



CRECIMIENTO, REPRODUCCIÓN Y HÁBITOS ALIMENTARIOS DE *Stellifer melanocheir* (Sciaenidae) EN EL GOLFO DE TORTUGAS, PACÍFICO COLOMBIANO

Growth, reproduction and food habits of *Stellifer melanocheir* (Sciaenidae) in Golfo de Tortugas, Colombian Pacific

Felipe MURIEL-HOYOS^{1*}, Andrés Felipe CARMONA-GUERRA¹¹Departamento de Biología, Universidad del Valle, Calle 13 n°. 100-00, Cali, Colombia*For correspondence: fmurielh@hotmail.comReceived: 28th January 2019, Returned for revision: 25th March 2019, Accepted: 08th May 2019.

Associate Editor: José Rolando Bastida-Zavala.

Citation/Citar este artículo como: Muriel-Hoyos F, Carmona-Guerra AF. Crecimiento, reproducción y hábitos alimentarios de *Stellifer melanocheir* (Sciaenidae) en el Golfo de Tortugas, Pacífico colombiano. Acta biol. Colomb. 2020;25(2):210-218. DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/abc.v25n2.77540>

RESUMEN

Stellifer melanocheir es una especie de pez abundante en la fauna acompañante de la pesca artesanal de camarón de aguas someras. Con el objetivo de estudiar el crecimiento la reproducción y hábitos alimentarios de la especie, se recolectaron 751 individuos (540 hembras, 187 machos y 24 indeterminados) entre septiembre de 2011 y abril de 2012 de la pesca artesanal de camarón de aguas someras del Golfo de Tortugas, Colombia. Los parámetros de crecimiento representados por la ecuación de Von Bertalanffy $L_t = 17,8(1 - e^{[-0,62(t+0,34)])}$ mostraron que la especie presentó un crecimiento alométricamente positivo, más rápido que algunas especies congéneres. Las hembras alcanzan la talla media de madurez (L50) a los 11,7 cm y los machos a 10,9 cm. Se reproduce continuamente con un pico entre septiembre y noviembre, y otro menor en marzo, probablemente aprovechando periodos con aumento de precipitación. La dieta de la especie es similar durante su etapa juvenil y adulta, con un espectro trófico estrecho, carcinófago, con hábitos bentopelágicos. Su principal presa son los copépodos con capturas ocasionales de camarones, las cuales aumentan en los individuos de mayor tamaño.

Palabras clave: Carcinófago, dieta, fauna acompañante, madurez, pesca artesanal.

ABSTRACT

Stellifer melanocheir fish is abundant in the bycatch of artisanal shallow water shrimp fisheries. A total of 751 individuals (540 females, 187 males and 24 undetermined) were collected between September 2011 and April 2012 by artisanal shallow water shrimp fisheries at Golfo de Tortugas, Colombia, to study growth, reproduction and feeding habits of the species. The von Bertalanffy growth parameters $L_t = 17.8 (1 - e^{[-0.62(t+0.34)])}$ showed that *S. melanocheir* exhibits an allometrically positive growth, faster than some congeneric species. The females reach the mean size of maturity (L50) at 11.7 cm and the males at 10.9 cm. It is continuously reproducing with a maximum activity between September and November and another minor reproductive pulse in March, probably related with periods of increased precipitation. The diet is similar during its juvenile and adult stage, with a narrow trophic spectrum, carcinophagus, with benthopelagic habits. Its main prey are copepods with occasional occurrence of shrimp, which increase in the largest individuals.

Keywords: Artisanal fishing, bycatch, carcinophagus, diet, maturity.

INTRODUCCIÓN

La Familia Sciaenidae está constituida por peces abundantes y diversos en las comunidades ícticas costeras tropicales (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988). El Pacífico colombiano presenta 49 especies, las cuales pueden alcanzar un alto valor alimenticio y comercial en los mercados de su costa (Rubio, 1988; 2007). Múltiples especies de esta familia forman parte de la fauna acompañante de la pesca de arrastre de camarón de aguas someras (CAS). Una pequeña parte de esta fauna incidental es utilizada por el pescador, mientras que la parte restante, conformada principalmente por peces pequeños que aún no han alcanzado la talla de primera madurez, es desechada al mar en lo que se denomina descarte (Rueda *et al.*, 2006). Algunos autores han sugerido que hasta el 96 % de la captura total de la pesca de arrastre de camarón somero es fauna acompañante (FAO, 2001; CCI, 2009), y se calcula que en el Pacífico colombiano el 85 % de esta captura incidental está conformada por peces (Rueda *et al.*, 2006).

Stellifer melanocheir (Eigenmann, 1918) se distribuye desde la bahía de Buenaventura (Colombia) hasta el golfo de Guayaquil (Ecuador). La mayor longitud total reportada es de 15 cm y vive en aguas someras, inclusive en pozas intermareales (Chao, 1995). En la actualidad no existen estudios de la biología de esta especie, aunque se han realizado esfuerzos de investigación en otras especies del género, entre los que destacan el estudio de Neuta y Perdomo (2004) en el Golfo de Tortugas, Colombia, en el que evaluaron las interacciones tróficas de otras especies del género: *S. ericymba*, *S. fuerthii*, *S. mancorensis*, *S. oscitans* y *S. zestocarus*; los estudios por Ramos-Miranda *et al.* (2009) sobre crecimiento, mortalidad, madurez y reclutamiento de *S. lanceolatus* en el golfo de México, y los realizados en el Atlántico brasileño sobre reproducción, crecimiento y ecología trófica de *S. brasiliensis* y *S. rastrifer* (Morales-Nin, 1994; Chaves y Vendel, 1997; 1998; Almeida y Branco, 2002; Camargo e Isaac, 2004; 2005; Frehse, 2009).

Se parte de la premisa de que para lograr un ordenamiento pesquero multi específico en una región es necesario conocer aspectos reproductivos, de crecimiento y alimentarios de las especies propensas a ser capturadas, incluyendo las especies incidentales, toda vez que fortalecer la información técnico-científica de las especies que no son parte de la pesca comercial permitiría impulsar su uso como recursos aprovechables para diversificar las capturas y optimizar la utilización de los recursos marítimos del país. Debido a la ausencia de estudios sobre *S. melanocheir*, el propósito de esta investigación fue proporcionar información acerca de algunos parámetros de crecimiento y de los aspectos reproductivos y alimentarios de *S. melanocheir* en el Golfo de Tortugas, Pacífico colombiano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectaron mensualmente especímenes de *S. melanocheir* entre septiembre de 2011 y abril de 2012 en el

Golfo de Tortugas, Pacífico colombiano (3°40' N - 77°12' W), excepto en enero debido a la temporada de veda de camarón. Se utilizaron las capturas incidentales de faenas de pesca de camarón y peces asociados al fondo realizadas entre las seis y diez de la mañana, a bordo de embarcaciones artesanales llamadas "Changas", en zonas cercanas a la costa entre 4 y 8 m de profundidad. Las muestras se preservaron en formol al 20 % y posteriormente se identificaron a nivel de especie mediante las claves taxonómicas de Chao (1995; 2001). A cada individuo se le midió la longitud total (Lt, cm), el peso húmedo total (W, g) y el peso eviscerado (We, g). Posteriormente los especímenes se sexaron por observación directa de las gónadas. Las gónadas y el estómago se extrajeron y almacenaron en formol buffer al 10 % para análisis del estadio de desarrollo gonádico (reproducción) y contenido estomacal (hábitos alimentarios).

Relación peso/longitud

La relación peso/longitud (W/Lt) se calculó para cada sexo mediante la ecuación $W = aLt^b$ (Pauly, 1983), donde: W es el peso, Lt la longitud total, *a* la ordenada al origen y *b* es la pendiente de la curva. Se evaluó el tipo de crecimiento isométrico ($b = 3$) o alométrico ($b \neq 3$) mediante una prueba de hipótesis de valoración con *t* estimada (Pauly, 1984). Se realizó una prueba de U Mann-Whitney para evaluar diferencias de W y Lt entre sexos y un análisis de covarianza (ANCOVA) para determinar diferencias en la relación W/Lt entre machos y hembras.

Crecimiento

La curva de crecimiento de *S. melanocheir* se estimó con el método de progresión modal de Von Bertalanffy $Lt = L\infty (1 - e^{-k(t - t_0)})$ a partir de la distribución de frecuencias de Lt mensuales (intervalos de 0,5 cm). Los parámetros longitud asintótica ($L\infty$) y coeficiente de crecimiento (K) se estimaron con la rutina ELEFAN I incorporada en el programa FISAT II (FAO-ICLARM Fish Stock Assessment Tools). El valor de t_0 fue calculado con la ecuación empírica $\log_{10}(-t_0) = -0,3922 - 0,2752 \log_{10} L\infty - 1,038 \log_{10} K$ (Pauly, 1983) derivada principalmente para especies tropicales. Con estos valores se calculó el índice de crecimiento $\phi' = \log_{10} K + 2 \log_{10} L\infty$ (Munro y Pauly, 1983), para posteriores comparaciones entre curvas de crecimiento intra e interespecíficas.

Reproducción

Se realizó un análisis macroscópico de las gónadas para determinar el sexo y el estado de desarrollo gonadal de cada individuo según la escala propuesta por Vazzoler (1981) y Brown-Peterson *et al.* (2011) modificada para *S. melanocheir* (Tabla 1). Las gónadas de cada individuo se pesaron en una balanza analítica de 0,0001 g de precisión. Se calculó el índice gonadosomático IGS = $(Wg/We) * 100$, en donde Wg es el peso de las gónadas y We el peso del pez eviscerado; y el factor de condición $K = (W/Lt^3) * 100$ para cada sexo. Se

Tabla 1. Descripción macroscópica de las gónadas en las fases del ciclo reproductivo de machos y hembras de *Stellifer melanocheir*.

Índice de madurez	Fase	Condición macroscópica	
		Hembra	Macho
1	Inmaduro	Ovarios filiformes, traslúcidos, muy reducidos, ubicados frente a la columna vertebral. No se observan ovocitos	Testículos muy reducidos, filiformes. Posición semejante a los ovarios y carentes de semen
2	En desarrollo	Ovarios ocupan cerca de 1/3 a 2/3 de la cavidad abdominal, amarillentos, ovocitos se observan como gránulos opacos de tamaño variado y con vascularización	Testículos de forma lobulada, blanquecinos, con presencia de semen
3	Capaz de desovar	Ovarios turgentes, ocupan casi la totalidad de la cavidad abdominal, amarillo intenso, muy vascularizados y se observan fácilmente los ovocitos maduros	Testículos grandes y firmes, de color blanco y con abundante semen
4	Regresión	Ovarios con aspecto hemorrágico, completamente flácidos, ocupando menos de 1/3 de la cavidad abdominal	Testículos reducidos y flácidos, con aspecto hemorrágico

evaluaron diferencias entre meses de los índices calculados con una prueba de Kruskal-Wallis, y para identificar las diferencias significativas se realizaron comparaciones de rangos medios. Se evaluó si la proporción de sexos fue significativamente diferente a una proporción 1:1 con una prueba de ji-cuadrado (X^2). La talla media de madurez (L50) se estimó a partir de la distribución de frecuencia de tallas de machos y hembras en estadio de maduración gonadal 2, 3 y 4 (Tabla 1), ajustado por el modelo logístico $P = 1/[1 + e^{-(a-b \cdot Lt)}]$ (Sokal y Rohlf, 1995), en donde P es la proporción estimada de individuos maduros por clase de talla, Lt es la marca de clase del intervalo de talla, a y b son constantes del modelo. Por último, se calculó la Lt en la que el 50 % de la población es madura mediante la ecuación $L50 = a/b$.

Hábitos alimentarios

Se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo del contenido estomacal de *S. melanocheir* a partir de una submuestra (n = 324) seleccionada al azar del total de individuos recolectados en cada mes. Se identificaron y contaron las diferentes presas (ítems) por grandes grupos taxonómicos (camarones, copépodos, etc.). El material que no pudo ser identificado por evidencia de digestión, se asignó a un grupo nombrado material digerido. Posteriormente, cada ítem alimentario se pesó en una balanza analítica de 0,0001 g de precisión para calcular los índices usados por Bizarro *et al.* (2007). Estos índices se obtuvieron para adultos y juveniles por separado, considerando la L50.

Porcentaje en peso: %P = (P/Pt)*100 en donde: P es el peso total de una presa y Pt el peso total de todas las presas.

Índice de frecuencia de ocurrencia: %FO = (n/N)*100 en donde: n es el número de peces que contiene cada tipo de presa y N el número de estómagos que contienen presas.

Porcentaje en número: %N = (Nn/Np)*100 en donde: Nn es el número total de una presa y Np el número total de las diversas presas.

Para establecer la importancia general de las presas se estimó el índice de importancia relativa IRI = (%N+%P)*%FO

(Pinkas *et al.*, 1971). El IRI fue representado en porcentaje para facilitar comparaciones entre tipo de presas (Bizarro *et al.*, 2007). La estrategia de alimentación fue evaluada con el método gráfico de Amundsen *et al.* (1996) utilizando el %N vs. %FO.

RESULTADOS

Se analizaron 751 individuos de los cuales 540 fueron hembras, 187 machos y 24 no pudieron ser sexados. Se encontró una proporción de sexos estadísticamente diferente con 2,9 hembras por cada macho capturado ($X^2 = 171,4$, $p < 0,05$). En los meses de muestreo las hembras fueron más abundantes que los machos, excepto en septiembre y noviembre (Tabla 2). La Lt de las hembras osciló entre 7,9 y 17,1 cm (Media = 12,15, DE = 1,57) y la de los machos entre 8,5 y 15 cm (Media = 11,27, DE = 1,25) (Fig. 1). Durante el periodo de estudio las hembras fueron significativamente más pesadas ($Z = 7,56$, $p < 0,001$) y más grandes ($Z = 7,46$, $p < 0,001$) que los machos. A pesar de la disimilitud en W y Lt entre machos y hembras no se encontraron diferencias significativas en la relación W/Lt entre sexos (ANCOVA $F = 2,70$, $p = 0,1$). Por lo tanto, se estableció una relación común para machos y hembras de la especie, representada por la ecuación $y = 0,0028x^{3,5565}$ con un coeficiente de determinación (r^2) de 0,97 (Fig. 2). *S. melanocheir* presentó un crecimiento alométrico positivo ($t = 26,36$, $p < 0,05$) con un parámetro exponencial (b) entre 3,538 y 3,625 con el 95 % de confianza. A partir de los parámetros obtenidos ($L_{\infty} = 17,8$ cm, $K = 0,62$ /año, $t_0 = -0,34$), se definió el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy para *S. melanocheir* como $Lt = 17,8(1 - e^{-0,62(t+0,34)})$, el cual predice que la talla media de madurez calculada de las hembras (Lt = 11,7 cm) se alcanza a los 1,5 años de vida (Fig. 3).

El 47,96 % de las hembras capturadas se encontraron en estadio de desarrollo gonádico 2, seguidas de hembras inmaduras (estadio 1) con el 40 % y por último hembras maduras o en capacidad de desovar (estado 3) con el 12 %.

Tabla 2. Frecuencia relativa de los estadios gonadales (1 = inmaduro, 2 = en desarrollo, 3 = capaz de desovar) y total de individuos examinados de *Stellifer melanocheir* por sexo, para cada mes evaluado, en el Golfo de Tortugas, Colombia.

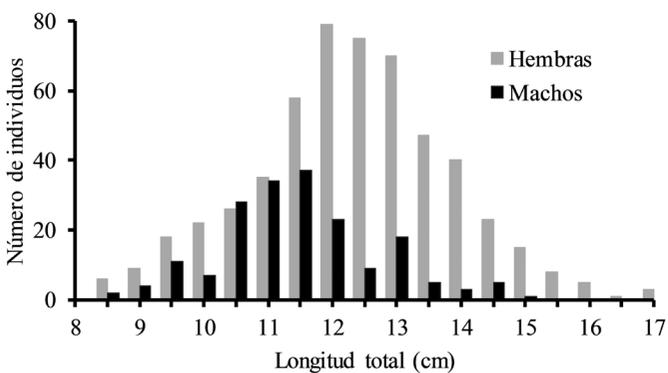
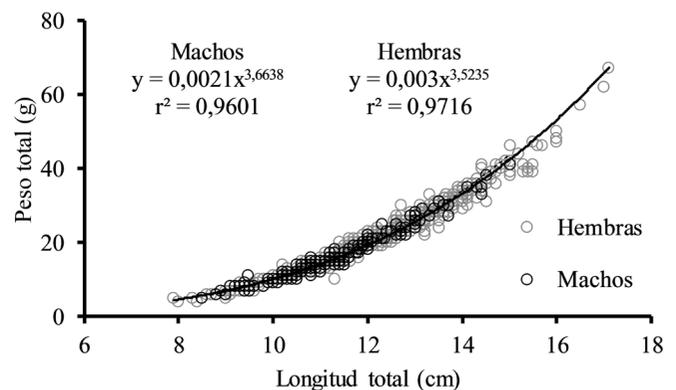
		Hembras						
		Sep	Oct	Nov	Dic	Feb	Mar	Abr
1		24,4	24,5	35,0	36,8	67,0	21,3	56,0
2		43,9	54,9	47,5	50,5	32,0	73,3	35,7
3		31,7	20,6	17,5	12,6	1,0	5,3	8,3
N° Individuos		41	102	40	95	103	75	84
		Machos						
1		33,8	50,0	31,8	83,3	0,0	16,7	93,3
2		56,9	50,0	56,1	16,7	100,0	73,3	6,7
3		9,2	0,0	12,1	0,0	0,0	10,0	0,0
N° Individuos		65	4	66	6	1	30	15

Durante el periodo de estudio no se encontraron hembras en estadio 4 (Tabla 2). Octubre presentó el mayor número de hembras en estadio 2 y 3, a diferencia de febrero y abril con el mayor número de hembras inmaduras (estadio 1). La mayoría de los machos en estadios 2 y 3 se encontraron en noviembre, seguido del mes de marzo (Tabla 2). El IGS para las hembras fue significativamente diferente entre meses (KW $H_{6, 540} = 99,35$, $p < 0,001$), siendo la fuente de variación el mes de septiembre ($p < 0,05$), cuando se registró el IGS más alto, que disminuyó paulatinamente hasta diciembre (Fig. 4). Durante marzo se registró un segundo incremento significativo del IGS ($p < 0,001$), lo que sugiere un segundo pulso reproductivo de menor magnitud. El IGS para los machos presentó una tendencia similar a la de las hembras, siendo significativamente diferente entre meses (KW $H_{6, 187} = 57,68$, $p < 0,001$). Al igual que para las hembras, el mayor registro de IGS en los machos fue durante septiembre y el más bajo en diciembre, identificándose un segundo incremento durante el mes de marzo (Fig. 4).

El coeficiente de crecimiento (K) varió significativamente entre los meses de estudio, tanto en hembras (KW $H_{6, 187} = 29,67$, $p < 0,001$) como en machos (KW $H_{6, 187} = 49,66$, $p <$

0,001), describiendo para ambos grupos un mayor registro durante marzo (Fig. 4). Se calculó que la Lt en la que el 50 % de las hembras estuvieron maduras (L50) fue de 11,7 cm ($a = 13,66$, $b = 1,16$), mientras que para los machos fue de 10,9 cm ($a = 22,5$, $b = 2,07$) (Fig. 5).

De los 324 estómagos analizados, 148 estuvieron vacíos (45,7 %); de estos, 39 fueron de individuos juveniles (26,4 %) y 109 adultos (73,6 %). En los estómagos con contenido estomacal de juveniles (64) y adultos (112) se encontraron las mismas categorías alimenticias conformadas por copépodos, camarones y escamas, lo cual sugiere una dieta semejante a lo largo de sus etapas juvenil y adulta. 33 estómagos contuvieron material vegetal, principalmente restos de madera, probablemente ingeridos de manera accidental. Los copépodos fueron la presa más frecuente en juveniles (%FO = 57,8) y adultos (%FO = 47,1). Sin embargo, de acuerdo con el porcentaje en peso (%P) del alimento ingerido, los copépodos fueron la presa más consumida en los juveniles (50,5 %) mientras que los camarones lo fueron en los adultos (47,5 %). Aunque

**Figura 1.** Distribución de la frecuencia de tallas de machos y hembras de *Stellifer melanocheir* en el Golfo de Tortugas, Colombia.**Figura 2.** Relación peso/longitud (W/Lt) para *Stellifer melanocheir* por sexos, en el Golfo de Tortugas, Colombia. Las líneas de tendencia para cada sexo se muestran superpuestas.

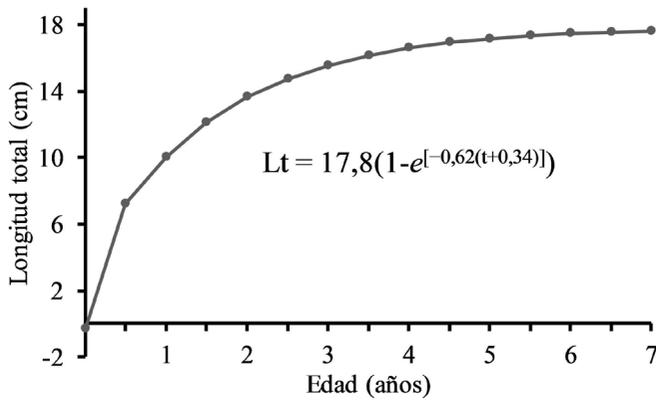


Figura 3. Curva de crecimiento de *Stellifer melanocheir*, en el Golfo de Tortugas, Colombia, según el modelo de Von Bertalanffy.

los camarones dominaron la dieta en %P en los adultos, los copépodos fueron las presas más abundantes en adultos (%N = 59,7) y también en juveniles (%N = 65,9), seguidos por las escamas en adultos (%N = 22,0) y en juveniles (%N = 20,8) (Tabla 3). Al establecer el valor de importancia relativa de los diferentes ítems alimentarios se encontró que para *S. melanocheir* en el Golfo de Tortugas los copépodos fueron el alimento más importante tanto en juveniles (66,9 %) como en adultos (58,7 %), seguidos de los camarones en adultos y las escamas en juveniles (Tabla 3). De acuerdo con el método gráfico de Amundsen *et al.* (1996), *S. melanocheir* presentó una estrategia alimenticia especializada de copépodos durante su desarrollo postlarval, con una menor contribución ocasional de camarones y escamas en algunos individuos (Fig. 6).

DISCUSIÓN

En la presente investigación se registró el individuo de mayor longitud total reportado hasta el momento para *S. melanocheir* con un Lt de 17,1 cm, superando en más de 2 cm el máximo reporte de Lt realizado por Chao (1995) para la especie. El patrón de crecimiento entre ambos sexos fue similar y alométrico (Fig. 2), lo que indica que no hay diferencias morfométricas en la especie durante su desarrollo ontogénico postlarval. Un crecimiento de tipo alométrico con un valor de b mayor a tres, sugiere que la especie presenta una tendencia a aumentar más en peso que en longitud. Al comparar las estimaciones de los parámetros de crecimiento establecidos para *S. melanocheir* en la presente investigación ($L_{\infty} = 17,3$ cm y $K = 0,71/\text{año}$) con otros congéneres como *S. lanceolatus* en el golfo de México ($L_{\infty} = 18,5$ cm, $K = 0,4/\text{año}$) (Ramos-Miranda *et al.*, 2009) y *S. rastrifer* en el sur de Brasil ($L_{\infty} = 20,9$ cm, $K = 0,37/\text{año}$) (Pombo *et al.*, 2013), la tasa de crecimiento establecida para *S. melanocheir* fue mayor, pero la talla asíntótica fue menor. Para confirmar diferencias en el crecimiento de las especies se calculó el valor de Φ' para *S. lanceolatus* y *S. rastrifer* con valores de 2,14 y 2,21 respectivamente. Esto confirma que *S. melanocheir* tiene un crecimiento relativamente más rápido ($\Phi' = 2,29$), posiblemente debido a que se distribuye cerca del Ecuador en el Pacífico Oriental Tropical (POT), diferente de *S. lanceolatus* y *S. rastrifer* que se distribuyen más alejadas de la línea ecuatorial, donde prevalece mayor variabilidad estacional de la temperatura.

La baja proporción de individuos maduros y la alta de inmaduros y en maduración en la muestra analizada del Golfo de Tortugas, sugiere que la especie puede tener una

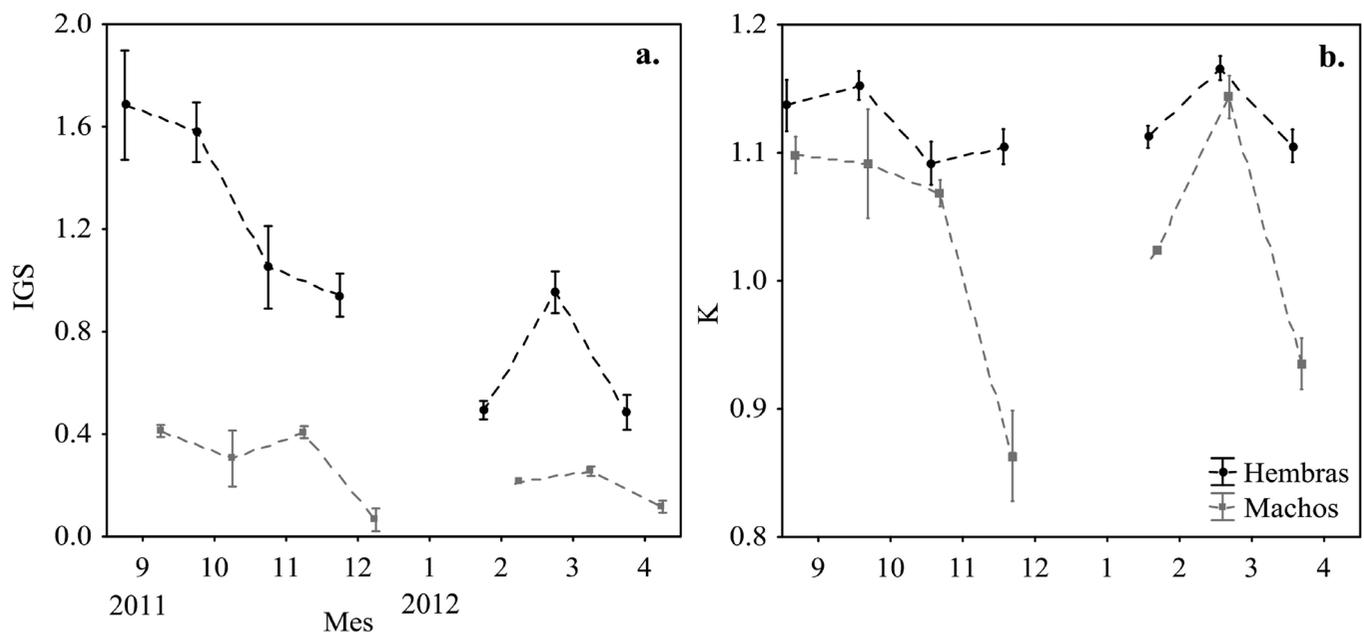


Figura 4. Variación de la media mensual (\pm SE) del a. índice gonadosomático (IGS) y b. factor de condición (K) de machos y hembras de *Stellifer melanocheir*, en el Golfo de Tortugas, Colombia.

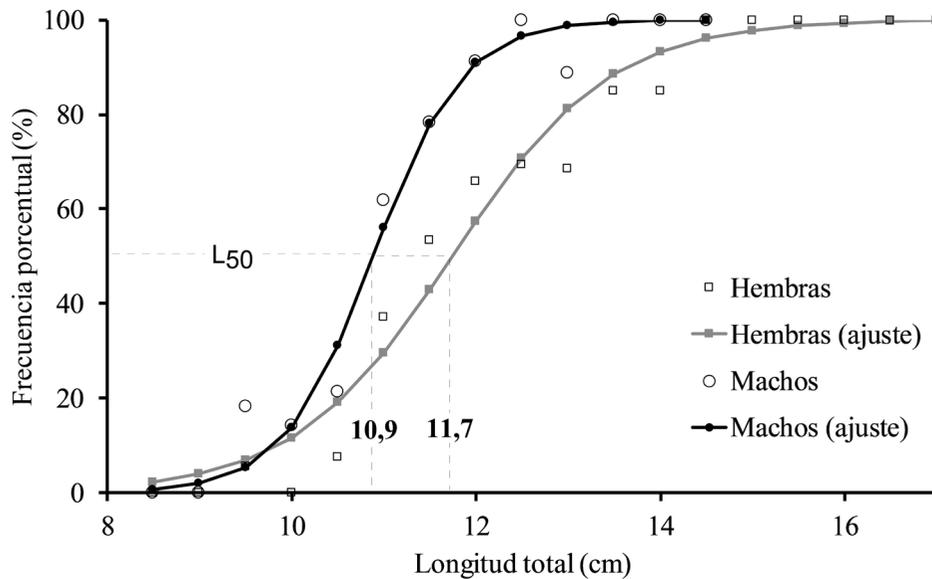


Figura 5. Proporción de individuos maduros por intervalos de tallas y talla media de madurez sexual de *Stellifer melanocheir* (Hembras: L50 = 11,7 cm, machos: L50 = 10,9 cm), en el Golfo de Tortugas, Colombia.

distribución estratificada en donde la zona de estudio podría ser una región de importancia ecológica para juveniles y preadultos de esta especie. Por lo tanto, sería de esperar que los procesos reproductivos estén ocurriendo por fuera de las zonas de la pesca artesanal de arrastre de camarón, quizás en zonas más alejadas de la costa, con mayor profundidad, salinidad u otro factor que les permita finalizar su ciclo de desarrollo. Algunos congéneres como *S. brasiliensis*, *S. colonensis*, *S. lanceolatus*, *S. naso*, *S. rastrifer* y *S. stellifer* (Yáñez-Arancibia y Sánchez-Gil, 1988; Camargo e Isaac, 2005; Ramos-Miranda *et al.*, 2009; Pombo *et al.*, 2012) presentan cambios de distribución relacionados con su ciclo de vida, en donde los juveniles habitan principalmente cerca de la costa y los adultos se mueven hacia zonas más profundas y salinas, en donde se reproducen. Esta tendencia probablemente la está exhibiendo *S. melanocheir* en el Golfo de Tortugas.

A esta hipótesis de la distribución estratificada se le puede sumar una migración diferencial de sexos. Lo anterior se plantea debido a que las hembras fueron más grandes y 2,9 veces más abundantes que los machos, lo cual podría ser explicado por una migración temprana de los machos hacia zonas más profundas en el momento que han alcanzado su talla de media madurez. Lo anterior se

apoya en que los machos superiores a su talla media de madurez disminuyeron sustancialmente en comparación a las hembras (Fig. 1). Dado que las hembras presentan un L50 mayor que los machos, más hembras y con mayor tamaño permanecen más tiempo en el área de estudio hasta que alcanzan su talla de maduración y posterior migración para reproducirse, todo esto considerando que ambos sexos presentan una tasa de crecimiento similar. Aunque este comportamiento no se ha observado en congéneres sí se ha registrado en otros miembros de la familia Sciaenidae (Fennessy, 2000; Vicentini y Araújo, 2003). Todo lo anterior debe tomarse como hipótesis que requiere ser demostrada mediante un análisis temporal más amplio de capturas que involucren gradientes salinos y batimétricos.

De acuerdo con lo anterior, y considerando que las hembras son uno de los principales factores que influencia el potencial reproductivo de una especie, la pesca artesanal de CAS, la cual se realiza muy cerca a la costa (4-10 m de profundidad), puede afectar negativamente el reclutamiento larval de *S. melanocheir* debido a que más del 60 % de la población capturada aún no ha alcanzado la talla media de madurez.

Tabla 3. Media y error estándar (SE) del porcentaje en número (%N), porcentaje en peso (%P) y el índice de importancia relativa (IRI); Índice de frecuencia de presas (%FO) de juveniles y adultos de *Stellifer melanocheir*, en el Golfo de Tortugas, Colombia.

	Juveniles				Adultos			
	%FO	%N	%P	IRI	%FO	%N	%P	IRI
Copépodos	57,8	65,9 (6,1)	50,5 (5,7)	66,9 (5,8)	47,1	59,7 (5,3)	39,5 (4,5)	58,7 (5,13)
Camarones	14,1	13,3 (4,5)	37,8 (5,7)	16,3 (4,1)	15,4	18,3 (4,3)	47,5 (4,6)	22,1 (4,18)
Escamas	23,4	20,8 (5,3)	11,8 (3,6)	16,78 (4,6)	22,1	22,0 (4,5)	13,1 (3,0)	19,2 (4,19)

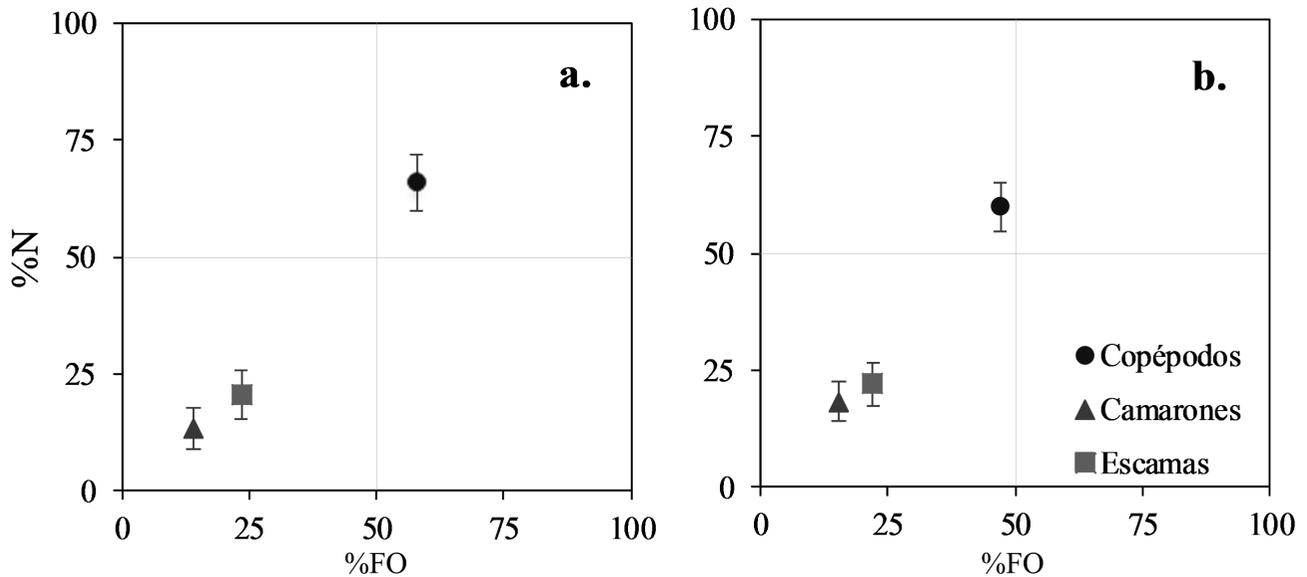


Figura 6. Representación del comportamiento alimentario de a. inmaduros y b. adultos de *Stellifer melanocheir*, en el Golfo de Tortugas, Colombia. %N= porcentaje en número específico por presa, %FO frecuencia de ocurrencia.

Durante todo el periodo de estudio se encontraron hembras maduras, lo cual sugiere que la especie se reproduce a lo largo del año. La mayor cantidad de hembras en estadio 3 se encontraron en octubre y los valores más altos del IGS entre septiembre y noviembre, en ambos sexos, lo cual sugiere que entre septiembre y noviembre hay un periodo máximo reproductivo, resultado que coincidió parcialmente con lo descrito por Chao (1995), quien reporta hembras maduras en noviembre. Los resultados también sugieren otro periodo reproductivo menor durante marzo. Estos pulsos reproductivos son típicos de especies tropicales, en los cuales se encuentran gónadas con un desarrollo asincrónico con desoves parciales a lo largo del año (Lowerre-Barbieri *et al.*, 2011). Es importante mencionar que faltaron cuatro meses de muestreo para cerrar el ciclo anual en los cuales pudieron haber ocurrido otros eventos reproductivos. El periodo máximo reproductivo encontrado coincide con la época de mayor precipitación (octubre) en la zona de estudio (Enríquez *et al.*, 2014). El segundo pulso reproductivo coincide con el inicio del aumento de las lluvias en el primer semestre del año. Por lo anterior, es posible que los aumentos en la precipitación estimulen la velocidad de desarrollo reproductivo de *S. melanocheir*. El factor de condición (K) presentó una tendencia similar al IGS, estando relacionados los valores altos de estos atributos con los periodos reproductivos de la especie (Bolger y Connolly, 1989), lo cual reafirma que el estado de condición de una especie está fuertemente influenciado por el esfuerzo reproductivo.

El alto porcentaje de estómagos vacíos puede deberse a un reflejo de regurgitación por estrés, debido a la presión que ejerce la captura dentro de la red durante el arrastre. Sin embargo, el alto número de estómagos vacíos, aunado

al alto número de estómagos con material avanzado en digestión, sugiere que la especie se alimenta principalmente durante la noche o en las primeras horas de la madrugada. De acuerdo con el IRI, los copéodos son la presa más consumida, seguido por los camarones. Esta dieta es similar a la de sus congéneres *S. lanceolatus* y *S. rastrifer*, especies que se alimentan de copéodos, decápodos no-braquiuros, otros crustáceos y peces (Stickney *et al.*, 1975; Chavez y Vendel, 1998). Neuta y Perdomo (2004) muestran que *S. ericymba*, *S. furthii*, *S. mancorensis*, *S. oscitans* y *S. zestocarus* y se alimentan de copéodos y camarones Peneidos. Esto demuestra que, de igual manera que algunos integrantes del género, *S. melanocheir* presenta un espectro trófico estrecho, carcinófago con hábitos bentopelágicos. En este trabajo no se identificó la asociación ecológica de los copéodos por lo cual no fue posible determinar si *S. melanocheir* permanece más tiempo cerca del fondo o a media agua, considerando que los copéodos son el ítem alimentario más importante.

La poca variación encontrada en cuanto a la importancia de los ítems alimentarios durante el periodo de estudio muestra una alimentación similar durante su etapa juvenil y adulta, y sugiere pocos cambios en la disponibilidad de alimento, a pesar de las fluctuaciones ambientales debidas principalmente a cambios en los regímenes de precipitación (Wakabara *et al.*, 1993). Aunque la especie presentó una dieta principalmente de copéodos durante sus etapas juvenil y adulta, los adultos consumieron más camarones, probablemente debido a que individuos más grandes presentan una cavidad bucal y capacidad de deglución mayor que les permite capturar presas más grandes.

La importancia de las escamas fue similar a la de los camarones y fue mayor en los adultos. Al no encontrar restos óseos o de piel que puedan dar indicios de una dieta

piscívora o lepidófaga, la ingesta de escamas se atribuye como un complemento en su dieta durante todo su desarrollo ontogénico, las cuales puede comer removiéndolas directamente del fondo, dado que en algunos estómagos se encontró sedimento. En los estómagos también se encontró material vegetal en pequeñas proporciones, tal vez consumido incidentalmente como parte del proceso de captura de los camarones o de las escamas, debido a que los fondos de esta zona presentan mucho material vegetal en descomposición proveniente de los ríos que desembocan en la región.

CONCLUSIONES

Este trabajo permitió conocer diferentes aspectos biológicos importantes de *S. melanocheir*. Se destaca que esta especie presentó un crecimiento relativamente rápido con respecto a especies congéneres. Las hembras alcanzan la talla media de madurez en 11,7 cm y los machos en 10,9 cm. Su reproducción es continua, pero con dos periodos importantes, un periodo máximo reproductivo entre septiembre y noviembre y uno menor en marzo, posiblemente aprovechando las temporadas con aumento de precipitación. Durante sus etapas juvenil y adulta la especie se alimenta principalmente de copépodos y en menor cantidad de camarones, que aumentan en los individuos más grandes. Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, y teniendo en cuenta que las hembras son uno de los principales factores que influencia el potencial reproductivo de una especie, es probable que la pesca artesanal de camarón de aguas someras, actividad que se realiza cerca a la costa entre 4 a 10 m de profundidad, esté teniendo un efecto negativo sobre *S. melanocheir*, ya que más del 60 % de los individuos evaluados aún no han logrado su talla media de madurez. Sin embargo, para validar esta conjetura se requiere establecer al menos el tamaño del stock y conocer el volumen de captura de esta especie asociado a la pesquería del camarón de aguas someras.

Aunque este trabajo brinda información biológica importante de *S. melanocheir*, se recomienda realizar estudios de crecimiento con estructuras duras, análisis histológico de gónadas y valoración de la dieta específica mediante isótopos estables, a fin de contrastar y profundizar en los resultados obtenidos. Además, se requiere realizar análisis de abundancia y distribución de la especie que soporten las hipótesis planteadas. En general, es necesario realizar estudios sobre las historias de vida y la distribución espacio-temporal de las especies incidentales en la pesca de arrastre de CAS, asociados a la medición de parámetros físico-químicos, que permitan explicar la dinámica de estas poblaciones en la región. Esta información es importante para que la autoridad competente regule de manera efectiva la pesca de arrastre de CAS, con la cual se capturan adicionalmente individuos inmaduros de una gran variedad de especies.

AGRADECIMIENTOS

A Efraín Alonso Rubio Rincón, Alan Giraldo López, Edgardo Londoño Cruz y Jaime Gómez Gutiérrez por la revisión crítica y valiosos comentarios, a la Universidad del Valle por el apoyo logístico, a David Millán y Diego Córdoba por la ayuda en campo, y al pescador Bacán por permitir obtener las muestras durante sus faenas de pesca.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existen conflicto de interés.

REFERENCIAS

- Almeida LR, Branco JO. Aspectos biológicos de *Stellifer stellifer* na pesca artesanal do camarão sete-barbas, Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. Rev Bras Zool. 2002;19(2):601-610.
- Amundsen PA, Gabler HM, Staldvik FJ. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data - modification of the Costello (1990) method. J Fish Biol. 1996;48:607-614. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1996.tb01455.x>
- Bizzarro JJ, Robinson HJ, Rinewalt CS, Ebert DA. Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California. Environ Biol Fish. 2007;80(2-3):197-220. Doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s10641-007-9241-6>
- Bolger T, Connolly PL. The selection of suitable indices for the measurement and analysis of fish condition. J Fish Biol. 1989;34(2):171-182. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1989.tb03300.x>
- Brown-Peterson N, Wyanski DM, Saborido-Rey F, Macewicz BJ, Lowerre-Barbieri SK. A standardized terminology for describing reproductive development in fishes, marine and coastal. Mar Coast Fish. 2011;3(1):52-70. Doi: <http://dx.doi.org/10.1080/19425120.2011.555724>
- Camargo M, Isaac V. Food categories reconstruction and feeding consumption estimates for the Sciaenid *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider), and the congeneric fishes *Stellifer rastrifer* (Jordan) and *Stellifer naso* (Jordan) (Pisces, Perciformes) in the Caeté Estuary, Northern Coast of Brazil. Rev Bras Zool. 2004;21(1):85-89. Doi: <http://doi.org/10.1590/S0101-81752004000100015>
- Camargo M, Isaac V. Reproductive biology and spatio-temporal distribution of *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) in the Caeté estuary, northern Brazil. Braz J Oceanogr. 2005;53(1-2):13-21. Doi: <http://doi.org/10.1590/S1679-87592005000100002>
- Chao LN. Sciaenidae. Corvinas, barbiches, bombaches, corvinatas, corvinetas, corvinillas, lambes, pescadillas, roncachos, verrugatos. En: Fischer W, Krupp F, Schneider W, Sommer C, Carpenter KE, Niem VH, editors. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca: Pacífico centro-oriental. Roma: FAO; 3 V, 1995. p. 1427-1518.

- Chao NL. Two new species of *Stellifer* from inshore waters of the eastern Pacific, with a redescription of *S. ephelis* (Perciformes: Sciaenidae). *Rev Biol Trop*. 2001;49(Supl. 1):67-80.
- Chaves PD, Vendel AL. Reproduction of *Stellifer rastriifer* (Jordan) (Teleostei, Sciaenidae) at the Guaratuba Bay, Paraná, Brazil. *Rev Bras Zool*. 1997;14(1):81-89. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81751997000100008>
- Chaves PD, Vendel AL. Feeding habits of *Stellifer rastriifer* (Perciformes, Sciaenidae) at Guaratuba mangrove, Parana, Brazil. *Braz Arch Biol Technol*. 1998;41(4):423-428. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89131998000400006>
- Corporación Colombia Internacional (CCI). Pesca y acuicultura Colombia. Bogotá: Ministerio de agricultura y desarrollo rural; 2009. 70 p.
- Enríquez O, Guzmán A, Narváez GJ. Análisis del comportamiento de la precipitación en el municipio de Buenaventura (Valle del Cauca, Colombia) en condiciones de desarrollo de los fenómenos El Niño y La Niña. *Cuad Geogr Rev Colomb Geogr*. 2014;23(1):165-178. Doi: <https://doi.org/10.15446/rcdg.v23n1.41090>
- FAO. Tropical shrimp fisheries and their impact on living resources. Shrimp fisheries in Asia: Bangladesh, Indonesia and the Philippines; in the Near East: Bahrain and Iran; in Africa: Cameroon, Nigeria and the United Republic of Tanzania; in Latin America: Colombia, Costa Rica, Cuba, Trinidad and Tobago, and Venezuela. Rome: FAO Fisheries Circular. No. 974; 2001. 378 p.
- Fennessy ST. Aspects of the biology of four species of Sciaenidae from the east coast of South Africa. *Est., Coast. Shelf Sci*. 2000;50(2):259-269. Doi: <https://doi.org/10.1006/ecss.1999.0560>
- Frehse FA. Estrutura populacional e dieta de *Stellifer rastriifer* (Jordan, 1889) e *Stellifer brasiliensis* (Schultz, 1945) (Sciaenidae, Perciformes), nos períodos diurno e noturno, em quatro áreas da plataforma sul do Estado do Paraná e norte do Estado de Santa Catarina. (Tesis de maestría). Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 2009. 66 p.
- Lowerre-Barbieri SK, Ganas K, Saborido-Rey F, Murua H, Hunter JR. Reproductive timing in marine fishes: variability, temporal scales, and methods. *Mar Coast Fish*. 2011;3(1):71-91. Doi: <https://doi.org/10.1080/19425120.2011.556932>
- Morales-Nin B. Growth patterns of the otoliths of *Stellifer rastriifer* (Pisces: Sciaenidae) from the Sergipe River estuary (Sergipe, Brazil). *Ecol Freshw Fish*. 1994;3(3):100-106. Doi: <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.1994.tb00111.x>
- Munro JL, Pauly D. A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte*, The WorldFish Center. 1983;1(1):5-6.
- Neuta LF, Perdomo PA. Interacciones tróficas de las especies ícticas del género *Stellifer* (FAMILIA: SCIAENIDAE) en aguas someras del Golfo de Tortugas Pacífico colombiano (Tesis de pregrado). Popayán: Universidad del Cauca; 2004.
- Pauly D. Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks, (No. 234). Rome: FAO Fish; 1983. 52 p.
- Pauly D. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators (Vol. 8). Manila, Philippines: ICLARM Stud Rev; 1984. 325 p.
- Pinkas L, Oliphant MS, Iverson ILK. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in Californian waters. *Calif Dept Fish and Game Fish Bull*. 1971;152:105.
- Pombo M, Denadai MR, Turra A. Population biology of *Stellifer rastriifer*, *S. brasiliensis* and *S. stellifer* in Caraguatatuba Bay, northern coast of São Paulo, Brazil. *Braz. J. Oceanogr*. 2012;60(3):271-282. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592012000300001>
- Pombo M, Denadai MR, Turra A. Body growth and reproduction of individuals of the sciaenid fish *Stellifer rastriifer* in a shallow tropical bight: A cautionary tale for assumptions regarding population parameters. *Estuar Coast Shelf Sci*. 2013;123:39-45. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2013.02.014>
- Ramos-Miranda J, Bejarano-Hau K, Flores-Hernández D, Ayala-Pérez LA. Crecimiento, mortalidad, madurez y reclutamiento de la corvinilla (*Stellifer lanceolatus*) en el sur del Golfo de México. *Cienc Mar*. 2009;35(3):245-257.
- Rubio RE. Peces de importancia comercial para el Pacífico Colombiano. Cali: Centro de publicaciones, Universidad del Valle; 1988. 500 p.
- Rubio EA. Introducción a los peces marinos de Colombia y sus áreas adyacentes. Cali: Unidad de Artes Gráficas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad del Valle; 2007. 658 p.
- Rueda M, Angulo JA, Madrid N, Rico F, Girón A. La pesca industrial de arrastre de camarón en aguas someras del Pacífico colombiano: su evolución, problemática y perspectivas hacia una pesca responsable. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar); 2006. 60 p.
- Sokal R, Rohlf F. Biometry, 3rd ed. New York: W H Freeman and Co.; 1995. 887 p.
- Stickney RR, Taylor GL, White DB. Food habits of five species of young southeastern United States estuarine Sciaenidae. *Chesapeake Science*. 1975;16(2):104-114. Doi: <https://doi.org/10.2307/1350687>
- Vazzoler A. Manual de Métodos para estudos biológicos de populações de peixes. Reprodução e crescimento. Brasília: Conselho nacional de desenvolvimento científicos e tecnológico; 1981. 106 p.
- Vicentini RN, Araújo FG. Sex ratio and size structure of *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Perciformes, Sciaenidae) in Sepetiba bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Braz J Biol*. 2003;63(4):559-566. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842003000400003>
- Wakabara Y, Tararam AS, Flynn MN. Importance of the macrofauna for the feeding of young fish species from infralittoral of Arrozal: Cananeia lagoon estuarine region (25°02'S-47°56'W)-Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*. 1993;41(1-2):39-52. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0373-55241993000100004>
- Yáñez-Arancibia A, Sánchez-Gil P. Ecología de los recursos demersales marinos: fundamentos en costas tropicales. México: BPR Publishers; 1988. 228 p.