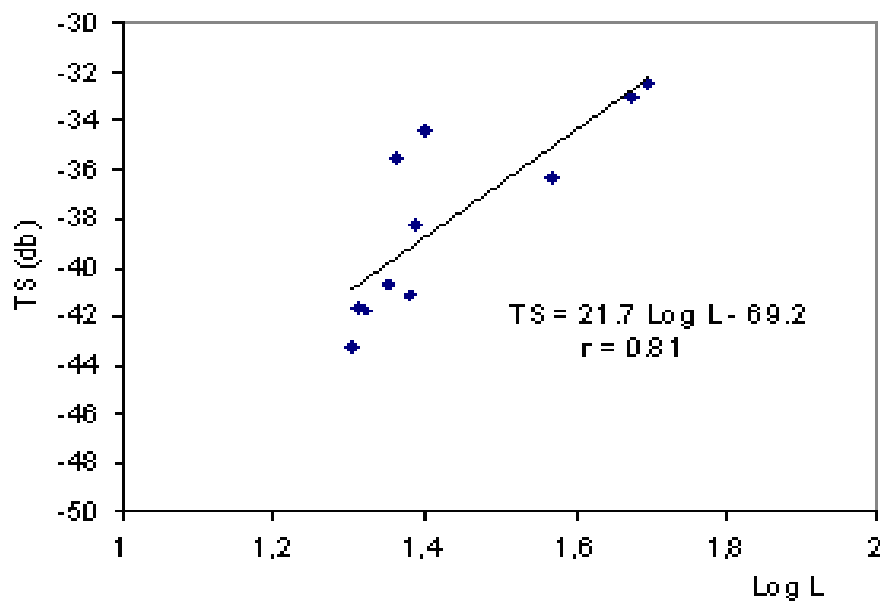


Figura 3. Ecuación TS-longitud para *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828).
Figure 3. TS-length equation for **Lutjanus analis** (Cuvier, 1828).

DISCUSIÓN

Para cada una de las especies se obtuvo una alta correlación entre las variables en estudio y un alto coeficiente de determinación R^2 , lo que indica que la variabilidad de los datos es explicada en un alto por ciento por el modelo planteado, por tanto las ecuaciones obtenidas resultan adecuadas para los fines que se persiguen en la investigación.

Las ecuaciones obtenidas se consideran probables dado que el valor de sus coeficientes m y b , así como las referencias a b_{20} , se encuentran dentro de los intervalos establecidos por otros autores para otras especies (Tab. 2). Estos coeficientes resultaron de la medición de TS a especies tanto pelágicas como demersales y deben continuarse los trabajos de medición a otras especies de la plataforma con el propósito de lograr una generalización de la ecuación para la plataforma cubana.

Muchos factores pueden modificar el valor de la TS en un momento dado, fundamentalmente el ángulo respecto al transductor (Love, 1971); Nakken y Olsen, 1977; Foote y Nakken, 1978; McLennan *et al.*, 1992 y otros), así como el estado de la vejiga natatoria que va a estar condicionado por la profundidad a la que se encuentre el pez (Foote, 1985; Do *et al.*, 1990 y otros), además del estadio gonadal del pez (Ona, 1990; McLennan *et al.*, 1992 y otros). Existen otras causas, pero la relación del tamaño del pez respecto a la distancia a la que se le realiza la medición y el ancho del haz acústico de emisión, provoca que los peces no puedan ser analizados como un punto dentro del haz como lo hace la acústica tradicional, sino que constituyen una serie de puntos que reflejan energía y algunos de ellos llegan a ocupar todo el diámetro del haz acústico (Linares, Hernández-Corujo y Caballero-Pinzón, 1999). Es necesario tener presente este tipo de situación cuando los peces se encuentran muy cerca del transductor alrededor de los 5 m de profundidad, por lo que los datos de TS de los peces mayores pueden estar afectados en mayor grado en estas mediciones que los obtenidos para peces más pequeños.

CONCLUSIONES

- La ecuación que define el valor de TS en dependencia de su longitud para el ronco amarillo (*Haemulon sciurus*) es: $TS(db) = 21.9 \log L(cm) - 69.2$ y $b_{20} = -66.38$
- La ecuación que define el valor de TS en dependencia de su longitud para el pargo criollo (*Lutjanus analis*) es: $TS(db) = 21.7 \log L(cm) - 69.2$ y $b_{20} = -65.68$



RECOMENDACIONES

- Continuar los trabajos de medición de la Fuerza del Blanco (TS) de otras especies para lograr una mejor aproximación de la ecuación generalizada TS-longitud en la plataforma cubana.
- Realizar trabajos que permitan conocer el grado de relación existente entre la longitud de los peces medidos por la ecosonda, con la distancia a que estos se encuentran del transductor del equipo y el ancho del haz acústico de emisión y encontrar un factor de corrección que tienda a minimizar el error cometido cuando los peces ocupan una parte importante del haz acústico de emisión.

AGRADECIMIENTOS

Se reconoce el apoyo brindado por parte del Instituto de Oceanología de la Habana por la colaboración en la ejecución de los trabajos de campo en Puerto Esperanza, provincia de Pinar del Río-Cuba y al personal administrativo de esa entidad por garantizar la ejecución del proyecto. Además agradecer a los investigadores y personal directivo del Centro de Investigaciones Pesqueras de La Habana por sus orientaciones y en la confección del proyecto, así como al Director del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar CetMar No 10 de Chetumal, Q. Roo Ignacio Camiochipe por su apoyo incondicional en la ejecución de las mediciones de TS en la Península de Yucatán-México. De imprescindible se considera la participación del investigador y Director de Acústica del IRD de Séte en Francia Francois Gerlotto por sus valiosas recomendaciones y su apoyo en la ejecución este trabajo, así como al investigador y Director de la Unidad de Servicios S004 del IRD de Brest en Francia Erwan Josse por su colaboración científica y aseguramiento financiero que permitió la participación de los especialistas en la ejecución de las mediciones de TS, así como a los demás miembros de la Red Acústica del Caribe que nos dieron su ayuda en la confección y revisión del trabajo.

REFERENCIAS

- Barange, M. y Hampton, I. 1994. Influence of trawling on *in situ* estimates of Cape horse Mackerel (*Trachurus trachurus capensis*) target strength. *ICES J. Mar. Sci.* 51: 121 - 126.
- Barange, M., Hampton, I. y Soule, M. 1996. Empirical determination of in situ target strength of three loosely-aggregated pelagic fish species. *ICES J. Mar. Sci.* 53: 225 - 232.
- Cervigón F., Cipriani, R., Fisher, W., Garibaldei, L., Hendrickx, M., Lemus, A. J., Márquez, R., Poutiers, J. M., Robaina, G. y Rodríguez, B. 1992. *Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América*. Roma, FAO. 513 pp.



- Claro, R., y García-Arteaga, J. P. 1994. Crecimiento. In R. Claro (ed.) *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Instituto de Oceanología y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México, 321 - 402.
- Degnbol, P., Lasen, H. y Staehr, K. J. 1985. In-situ determination of target-strength of herring and sprat at 38 and 120 khz. *Dana*, 5: 45 - 54.
- Degnbol, P. y Lewy, P. 1990. Interpretation of target-strength information from split beam data. *Rapp.Cons. Int Explor. Mer.*, 189: 274 - 282.
- Denbigh, P. N. y Smith, Q. 1987. Experiments with an acoustic technique for estimating fish number density not requiring fish target strength. Paper No. 28A. Int. Symp. Fisheries Acoustics, Seattle, WA.
- Do, M. A. y Surti, A. M. 1990. Estimation of dorsal aspect target strength of deep-water fish using a simple model of swimbladder backscattering. *J. Acoust. Soc. Am.*, 87: 1588 - 1596.
- Edwards, J. I. y Armstrong, F. 1983. Measurements of the target strength of live herring and mackerel. *FAO Fish. Rep.*, 300: 69 - 77.
- Ehrenberg, J. E. 1972. A method for extracting the fish target strength distribution from acoustic echoes. *Proc. IEEE Conf. Eng. Ocean. Environ.*
- Ehrenberg, J. E. 1979. A comparative analysis of in-situ methods for directly measuring the acoustic target strength of individual fish. IEEE. *J. Oceanics Engineering*. Vol. OE-4.
- Ehrenberg, J. E. 1983. A review of in-situ target strength estimation techniques. *FAO Fish. Rep.*, 300: 85 - 90.
- Foote, K. G. y Nakken, O. 1978. Dorsal aspect target-strength functions of six fishes at two ultrasonic frequencies. *Fisker. og Havet. Ser. B*, 1978 (3). 95 pp.
- Foote, K. G. 1979a. On representing the length dependence of acoustic target strength of fish. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 36.
- Foote, K. G. 1979b. Fish target strength-to-length regression for application on fisheries research. *Proceeding of Ultrasonic International*. 79: 327 - 333.
- Foote, K. G. 1980. Importance of the swimbladder in acoustic scattering by fish: A comparison of gadoid and mackerel target strength. *J. Acoust. Soc. Am.*, 67(6): 2084 - 2089.
- Foote, K. G. 1985. Rather-high-frequency sound scattered density for extinction. *J. Acoust. Soc. Am.*, 88: 1543 - 1546.
- Foote, K. G. 1988. Comparison of walleye pollock target strength estimates determined from *in situ* measurements and calculations based on swimbladder form. *J. Acoust. Soc. Am.*, 83 (1): 9 - 17.



- Foote, K. G. 1991. Summary of methods for determining fish target strength at ultrasonic frequencies. *ICES J. Mar. Sci.*, 48: 211 - 217.
- Foote, K. G., Aglen, A. y Nakken, O. 1986. Measurement of fish target strength with a split-beam echo sounder. *J. Acoust. Soc. Am.*, 80 (2): 612 - 621.
- Foote, K. G., Knudsen, H. P., Vestnes, G., McLennan, D. L. y Simmonds, E. J. 1987. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. *ICES Cooperative Research Report, International Council for the Exploration of the Sea*, No. 144. 69 pp.
- García-Cagide, A., Claro, R. y Koshelev, B. V. 1994. Reproducción. In R. Claro (ed.) *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Instituto de Oceanología y Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. 187 - 209.
- Gerlotto, F., Claro, R., Hernández-Corujo, C. y García-Arteaga, J. P. 1992. Una metodología para la evaluación de los recursos pesqueros por hidroacústica en aguas someras. *Sciencia Marina*, 56 (4): 309 - 319.
- Hernández-Corujo, C., Linares, E. O. y Barros, O. Z. 1998. Medición de la fuerza del blanco acústico de dos especies de la familia Lutjanidae: *Lutjanus synagris* y *Lutjanus chrysurus*. Fondo de Manuscritos ACC. 7 pp.
- Lida, K., Mukai, T. y Ishii, K. 1991. Application of a Dual Beam Echo Sounder to Measuring Fish Length. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57(4): 623 - 627.
- Linares, E. O., Gerlotto, F., Hdez-Corujo, C. y Caballero-Pinzón, P. I. 1999. Efectos a corta distancia en el significado de las mediciones de TS observadas en dos Lutjanus Tropicales (*Lutjanus synagris* y *L. chrysurus*). Dirección General de Educación en Ciencia y Tecnología del Mar, México, Oceanología 24.
- Love, R. H. 1971. Dorsal aspect target strength of an individual fish. *J. Acoust. Soc. Am.*, 49 (3): 816 - 823.
- MacLennan, D. N. y Simmonds, E. J. 1992. *Fisheries acoustics*. Chapman and Hall. 325 pp.
- MacLennan, D. N., Fernández, P. G. y Dalen, J. 2002. A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics. *ICES. Journal of Marine Science*, 59: 365 - 369.
- Midttun, L. y Hoff, I. 1962. Measurement of the reflection of sound by fish. *Fiskdir Skr. (Hauvanders.)*, 13: 1 - 18.
- Nakken, O. y Olsen, K. 1977. Target Strength neasurements of fish. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer*, 170: 52 - 69.
- Ona, E. 1990. Physiological factors causing natural variations in acoustic target strength of fish. *J. mar. biol. Ass. UK*, 70: 107 - 127.