



Prospección hidroacústica en zonas de desove de peces de la plataforma nororiental de Cuba. Caso: biajaiba (*Lutjanus synagris*, Linnaeus, 1758).

Hydroacoustic exploration in spawning fish areas in the northeastern shelf of Cuba. Case: Lane snapper (Lutjanus synagris, Linnaeus, 1758).

Abel Betanzos Vega*, Esteban O. Linares Pérez**, Heriberto Á. Martín*, Servando Valle*, Rafael Tizol Correa* & Jorge L. Hernández López**.

*Centro de Investigaciones Pesqueras, 5ta y 246, Santa Fé, Playa, La Habana, Cuba

**Instituto de Oceanología, Ave 1ra. No 18406 esq. 186, Rpto.Flores, Playa, La Habana, Cuba

(*) Autor Correspondiente. abetanzos@cip.alinet.cu

RESUMEN

Se realizaron muestreos hidroacústicos en zonas y periodo de concentración de desove de peces de la familia *Lutjanidae*. Las zonas de estudio se localizan al norte del canal de Boca de Sagua la Grande y de cayo Lanzanillo, región central de la plataforma nororiental de Cuba. Se utilizó una ecosonda multipropósito SIMRAD EK 15 con frecuencia de 200 kHz, y se realizó una prospección hidroacústica de la ictiofauna, a partir de mediciones de la fuerza del blanco (Target strength = TS) y con el objetivo de localizar y evaluar áreas de agregación de la biajaiba (*Lutjanus synagris*, Linnaeus, 1758). En áreas poco profundas (<15m) de ambas zonas prospectadas, se estimó una densidad de peces < 1 ind./m², la que se incrementó a medida que aumentó la profundidad. En la zona oceánica adyacente al talud, a una profundidad entre 20 y 50 m, al norte de Boca de Sagua, se detectó una agregación de desove de biajaiba. Según los valores de la TS y su relación con el largo horquilla (LH), se calculó una talla media de 19.7±3.4 cm LH, estimándose una densidad media de 5 ind./m² y densidad en peso de 0.6 kg/m².

ABSTRACT

Hydroacoustic samplings were conducted in known areas and period of spawning concentration of species of *Lutjanidae* family. The study areas are located north of Boca de Sagua la Grande channel and Cayo Lanzanillo, in the central region of Cuban northeastern insular shelf. A multipurpose SIMRAD EK 15 echo sounder was used, with frequency of 200 kHz, and hydroacoustic sampling of fish fauna was carried out in order to identify and assess aggregation areas of Lane snapper (*Lutjanus synagris*, Linnaeus, 1758), based on target strength (TS) measurements. In shallow areas (<15 m) at both evaluated sites, a fish density <1 ind./m² was estimated, increasing with depth. In the ocean area adjacent to the slope north of Boca de Sagua, between 20 and 50 m deep, a Lane snapper spawning aggregation was detected. According to TS values and its relation to fork length, an average size of 19.7 ± 3.4 cm FL was calculated, estimating a mean density of 5 ind./m² and a density in weight of 0.6 kg/m².

Palabras clave: Hidroacústica, agregación, biajaiba, densidad

Keywords: Hydroacoustics, aggregation, Lane snapper, density

INTRODUCCIÓN

El uso de la acústica para la evaluación de recursos ícticos, es menos compleja cuando se trata de cardúmenes pelágicos de una sola especie, y sobre todo cuando se combinan *in situ* los datos de la captura con las diferentes intensidades de respuesta de la fuerza del blanco (TS) y del coeficiente volumétrico de dispersión (Sv) (Simmonds & MacLennan, 2005; Korneliussen, 2010). Sin embargo, en los mares tropicales, con mayor diversidad de especies de peces compartiendo los mismos hábitats, se complejiza la identificación acústica de especies y la

ecoevaluación de sus poblaciones (Hernández-Corujo *et al.*, 1988). Los principales resultados bioacústicos obtenidos en aguas de la plataforma de Cuba, estuvieron precedidos de un arduo trabajo de monitoreo que combinó las diferentes respuestas acústicas de la fuerza del blanco (TS) con mediciones biométricas de longitud total (LT) y longitud horquilla (LH), según especies de peces comerciales (Hernández-Corujo *et al.*, 1988; Gerlotto *et al.*, 1992; Linares *et al.*, 2009); esto permitió obtener ecuaciones de regresión TS-longitud, fundamentalmente en especies de las familias Lutjanidae y Haemulidae.

En los mares cubanos, las mayores concentraciones de peces de la familia Lutjanidae ocurren fundamentalmente en épocas de reproducción y desove, principalmente de abril a julio y en fase de Luna llena (Baisre, 2004; Claro & Lindeman, 2003). Algunas de las zonas de mayor importancia para la agregación de desove de las especies de esta familia, se ubican en la plataforma nororiental, en aguas oceánicas cercanas al talud y al norte del cordón de cayos que conforman el Archipiélago de Sabana-Camagüey. Como zonas principales, se reconocen: El Freo al norte de Boca de Sagua la Grande, las zonas al norte de cayo Lanzanillo, cayo Francés, cayo Santa María, y norte de los cayos de los Caimanes (Obregón *et al.*, 1988; Claro & Lindeman, 2003; Quirós, 2006).

Las zonas oceánicas cercanas al talud de Boca de Sagua la Grande y cayo Lanzanillo, son reconocidas como zonas de agregación de desove de la biajaiba (Lane snapper), de la rabirrubia o Yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*, Bloch, 1791), y en menor magnitud del caballrote o Gray snapper (*Lutjanus griseus*, Linnaeus, 1758), entre otras especies de interés comercial que representan un porcentaje importante en la captura de peces en la región, (Baisre, 2004; Claro, *et al.*, 2004; Claro & Lindeman, 2008). En el caso de la biajaiba, principal especie objeto de estudio, su vida transcurre en la plataforma; al acercarse la época de reproducción migra hacia el veril donde ocurre el desove. (Claro, 1982; Paris *et al.*, 2005).

Se realizó una prospección hidroacústica en dos zonas y en etapas reconocidas de agregación de desove de la biajaiba, al norte de Boca de Sagua la Grande y de cayo Lanzanillo, con dos objetivos principales: (1) determinar la potencialidad de la ecosonda EK 15 en la detección de peces y agregaciones de desove, y (2) identificar y geo-referenciar zonas de agregación de desove de la biajaiba, y a partir de la relación TS - longitud horquilla estimar su densidad numérica y en peso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Las áreas estudiadas se localizan en la plataforma nororiental de Cuba, al norte de la provincia de Villa Clara (Fig. 1 y 2). La zona conocida como El Freo se localiza al noroeste de la bahía de Sagua la Grande, desde el canal de Boca de Sagua hasta el borde del talud (Fig. 2a), con posición geográfica de 23°04.706'N - 080°06.410'W al centro del área prospectada. La otra zona se localiza al noreste de la bahía de Sagua la Grande, desde el canal de Boca Chica hasta el norte de cayo Lanzanillo (Fig. 2b), con punto centro de posición geográfica 22°57.142'N - 079°48.452'W.

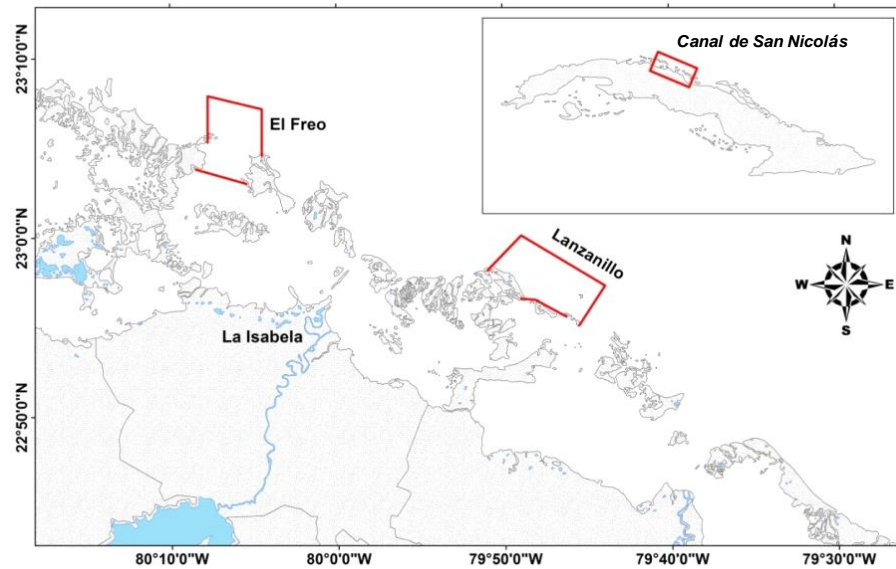


Figura 1. Zonas de monitoreo hidroacústico, El Freo y Lanzanillo, al norte de la provincia de Villa Clara.

Figure 1. Areas of hydroacoustic monitoring, EL Freo and Lanzanillo, north of Villa Clara province.

En la zona del canal de Boca de Sagua la Grande hasta el talud se ubicaron 10 estaciones (Fig. 2a), realizándose 9 transectos acústicos en profundidades que fluctuaron entre 1.8 y 100 m. La zona del talud de Boca de Sagua la Grande conocida como El Freo, y donde tradicionalmente se efectúa el desove de la biajaiba, muestra una extensión de $\approx 1 \text{ km}^2$. En el área de Lanzanillo no se pudo realizar prospecciones en la zona oceánica adyacente por malas condiciones climáticas, pero se realizaron 12 transectos acústicos a partir de 13 estaciones (Fig. 2b) ubicadas en función del criterio de los pescadores, de que en la zona somera al norte de cayo Lanzanillo, con profundidad entre 2 y 10 m, se van produciendo concentraciones de biajaiba antes de agregarse en el talud para realizar el desove. Lo que también ha sido expresado por Claro & Lindeman (2008), como característica de las agregaciones de desove de esta especie.

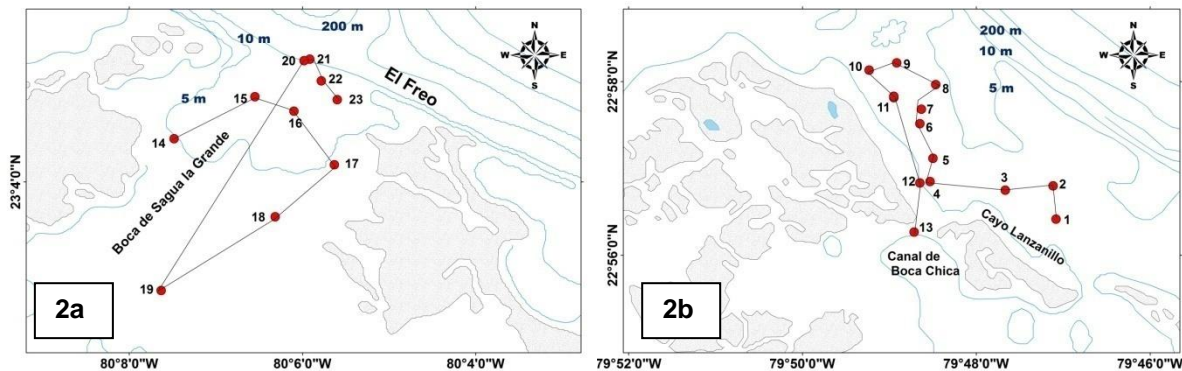


Figura 2. Rutas y transectos de exploración acústica, canal de Boca de Sagua la Grande (2a) y norte de cayo Lanzanillo (2b).

Figure 2. Routes and transects of acoustic exploration, Boca de Sagua la Grande channel (2a) and north of Cayo Lanzanillo (2b).

Los muestreos acústicos se efectuaron entre el 22 y el 24 de junio de 2013, con máximo de Luna llena el 23 de junio; etapa seleccionada por ser coincidente con uno de los periodos de desove de la biajaiba (Claro, 1982; Claro & Lindeman, 2008). Los muestreos se realizaron en una embarcación de 9 m de eslora y 0.80 m de calado. Para los registros acústicos se utilizó una ecosonda científica multipropósito EK 15 de la Simrad, con transductor de haz simple (*single-beam*), frecuencia de 200 kHz y ángulo de emisión de 31°; la misma fue acoplada a una laptop Getac V200 con GPS integrado y con el programa operativo EK 15 para interpretación y grabación de los registros acústicos. Para el escrutinio general, filtrado y procesamiento de los datos acústicos se utilizó un DEMO del programa Echoview® (Myriax, Australia) en su versión 4. La EK 15 es una ecosonda que ha tenido mayor uso en estudios aplicados a la acuicultura, principalmente relacionados con el cultivo de peces en jaulas flotantes.

Para el proceso de calibración de la ecosonda se siguió las recomendaciones del fabricante y se tuvo en cuenta los criterios del Cooperative Research Report No. 144 (Foote *et al.*, 1987). El transductor se colocó en un soporte externo a una profundidad de 1.00 m y se fondeó la embarcación en una zona somera de aguas tranquilas con profundidad de 7 m. Se utilizó una esfera de cobre de 13.7 mm de diámetro, con un valor de fuerza del blanco o target strength (TS) conocido de -45 dB re.1m², recomendada por el fabricante. La esfera se colocó a diferentes profundidades por debajo del transductor y se ajustó la cadencia del pulso; se obtuvo la TS y la eointegración (S_A) proveniente del blanco estándar (esfera), ajustando el valor (dB) del blanco medido al valor de referencia. Para las mediciones acústicas de peces se utilizó una longitud de pulso de 0.32 ms y la cadencia o repetición del pulso en máximo. Se registró la temperatura y salinidad de la columna de agua con una sonda multiparamétrica HANNA HI9828, estimándose la densidad del agua y calculando la velocidad del sonido; la información ambiental obtenida fue ingresada al sistema operativo y al de procesamiento.

Durante el muestro, la velocidad de la embarcación se mantuvo entre 0.5 y 2.0 nudos, y en los transeptos acústicos correspondiente a profundidades <15 m se realizó observación visual por buceo para la identificación de especies, mediante dos buzos remolcados por la popa de la embarcación. Cuando la respuesta acústica de un pez mostró una distribución de diferentes valores de TS, se seleccionó la TS máxima como valor representativo (Korneliussen & Ona, 2012).

La información acústica permitió obtener un valor de densidad numérica promedio, expresado en energía retrodispersada dentro de los límites de integración del intervalo de muestreo, y referida en este trabajo en m² (Johanennesson & Mitson, 1983; Simmonds & MacLennan, 2005). Para obtener la densidad en número de individuos, según criterios de Korneliussen & Ona (2012), se tuvo en cuenta para cada transepto:

- La posición geográfica de inicio y final, para obtener la distancia recorrida (*Box length*), en metros (m).
- La profundidad (m) media o predominante del fondo (*mean depth of the bottom*).
- El número de peces contados según TS reconocidos (*Number of counts*)
- La cobertura media del haz (*Mean beam coverage at x m*)
- El área barrida en m², tomándose en cuenta el diámetro de cobertura del haz (m), según profundidad del blanco y el ángulo (31°) de emisión (EK 15 *beam width* = 31 deg. *coverage width*). Para ello se utilizó la fórmula =TAN(15.5*3.14/180)*cobertura del haz*2, cuyo valor multiplicado por la distancia (m) recorrida, indica el área barrida (*area coverage measured*).

- De acuerdo al área barrida promedio por transecto y a la cantidad de peces registrados (TS) en los ecogramas, fue estimada la densidad de peces.

Con el valor de la densidad numérica de peces (ind./m²) estimada por transecto, se confeccionaron mapas de distribución horizontal aplicándose un método de interpolación tipo Kriging con el programa SURFER Versión 10.1.561.

La densidad en peso (Kg/m²), se calculó únicamente para el transecto No. 19, donde se localizó la mayor concentración de peces detectada por acústica, definida como una agregación de biajaiba. De este transecto se seleccionó una región de 100 m de longitud y desde los 20 a 30 m de profundidad, cuyos datos de intensidad acústica (TS) fueron filtrados según intervalos correspondiente con los de la ecuación TS vs LH para la biajaiba: TS(dB)=17.97 log L -61.32 (Hernández-Corujo *et al.*, 1998); utilizándose como cota mínima del intervalo para el filtrado un valor de TS de -40.00 dB, correspondiente a una talla de 14.5 cm LH, teniéndose en cuenta una talla mínima de 15.0 cm LH de madurez sexual (Rubio *et al.*, 1985; Claro & Lindeman, 2008), equivalente a una TS = -40.19 dB. Se calculó la talla media (LH) de la agregación y se estimó un peso (g) promedio, derivado de la relación largo/peso obtenida para la biajaiba por Claro & García-Arteaga (1994).

RESULTADOS

Ambas zonas muestreadas presentaron características topográficas y oceanográficas similares; canales entre cayos que facilitan el intercambio de aguas entre la zona somera de los cuerpos de aguas costeros con el mar adyacente (e.j. canal de San Nicolás). La zona norte de los cayos presentó una pendiente suave hasta el borde del talud (20 m) en que se vuelve más abrupta. Ambas regiones muestran algunos salientes de las isobatas (de 10 a 200 m), formando “escalones” de diferente profundidad; estos salientes en forma de lengüeta son conocidos como “puntalones” y reconocidos por los pescadores como áreas de importancia para la pesca en épocas de corrida o migración. La temperatura del agua en las zonas de menor profundidad (< 5 m), fluctuó entre los 29.9 y 30.1 °C, sin presentar gradientes verticales. Las aguas oceánicas adyacentes al talud, mostraron una menor temperatura (media de 29.5 °C en superficie y 28.8 °C en 20 m). La salinidad presentó sus máximos (36.9 a 37.2 ups) en las aguas interiores < 10 m; disminuyendo a medida que se incrementó la distancia a la costa, con valor mínimo de 36.5 ups en la zona exterior oceánica.

En la zona de Lanzanillo, las primeras 5 especies del recuadro (Tabla 1), se visualizaron en áreas de pastos marinos (fanerógamas), y el resto en las zonas areno-rocosas asociadas a arrecifes de coral. En la zona de Boca de Sagua, las primeras 4 especies (Tabla 2), se presenciaron en la zona de pastos y el resto en las zonas areno-rocosas, a una profundidad superior a los 10 m, hacia la pendiente arrecifal.

Tabla 1. Especies de peces observadas mediante buceo en la zona de prospección acústica de Lanzanillo.

Table 1. Fish species observed by diving in Lanzanillo acoustic exploration study area.

Nombre común	especie
Caballerote (Gray snapper)	<i>Lutjanus griseus</i>
Mojarra (Yellowfin mojarra)	<i>Gerres cinereus</i>
Ronco amarillo (French grunt)	<i>Haemulon sciurus</i>
Jeniguano (Tomtate grunt)	<i>Haemulon aurolineatum</i>
Picúa (Great barracuda)	<i>Sphyrna barracuda</i>

Nombre común	especie
Doncella payaso	<i>Halichoeres maculipinna</i>
Barbero (Doctor fish)	<i>Acanthurus chirurgus</i>
Parche ocelado	<i>Chaetodon capistratus</i>
Parche rayado	<i>Chaetodon striatus</i>

Tabla 2. Especies de peces observadas mediante buceo en la zona de prospección acústica de Boca de Sagua la Grande (El Freo).

Table 2. Fish species observed by diving in Boca de Sagua la Grande (El Freo) acoustic exploration study area.

Nombre común	especie
Ronco arará (White grunt)	<i>Haemulon plumieri</i>
Ronco amarillo (French grunt)	<i>Haemulon sciurus</i>
Pez cochino (Queentrigger fish)	<i>Balistes vetula</i>
Doncella rayada	<i>Halichoeres bivittatus</i>
Cibí carbonero (Bar jack)	<i>Caranx ruber</i>
Cibí amarillo (Yellow jack)	<i>Caranx bartholomaei</i>
Pintada (Cero)	<i>Scomberomorus regalis</i>
Biajaiba (Lane snapper)	<i>Lutjanus synagris</i>

El 44% de las especies observadas en la zona de Lanzanillo correspondió a especies comerciales (Tabla 1); mientras que en Boca de Sagua alcanzó el 87.5% (Tabla 2). Las especies comerciales que mostraron mayor presencia en las aguas poco profundas (< 5 m), fueron el ronco amarillo y la mojarra; entre los 10 y 20 m de profundidad, los jureles de la familia *Carangidae* (Fig. 3); y en el talud, desde los 20 m a más de 50 m, una agregación identificada como de biajaiba. Los valores de la TS (dB) registrados, se incrementaron a media que aumentó la profundidad (Tabla 3), lo que fue coincidente con el tamaño de los peces observados por buceo.

Tabla 3. Intervalos de fuerza del blanco (TS) correspondiente a las especies de peces registradas con la ecosonda EK 15

Table 3. Target strength (TS) intervals corresponding to fish species registered with EK 15 echosounder

Zona de cayo Lanzanillo		Zona de Boca de Sagua	
Profundidad	Intervalos de TS (dB)	Profundidad	Intervalos de TS (dB)
≤ 5 m	- 38.2 a - 55.5	≤ 5 m	- 40.2 a - 52.7
5.1 -10 m	-37.4 a - 48.2	5.1 -10 m	- 36.5 a - 45.3
> 10 m	No registros	> 10 m	- 29.8 a - 47.1

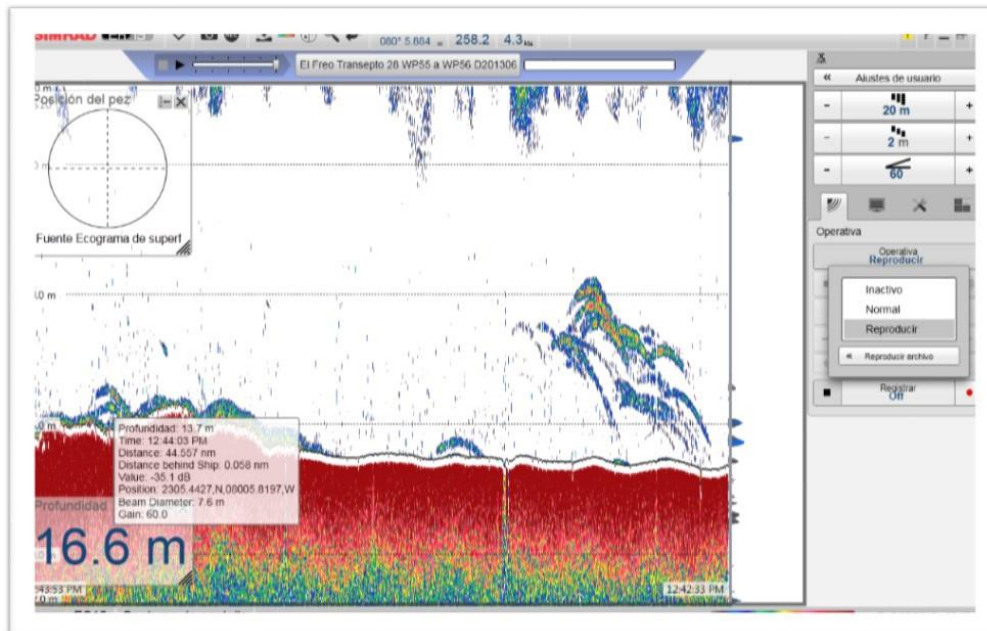


Figura 3. Ecograma resultante del sistema operativo EK 15 cardumen de *Caranx bartholomaei*, confirmado por buceo, con una TS de entre -31.8 y -37.5 dB.

Figure 3. Echogram resulting from EK 15 operating system. Fish school of *Caranx bartholomaei*, confirmed by diving, with TS between -31.8 and -37.5 dB.

El transecto No. 19, donde se localizó la mayor concentración de peces, presentó una distancia de 195 m lineales, desde la estación 20 (23°05.394'N - 080°05.871'W), al borde del talud y con 20 m de profundidad, hasta la estación 21 (23°05.486'N - 080°05.804'W) con 70 m de profundidad; el área barrida fue de 2156 m². Del ecograma obtenido en la región seleccionada de 100 m de longitud, y desde los 20 a los 30 m de profundidad (1000 m²), se obtuvo un gráfico de frecuencia (%) cuya distribución (Fig.4) de valores de la TS (dB), indicó una concentración de peces de diferentes tallas. Los registros fueron filtrados (Fig. 5), a un intervalo de TS coincidente con el obtenido a partir de la ecuación conseguida para la biajaiba (TS = 17.97log LH – 61.32), encontrándose valores desde los -39.93 dB (correspondiente a una talla de 15.5 cm LH), hasta valores máximos de la TS de -31.5 dB, equivalente a 45.5 cm LH. El gráfico de frecuencia (%) obtenido después del filtrado (Fig. 5), mostró un mayor porcentaje (87%) de la TS entre -39.93 y -37.0 dB, que según relación TS vs LH serían equivalentes a tallas de entre 15.5 y 22 cm LH.

De forma general y para ambas regiones muestreadas, el valor mínimo de la TS que se pudo relacionar con un pez fue de -55.5 dB y el máximo de -29.8 dB. La región de 1000 m² seleccionada del transecto No. 19 (Fig. 5), y cuyos valores de TS fueron filtrados según relación TS vs LH para la biajaiba, mostró una TS promedio de -38.02 dB (n=10791), equivalente a una talla media de 19.7±3.4 cm LH. El peso medio estimado por biajaiba según relación largo/peso utilizada fue de 120 g, que en función de una densidad de 5 ind. /m² resultó en una densidad en peso de 0.6 kg/m².

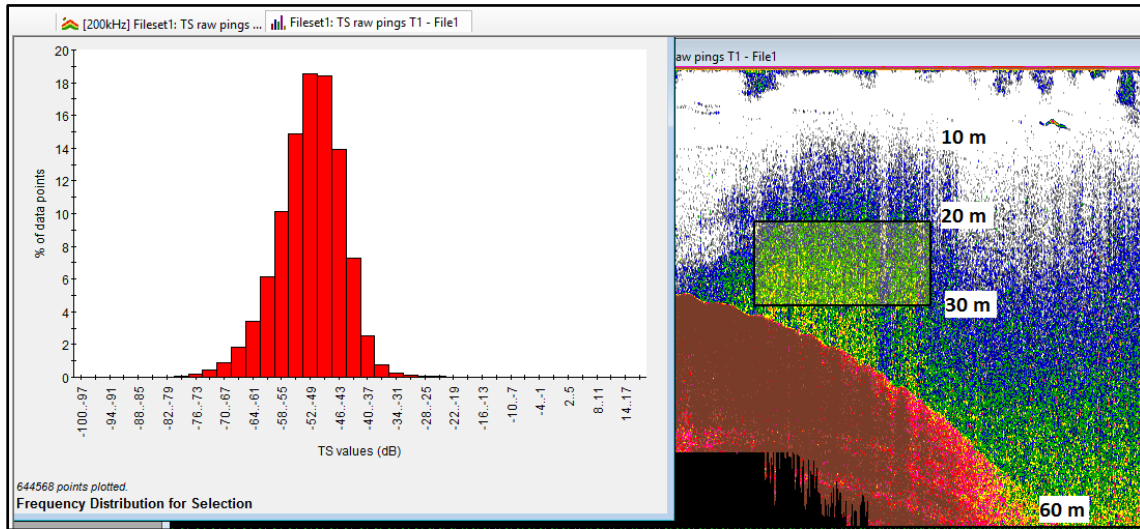


Figura 4. Resultado acústico del transecto No. 19, en el borde del talud. El gráfico de distribución de frecuencia (%) muestra la TS registrada en la región enmarcada, cuyos valores máximos permitieron asumir una agregación de desove de biajaiba. Programa Echoview®

Figure 4. Acoustic result of transect No. 19, on the slope edge. The frequency distribution graph (%) shows the TS recorded in the framed region, whose maximum values allowed to assume a Lane snapper spawning aggregation. Echoview® software

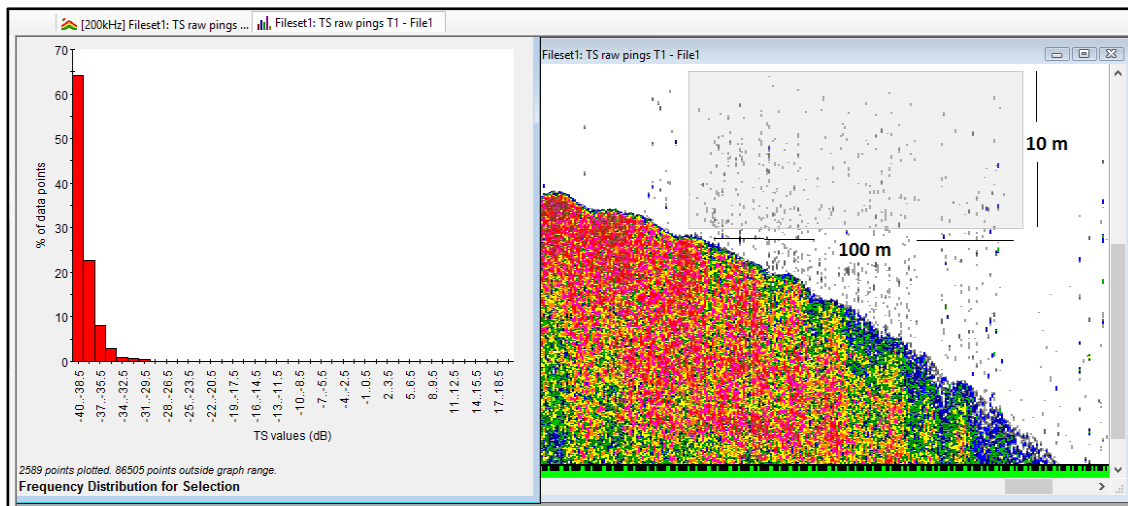


Figura 5. Se muestra el mismo resultado de la figura 4, después de filtrados los registros según valores de la TS derivados de la relación TS vs. LH para la biajaiba. Programa Echoview®.

Figure 5. Same result of Figure 4, after filtering records according to TS values derived from FL vs. TS relationship for Lane snapper. Echoview® software.

La distribución horizontal de la densidad de peces en la zona de Boca de Sagua se incrementó hacia el norte (El Freo) donde se ubican las zonas más profundas (Fig. 6a), la densidad media estimada fue de 0.512 ind./m², con mínimo de 0.002 ind./m² al centro del canal de Boca de Sagua; la mayor densidad (5 ind./m²), se encontró en el transepto No. 19, correspondiente al borde del talud, donde se detectó la agregación de biajaiba. Para la zona de Lanzanillo (Fig. 6b), la densidad promedio fue de 0.032 ind./m², con máximo (0.17 ind./m²) en el canal de Boca Chica.

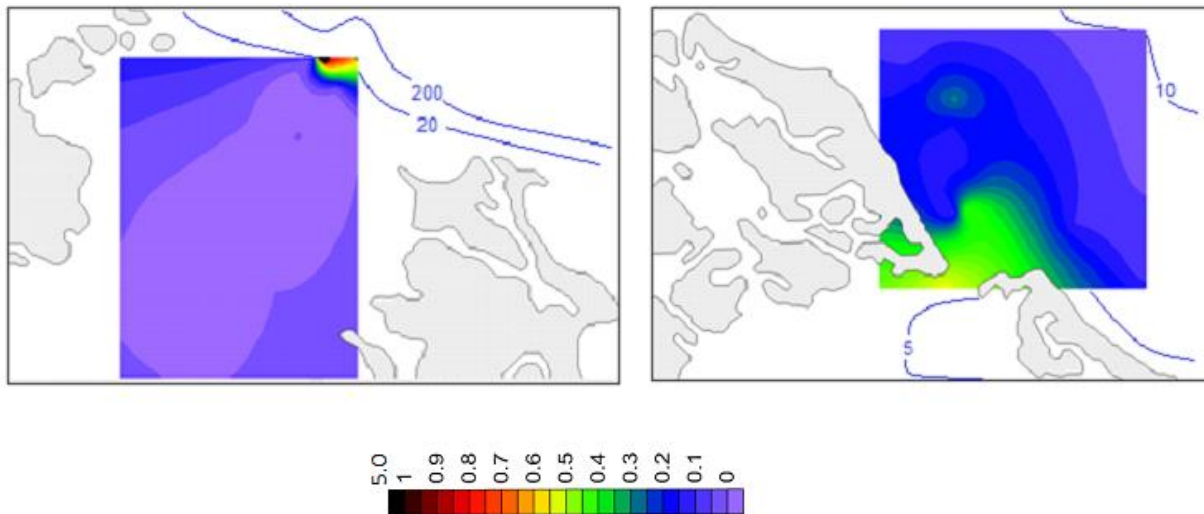


Figura 6. Distribución espacial de la densidad de peces (ind/m²), Boca de Sagua la Grande (6a) y al norte de cayo Lanzanillo (6b).

Figure 6. Spatial distribution of fish density (ind/m²). Boca de Sagua la Grande channel (6a) and north of Cayo Lanzanillo (6b).

DISCUSIÓN

Según resultado de la prospección hidroacústica de la ictiofauna, combinada con la observación visual por buceo, se pudo identificar como especies comerciales predominantes en las zonas bajas (2 a 5 m), el ronco amarillo (*H. sciurus*) y la mojarra (*G. cinereus*), especies de poco valor comercial; según aumentó la profundidad (10 a 20 m), se registró una mayor presencia de jureles (*C. rubery* y *C. bartholomaei*); la mayor concentración de peces, identificada como biajaiba, fue detectada al atardecer en un transepto (No. 19) realizado en la zona conocida como El Freo, en profundidades entre los 20 y 50 m; no se detectaron agregaciones de biajaiba en las zonas menores de 10 m. Generalmente estas agregaciones sobre la plataforma ocurren una semana antes del plenilunio; para la fecha de muestreo la biajaiba debía estar iniciando el desove (Paris *et al.*, 2005; Claro & Lindeman, 2008).

Los intervalos de TS correspondientes al cardumen identificado como de biajaiba y concentrado en el talud de la zona de El Freo, describieron una estructura de tallas con 87% de los ejemplares entre 15.5 y 22 cm LH, y un 13% con tallas estimadas según relación TS vs LH de 23 a 45 cm LH; la talla media estimada de 19.7±3.4 cm LH, es superior a la descrita para la región suroccidental de Cuba de 18.5 cm LH en el 2000 a partir de datos de captura (Valle-Gómez, 2003), e inferior a la del SE de la Florida con más de 80% de la talla de captura entre 22.0 y 32.0 cm LH (Acosta & Dixon, 2004). La talla media de madurez sexual reportada para

Cuba es de 19 y 18 cm LH, para hembras y machos, respectivamente (Claro, 1982). Por lo que podemos asumir que el mayor porcentaje de biajaiba en desove, durante el periodo muestreado, era de talla mediana a pequeña, y según relaciones largo/edad (Rubio et al., 1985, Claro & Lindeman, 2008), corresponden a ejemplares menores de 2 años.

Teniendo en cuenta la densidad en número (5 ind./m²) y la densidad en peso (0.6 kg/m²), para el transecto 19 realizado en un tramo del borde del talud de la región de El Freo, se determinó una biomasa en desove de 1.3 TM, para ese transecto y para el momento de muestreo. Si asumimos que se produjeron agregaciones similares para toda el área de El Freo ($\approx 1 \text{ km}^2$), reconocida como zona de agregación de desove, se calcula una abundancia de 5 005 120 individuos, que en relación con la talla y peso estimados permite asumir una biomasa total en desove de 600 TM.

A pesar de determinados niveles de incertidumbre en la identificación de peces, según registros de la fuerza del blanco (TS), debido a que muchas especies de peces de la misma familia o no, comparten los mismos hábitats y muestran respuestas acústicas similares (Linares et al., 2009), la hidroacústica puede funcionar como una herramienta adicional en la evaluación de las poblaciones de peces tropicales (Hernández-Corujo et al., 1988; Gerlotto et al., 1992); siendo más efectivo su uso en momentos de concentración de peces para reproducción y desove (Korneliussen & Ona, 2012). Con relación a las potencialidades de la ecosonda SIMRAD EK 15, según el fabricante las emisiones pueden alcanzar los 200 m de profundidad, y aunque se detectaron registros acústicos potencialmente de peces en profundidades > 70 m, los ecogramas mostraron “ruido” acústico a partir de los 50 m, impidiendo procesar la información correspondiente a profundidades mayores. Las causas pueden estar relacionadas con la obstrucción de la señal acústica por lo compacta de la agregación de peces encontrada, o debido a limitaciones técnicas del equipo, tales como el transductor de haz simple (*single-beam*), frecuencia y ángulo de emisión (31°), o a la potencia del ecosonda EK 15.

CONCLUSIONES

El uso combinado del buceo con la hidroacústica permitió identificar especies de peces y determinar, según respuestas acústicas (TS) correspondientes, la densidad de peces por transecto y trazar su distribución horizontal; determinándose una densidad media de 0.5 ind. /m² para la zona de Boca de Sagua y de 0.2 ind. /m² para la zona de Lanzanillo.

En la zona oceánica adyacente al talud, entre los 23°05.394'N - 080°05.871'W y 23°05.486'N - 080°05.804'W (195 m lineales), se detectó una concentración de peces identificada como biajaiba, con densidad media de 5 ind. /m² equivalente a una densidad en peso de 0.6 kg/m²; estimándose una biomasa en desove de 1.3 TM para el transecto evaluado.

Se confirmó que la ecosonda EK 15 de la Simrad, es apta para obtener datos valiosos sobre recursos ícticos en la plataforma cubana hasta profundidades de unos 50 m.

RECOMENDACIONES

Para comparaciones temporales y obtener conclusiones sobre la evolución de la abundancia de las especies de peces que conforman las agregaciones de desove, es imprescindible establecer un programa de monitoreo acústico, preferiblemente con ecosondas de multifrecuencia y transductor digital de haz partido (*split-beam*), que implique mediciones simultáneas de registros acústicos y biometría según especies y tallas diferentes. El monitoreo



debe quedar establecido en función de las especies de interés, según épocas y zonas de desove.

AGRADECIMIENTOS

A las compañías SIMRAD y MAREC de Noruega, en especial a Tonny Algrøy, por su apoyo en la obtención de la ecosonda SIMRAD EK 15; a Erlend Moksness, coordinador del proyecto de colaboración Noruega – Cuba COLLABORATE, por el apoyo financiero para la obtención del equipamiento colateral para los estudios hidroacústicos y capacitación en el tema; y a los especialistas en acústica Egil Ona y Rolf J. Korneliussen, del Instituto de Investigaciones Marinas (IMR) de Noruega, por la capacitación y asesoría.

REFERENCIAS

- Acosta, A. & Dixon, P. (2003). Age, growth and reproduction of the lane snapper (*Lutjanus synagris*) in the Florida Keys, Florida. Poster presented at the 56th Gulf and Caribbean Fisheries Institute. Tortola, B.V.I. November 2003.
- Baisre, J. A. (2004). *La pesca marítima en Cuba*. La Habana, Cuba: Ed. Científico-Técnica. 372 pp
- Claro, R. (1981). Ecología y ciclo de vida de la biajaiba, *Lutjanus synagris* (Linnaeus) en la plataforma cubana. II. Biología pesquera. Inf. Cienc.-Téc. Acad. Cienc. Cuba. 177: 1-53 pp.
- Claro, R. (1982). Ecología y ciclo de vida de la biajaiba, *Lutjanus synagris* (Linnaeus), en la plataforma cubana. IV. Reproducción. Rep. Invest. Inst. Oceanol. Acad. Cienc. Cuba, 5:1-37.
- Claro, R. & García-Arteaga J.P. (1994). Crecimiento. En: *Ecología de los peces marinos de Cuba* (R. Claro ed.), pp. 321-402, Centro de investigaciones de Quintana Roo (CIQRO), e Instituto de Oceanología, Academia de Ciencias de Cuba, México D.C., 525 p.
- Claro, R. & Lindeman, K.C. (2003). Spawning aggregation sites of snapper and grouper species (Lutjanidae and Serranidae) on the insular shelf of Cuba. *Gulf and Caribbean Research* 14: 91-106.
- Claro, R. & Lindeman, K.C. (2008). *Biología y manejo de los pargos (Lutjanidae) en el Atlántico occidental*. Instituto de Oceanología, CITMA, La Habana, Cuba, 472 pp, en CD-ROM, ISBN978-959-298-011-2. En línea: <http://www.redciencia.cu/cdoceano>.
- Foot, K. G., Knudsen, H. P., Vestnes, G., ManLenan, D. N. & Simmonds, E.J. (1987). Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide. *Cooperative Research Report*, No. 144. 69 pp.
- Gerlotto, F., Claro, R., Hernández-Corujo, C. & García-Arteaga, J. P. (1992). Una metodología para la evaluación de los recursos pesqueros por hidroacústica en aguas someras. *Science Marina*, 56 (4): 309 - 319.
- Hernández-Corujo, C., Linares, E. O. & Barros, O. Z. (1998). Medición de la Fuerza del Blanco de dos especies de la familia Lutjanidae: *Lutjanus synagris* y *Lutjanus crysurus*. Fondo de Manuscritos ACC. 8 pp.
- Johanennesson, H.A. & Mitson, R. B. (1983). *Fisheries acoustics: A practical manual for aquatic biomass estimation*. FAO Technical Paper No 240. 249pp.



- Korneliussen, R. J. (2010). The acoustic identification of Atlantic mackerel. *ICES Journal of Marine Science*. 10pp. Downloaded from <http://icesjms.oxfordjournals.org> at Institute of Marine Research on June 8, 2013
- Korneliussen, R. J. & Ona, E. (2012). Course by Simrad & MAREC in operation of the EK 60 Echo sounder, echogram interpretation, basic hydroacoustic theory, calibration, survey theory and advanced data processing in LSSS (Large Scale Survey System). Talcahuano, Chile, 1 – 6, October 2012
- Linares, E. O., Caballero, P. I., Guillard, J., Sierra, L. & Hernández, J. L. (2009). 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*). *Serie Oceanológica*, No. 5: 99 - 110.
- Obregón, M.H., Pozo, E. & Valle, S. (1988). Las pesquerías de biajaiba (*Lutjanus synagris*) en la plataforma nororiental de Cuba. *Inf. Archivo del Cent. Invest. Pesq., MIP, La Habana*, 10 p.
- Paris, C., Cowen, R. K., Claro, R. & Lindeman, K.C. (2005). Larval transport pathways from Cuban snapper (Lutjanidae) spawning aggregations based on biophysical modeling. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 296:93-106
- Quirós, A. (2006). Bases gnoseológicas del uso sostenible de los recursos marino-costeros de Villa Clara. CESAM-CITMA Villa Clara. 73 pp. Disponible en <http://www.forumcyt.cu/UserFiles/forum/Textos/0500487.pdf>
- Rubio, R., Salahange, P. & Betancourt, M. (1985). Relaciones de la edad con el largo, el peso y la fecundidad de la biajaiba (*Lutjanus synagris*) de la plataforma suroccidental de Cuba. *Rev. Cub. Invest. Pesq.* 10 (3-4):78-90.
- Simmonds, J. & MacLennan, D. (2005). *Fisheries acoustic*. Chapman & Hall, London: 475 pp.
- Valle-Gómez, S.V. (2003). Diagnóstico del estado actual del stock de biajaiba (*Lutjanus synagris*, Linnaeus, 1758) en el Golfo de Batabanó, región SW de Cuba. Resúmenes, VI Congreso de Ciencias del Mar, Habana, Cuba, p. 148.