

Hábitos alimenticios del barbudo de pluma *Bagre marinus* (Mitchill, 1815) (Siluriformes: Ariidae) en el golfo de Urabá, Caribe colombiano

Feeding Habits of the Gafftopsail Sea Catfish *Bagre marinus* (Mitchill, 1815) (Siluriformes: Ariidae) in Uraba Gulf, Colombian Caribbean

Andrés F. Hernández-Morales^{1*}, Jenny Leal-Flórez¹, Luis Alejandro Sandoval-Londoño¹, Sara Arenas-Uribe¹, Andrés F. Pérez-Villa¹

Resumen

Comprender la biología de los recursos pesqueros es un insumo básico para definir su adecuada administración; por esto, los estudios de ecología trófica aportan información importante sobre la distribución espacio-temporal de las poblaciones de peces y sus presas. Empleando artes de pesca pasivas como palangre y redes de enmalle, se capturaron 373 individuos del barbudo de pluma *Bagre marinus* de los cuales se analizaron 252 estómagos. Se identificaron 41 ítems alimenticios clasificados en diferentes grupos de los cuales, los restos de peces, el pez *Anchoa* sp., los crustáceos peneidos, el pez *Cathorops mapale*, los huevos de peces y material vegetal fueron los más frecuentes. El análisis de la dieta indicó que se trata de una especie omnívora. Los hábitos alimenticios de este ariido responden a un gradiente estuarino en dirección sur-norte, con diferencias significativas entre épocas y sin solapamientos significativos entre sitios. Al norte, las presas crustáceos peneidos dominan la dieta, al parecer por las altas salinidades de esta zona que favorecen su abundancia, mientras que la zona sur, caracterizada por la presencia de importantes extensiones de manglar, parece ser un área adecuada para un rango más amplio de presas marinas y estuarinas, particularmente peces.

Palabras claves: ecología trófica, *Bagre marinus*, hábitos alimenticios, ítems alimenticios, dieta

Abstract

Understanding the biology of fishery resources is a basic tool in order to define their adequate administration. For this reason, trophic ecology studies provide important information about the spatio-temporal distribution of fish populations and their preys. Using passive fishing tackles such as longline and gillnets, 373 specimens of the gafftopsail sea catfish *Bagre marinus* were caught, from which 252 stomachs were analyzed. Forty-one food items were identified and classified in different groups of which fish remains, the fish *Anchoa* sp, peneid crustaceans, the fish *Cathorops mapale*, fish eggs and vegetal material were the most frequent ones. The diet analysis indicates that it is an omnivore species. The feeding habits of this ariid, respond to an estuarine gradient in direction south-north, with significant differences between seasons and no significant overlapping between sites. To the north, the peneid crustacean preys are dominant in the diets, apparently due to high salinities of this zone that favor their abundance, while the south zone, characterized by large extensions of mangroves, is apparently an adequate area for a wider spectrum of marine and estuarine preys, particularly fish.

Keywords: Trophic ecology, *Bagre marinus*, feeding habits, food items, diet

¹- Grupo de Investigación en Sistemas Marinos y Costeros (GISMAC), Corporación Académica Ambiental, Universidad de Antioquia, Sede Ciencias del Mar, Turbo, Colombia. Proyecto "Lineamientos Prioritarios para la Formulación de un Ordenamiento Pesquero del Golfo de Urabá" - LOPEGU, Universidad de Antioquia y Gobernación de Antioquia, Colombia.

* Autor de correspondencia: <andresfelipe.1993@hotmail.com>

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la biología de los recursos pesqueros y los efectos de su explotación en los ecosistemas son insumos básicos de los procesos que buscan establecer medidas eficientes para su adecuada administración (Agudelo et al. 2011, Csirke 1989). En el mismo sentido, ese conocimiento puesto al alcance de los diferentes actores involucrados en el ordenamiento del uso de los recursos pesqueros, se convierte en una aproximación de manejo participativo (Puentes et al. 2015).

La importancia de los estudios de ecología trófica se debe a que la selectividad que ejercen los peces sobre su alimento y la variedad de hábitos, normalmente se relacionan con modificaciones en las condiciones ambientales o con los requerimientos energéticos. Estos, a su vez, explican cambios en el tamaño, tipo y cantidad de presas consumidas (Sánchez et al. 2013). De acuerdo con lo anterior, los estudios de hábitos alimenticios generan conocimientos fundamentales para comprender la variabilidad espacio-temporal de las poblaciones de peces a través de la información que resulta del estudio de sus presas (Sánchez et al. 2013).

Los ariidos (Ariidae), familia a la que pertenece el barbudo de pluma *Bagre marinus* (Mitchill 1815), es uno de los grupos ícticos más abundantes en lagunas costeras y estuarios, en zonas tropicales y subtropicales del mundo, con bajas variaciones estacionales (Acero 2002, Betancur-R et al. 2007, Dantas et al. 2010, Marceniuk y Menezes 2007, Sánchez-Gil y Yáñez-Arancibia 1997, Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez 1988).

Bagre marinus se distribuye en el este del continente americano a lo largo del océano Atlántico, desde Estados Unidos hasta Brasil (Marceniuk y Menezes 2007). La talla de madurez sexual, según registros de estudios en México y Brasil (Caballero-Chávez 2013, Pinheiro et al. 2006), es aproximadamente de 40 cm de longitud total.

La dieta del *B. marinus* en ciertas áreas del Caribe, como la bahía de Cartagena en Colombia y el Golfo de México, se basa principalmente en algunos invertebrados bentónicos como crustáceos (camarones y cangrejos), moluscos (gasterópodos), material vegetal, detrito, insectos y peces, aunque en otros estudios predomina el material orgánico no identificado (MONI) (Acero 2002, Gunter 1945, Kobelkowsky y Castillo-Rivera 1995, Mendoza-Carranza 2003, Pardo-Rodríguez et al. 2003, Rudershausen y Locascio 2001, Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez 1988). Si bien este bagre es considerado un recurso de importancia pesquera, con potencial para su uso en

la acuicultura, aún existen pocos estudios sobre su biología a nivel mundial (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez 1988) y ninguno en el golfo de Urabá.

Los estuarios poseen corredores importantes para la migración de los peces a lo largo de su desarrollo ontogénico, que son utilizados como áreas de crianza, reproducción, refugio y alimentación, debido a la gran abundancia de recursos alimenticios, la alta productividad y la heterogeneidad de sus ambientes (Canto-Maza y Vega-Cendejas 2007, Yáñez-Arancibia 1985). El golfo de Urabá por ser un gran estuario (Blanco 2011, García 2007) está compuesto de diferentes ambientes que albergan una gran variedad de organismos como los peces; estos juegan un papel muy importante en el proceso de transformación, conducción, intercambio, almacenamiento y regulación de nutrientes (Yáñez-Arancibia 1985, Yáñez-Arancibia et al. 2014).

El presente estudio se realizó como parte del proyecto *Lineamientos Prioritarios para la Formulación de un Ordenamiento Pesquero del Golfo de Urabá – LOPEGU*; este estudio, ejecutado en el marco conceptual del manejo integrado costero, busca generar herramientas útiles para la adecuada gestión de los recursos pesqueros. El propósito del presente trabajo fue conocer los hábitos alimenticios del barbudo de pluma *B. marinus* (familia Ariidae), su variación espacio-temporal en el golfo de Urabá y determinar los cambios relacionados con su desarrollo. De manera similar con los trabajos de referencia en la Bahía de Cartagena y el Golfo de México hallamos en los contenidos estomacales: peces, moluscos y crustáceos, los cuales caracterizamos en géneros y/o especies de presas y relacionamos con las características ambientales propias del golfo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El golfo de Urabá, ubicado al sur del Caribe colombiano, se caracteriza por ser un cuerpo de agua semicerrado con 80 km de largo, entre 5,9 y 48,5 km de ancho y profundidades medias de 25 m y máximas de 80 m (Bernal et al. 2005, Escobar 2011, García 2007, Montoya y Toro 2006). La línea de costa del golfo de Urabá tiene una extensión de aproximadamente 609 km localizados entre Cabo Tiburón y Punta Arboletes (Correa et al. 2010). Es considerado el estuario de mayor tamaño en el Caribe colombiano, debido al gran aporte del río Atrato, el segundo río de mayor caudal en el país después del río Magdalena (García 2007).

El área de estudio presenta una temperatura superficial atmosférica media que fluctúa entre 26 °C y 28 °C

(CORPOURABÁ 2003). La precipitación promedio anual es de 2.500 mm y se presentan dos épocas climáticas definidas: la época seca (diciembre–abril) en la que predominan los vientos alisios del norte y noreste que confinan las aguas del río Atrato al interior del golfo y la época de lluvias (agosto–noviembre) caracterizada por vientos de direcciones variables que provocan que las aguas sean drenadas; es la época con mayores salinidades (Chevilliot et al. 1993, Montoya y Toro 2006). Los meses de junio y julio normalmente corresponden a un periodo de transición, fenómeno llamado veranillo de San Juan, característico de una distribución bimodal (Blanco y Castaño 2012, Chevilliot et al. 1993, García 2007, Ortiz y Blanco 2012).

La influencia de los vientos y de las mareas hace que en la columna de agua haya una interacción dinámica entre los aportes del mar Caribe, el río Atrato y la zona litoral, generando una circulación de tipo estuario, con aguas provenientes de los ríos en las capas superficiales y aguas de origen oceánico más saladas en las capas más profundas (Bernal et al. 2005, 2006). Además, se presenta una estratificación salina dada por el río Atrato, que genera

una pluma salina estable, con un gradiente ambiental en gran parte del golfo de Urabá (Montoya y Toro 2006).

Diseño de muestreo. Las recolectas de especímenes de *B. marinus* se hicieron amparadas en el permiso marco No. 0524 del 27 de mayo de 2014, otorgado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y en el permiso No. 00001827 del 15 de octubre de 2015 de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP). Los individuos fueron recolectados entre agosto de 2015 y agosto de 2016, en seis salidas bimestrales de pesca experimental a bordo de una embarcación de pesca artesanal. Se seleccionaron diez puntos de muestreo ubicados a lo largo del golfo, los cuales fueron agrupados en dos grandes zonas: sur y norte (figura 1). Se realizaron faenas diurnas y nocturnas empleando artes de pesca pasivas como palangre o tola (línea de nylon con 200 anzuelos de calibre número 12 y 14) y red de enmalle con diferentes tamaños de ojo de malla en pulgadas ($2^{3/4}$, 3, 4, 5 y 6). Los sitios de muestreo fueron establecidos en las principales zonas donde se concentran los caladeros de pesca determinados por la AUNAP, en jurisdicción del departamento de Antioquia (figura 1).

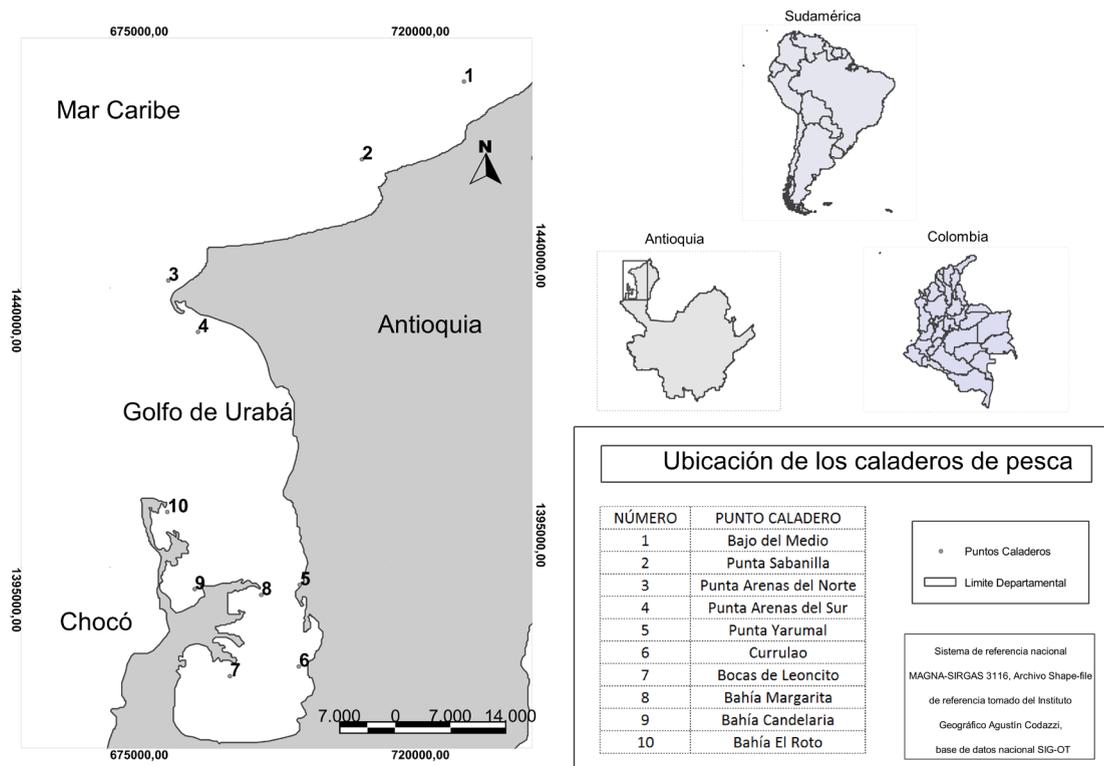


Figura 1. Puntos de muestreos en el golfo de Urabá, ubicados en la parte norte (puntos 1-4) y sur (puntos 5-10) del golfo.

Los especímenes fueron sacrificados por exposición a una sobredosis de Eugenol (Rubio y Silveira 2009); posteriormente, el contenido estomacal se fijó, vía anal, con formaldehído al 4% para trasladar los individuos al laboratorio y realizar el análisis de la dieta. Se registró la longitud total en centímetros con un ictiómetro de 1 mm de precisión y se pesaron en gramos con una balanza electrónica de 0,01 mg de precisión (MyWeigh iBalance 5500). Para tener certeza en la identificación de la especie (*B. marinus*), se siguieron las claves taxonómicas de Acero (2002), Cervigón et al. (1992) y Robertson et al. (2015). Se depositó un ejemplar de *B. marinus* en el Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC) del INVEMAR, con el código INV PEC9038.

En cada uno de los sitios de muestreo se midieron parámetros fisicoquímicos relacionados con el espectro trófico de la especie, tales como: temperatura, salinidad, conductividad, sólidos, pH y oxígeno disuelto (DO) (mg/L y %). Para ello se empleó un multiparámetro portátil (HANNA HI 98194). Además, se tomaron muestras de agua para determinar la concentración de seston y de clorofila como medidas indirectas de la productividad primaria y se midió la transparencia del agua en centímetros teniendo en cuenta la profundidad del disco Secchi.

Las presas encontradas en los estómagos fueron identificadas con ayuda de un microscopio estereoscópico con iluminación led (Motic SMZ 168T) hasta el menor nivel taxonómico posible, usando las claves para la determinación de especies de peces de Betancur-R y Acero (2005), Carpenter (2002), Cervigón et al. (1992) y Robertson et al. (2015); crustáceos de Cervigón et al. (1992) y moluscos de Díaz y Puyana (1994). Para la identificación de presas ícticas usando los otolitos se emplearon los catálogos Abilhoa y Correa (1993), Correa y Vianna (1993), Lemos et al. (1995a, 1995b), Rossi-Wongtschowski (2014) y Volpedo y Echeverría (1999, 2000); a su vez, se construyó una colección de referencia de otolitos de peces del golfo de Urabá. Además, se emplearon las metodologías de Hyslop (1980) y Marrero (1994) para estudios basados en dietas de peces. Se registraron las presas por conteo numérico (N), peso (P) y frecuencia de aparición (FA) y de acuerdo con su identificación, se clasificaron en diferentes categorías o grupos.

Análisis de datos

Descripción de la dieta. Se analizaron 373 estómagos en total, de los cuales 87 estaban vacíos y 34 contenían solo MONI. Para determinar si el tamaño de la muestra era

suficiente para la descripción de la dieta de *B. marinus*, se realizó una curva de diversidad con los datos de abundancia de presas aplicando el Índice de Shannon-Wiener (1949); en esta curva, cuando la media acumulada llega a una asíntota, se alcanza un tamaño de la muestra apropiado para determinar la dieta del barbudo de pluma (Ferry et al. 1997).

Para estimar el coeficiente de vacuidad, se consideró el número de estómagos vacíos con respecto al total de estómagos (Windell 1971). El índice de repleción (IR) se calculó para estimar la condición de llenado de los estómagos (Hyslop 1980), teniendo en cuenta la escala propuesta por Franco y Bashirullah (1992): IR < 0,5: estómago semivacío, 0,5 < IR < 0,75: estómago semilleno, IR = 1: estómagos llenos (IR = Peso del contenido estomacal/Peso total del pez x 100). Como indicador del gremio trófico de la especie estudiada, se estableció la relación de la longitud del intestino con la longitud total, siguiendo el criterio de Kappor (1975) que establece que los carnívoros tendrán una relación < 1, los omnívoros entre 2 y 5 y los herbívoros > 5.

Cada presa fue registrada por conteo numérico (%N = número de una presa / número de todas las presas x 100) (Bowen 1996, Hyslop 1980), porcentaje en peso (%P = peso de una presa / peso de todas las presas x 100) (Hynes 1950, Hyslop 1980, Bowen 1996) y frecuencia de aparición (%FA = FA de una presa / \sum FA de todas las presas x 100) (Hyslop 1980), para el análisis y validación de la contribución en los hábitos alimenticios de *B. marinus*.

Se estimó el índice de importancia relativa (IIR = (%N + %P) * %FA) de los ítems alimenticios (Pinkas et al. 1970). Se calculó el índice de Levins (1968) que demuestra la amplitud del espectro trófico o nicho (Bi), el cual permite medir el nivel de especialización de los individuos, de modo que, si el valor se encuentra en un rango de 0 a 0,5 se considera al pez especialista, con un espectro de presas reducido y cuando el valor está en un rango de 0,6 a 1, su espectro es generalista.

$$B_i = \frac{1}{n-1 \cdot \left\{ \left(\frac{1}{\sum p_{ij}^2} \right) - 1 \right\}}$$

Donde:

B_i = Índice de Levins para depredador *i*

P_{ij} = Proporción de la dieta del depredador *i* que utiliza la presa *j*

n = número de categorías de las presas

Para evidenciar si la especie posee hábitos diurnos o nocturnos, se usó el índice de vacuidad de Windell (1971), luego de verificarse que los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza no se cumplieron. Se empleó la prueba U de Mann-Whitney (Mann y Whitney 1947) con el fin de comprobar la existencia de diferencias entre los dos periodos. Se utilizó el programa SPSS Statistics 24.0 (IBM), con significancia estadística igual o menor a 0,05.

Análisis temporal. Para determinar posibles diferencias entre épocas climáticas, se realizó una prueba de Mann-Whitney U, verificando los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Además, se estimaron los valores de Levins (B_i).

Análisis espacial. Para analizar posibles diferencias espaciales en la dieta entre los diez sitios estudiados a lo largo del golfo de Urabá, se calculó el índice de solapamiento trófico de Morisita-Horn (Horn 1966):

$$C\lambda = \frac{2 \sum_{i=1}^n (P_{xi} * P_{yi})}{\left(\sum_{i=1}^n P_{xi}^2 + \sum_{i=1}^n P_{yi}^2 \right)}$$

Donde:

$C\lambda$ = Índice de Morisita-Horn de traslapo.

n = Número total de presas.

P_{xi} = Proporción de la presa i del total de presas usados en la zona x .

P_{yi} = Proporción de la presa i del total de las presas usados en la zona y .

Se considera que existe un traslapo biológico cuando el valor excede de 0,60 (Langton 1982).

Para conocer la similitud de la dieta entre los sitios de muestreo, los datos de IIR se visualizaron gráficamente a través de un análisis de escalamiento multidimensional (MDS). Se calculó un valor de estrés para obtener la bondad de ajuste de este método de ordenación, en el que mientras más se acerca a cero, mejor es la representación.

Finalmente, para relacionar la abundancia de las presas con el marco ambiental, se realizaron análisis de componentes principales (ACP), y de correspondencia canónica (ACC)

con las variables descriptivas de los componentes del ACP, usando el paquete estadístico XLSTAT Premium.

Análisis entre edades y sexos. Para evidenciar cambios ontogénicos en la dieta, se definió una estructura de tallas de los individuos colectados, estableciendo intervalos de clases aplicando la regla de Sturges (Daniel 1987), $k = 1 + 3,322 (\log_{10} n)$ y $w = R/k$; donde n es el número de individuos, k el número de intervalos, R el recorrido o rango (longitud mayor-longitud menor) y W la amplitud; clasificando a los individuos en cinco intervalos de tallas, con base en la longitud total (LT): Talla 1 (175–266 mm), Talla 2 (267–358 mm), Talla 3 (359–450 mm), Talla 4 (451–542 mm) y Talla 5 (543–634 mm). Para establecer las diferencias entre estas tallas, se usó el índice de traslapamiento trófico de Morisita-Horn (Horn 1966).

Para conocer posibles diferencias entre sexos, se utilizó la prueba Mann-Whitney U (Mann y Whitney 1947), debido a que no se cumplieron con los criterios de normalidad y homogeneidad de varianza. Se utilizó el programa SPSS Statistics 24.0 (IBM).

RESULTADOS

Descripción de la dieta. El índice de vacuidad mostró que el 76,7% (286) de los estómagos contenían alimento, mientras que el índice de repleción gástrica estimó que el 34,9% de los estómagos se encontraban llenos, 21,4% semi llenos y 43,6% semi vacíos. La curva de diversidad acumulada general de presas demostró que con 90 estómagos (figura 2) se alcanza una asíntota, con lo cual se sustenta que la descripción de composición de la dieta de *B. marinus* es adecuada para este estudio con los 373 estómagos revisados.

Con respecto a diferencias entre día y noche, el índice de vacuidad demostró que el 77% de los estómagos de peces recolectados de día y el 72% de aquellos recolectados de noche, contenían alimento; además, la prueba de Mann-Whitney U demostró que no hay diferencias significativas entre las dietas.

En total fueron identificados 41 ítems alimenticios en la dieta del barbudo de pluma *B. marinus* (tabla 1), los cuales se dividieron en siete grandes grupos: crustáceos, con la presencia de algunas especies de Penaeidae y Brachyura; moluscos, con algunos cefalópodos y *Pyrgophorus* sp. En el grupo de los peces se lograron identificar las familias Engraulidae, Clupeidae, Ariidae, Carangidae, Sciaenidae y Trichiuridae.

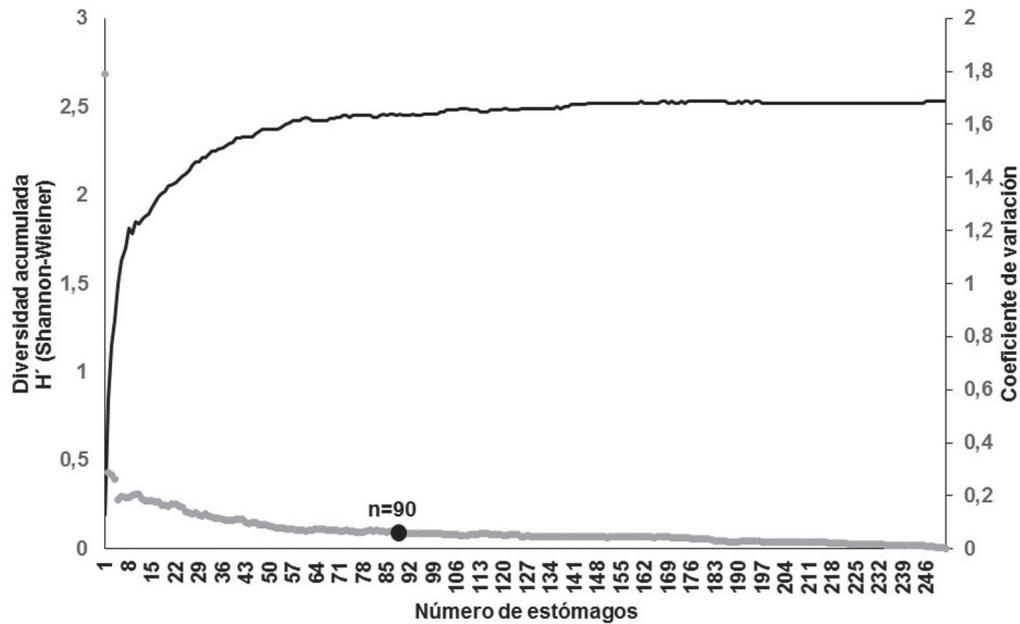


Figura 2. Curva de diversidad (Shannon-Wiener, H') de presas identificadas en la dieta de la población de *Bagre marinus* recolectados en los distintos caladeros de pesca (n = tamaño muestral óptimo).

Tabla 1. Ítems alimenticios identificados para el barbudo de pluma *Bagre marinus* (%N= porcentaje del número de individuos; %P= porcentaje en peso; %V= porcentaje en volumen; %FA= porcentaje frecuencia de aparición; %I.I.R. = porcentaje del Índice de Importancia Relativa; en negrita ítems importantes) *Ítem más importante; **Materia Orgánica No Identificada

Ítems alimenticios	%N	%P	%FA	%IIR
Crustáceos				
<i>Gilvossius setimanus</i>	0,571	0,183	1,587	0,060
Isopoda	0,286	0,008	0,794	0,012
Stomatopoda	0,429	0,296	1,190	0,044
Crustáceos Penaeidae				
<i>Penaeus</i> sp.	2,000	1,667	4,365	0,808
<i>Xiphopenaeus kroyeri</i>	1,429	1,972	2,381	0,409
Restos Penaeidae	7,143	5,895	19,841	13,063
Crustáceos Brachyura				
<i>Aratus pisonii</i>	0,143	0,714	0,397	0,017
<i>Callinectes bocourti</i>	1,429	4,292	3,968	1,146
<i>Pachygrapsus gracilis</i>	0,143	0,081	0,397	0,004
Epialtidae	0,143	0,318	0,397	0,009
Restos Brachyura	2,429	2,482	6,746	1,673
Total crustáceos	16,143	17,908	42,063	17,246

Ítems alimenticios	%N	%P	%FA	%IIR
Moluscos				
Cephalopoda	0,571	0,960	1,587	0,123
<i>Pyrgophorus</i> sp.	3,429	0,007	5,556	0,964
Total moluscos	4,000	0,967	7,143	1,086
Peces				
Engraulidae				
<i>Anchoa</i> sp.	32	4,381	7,540	13,852
<i>Centengraulis edentulus</i>	0,143	1,846	0,397	0,040
Restos Engraulidae	0,714	0,614	1,984	0,133
Clupeidae				
<i>Opisthonema oglinum</i>	1	10,237	2,778	1,576
Ariidae				
<i>Cathorops mapale</i>	4,571	11,302	10,317	8,270
Restos <i>Cathorops mapale</i>	2,571	10,021	7,143	4,542
Restos <i>Bagre marinus</i>	0,143	0,150	0,397	0,006
Carangidae				
<i>Caranx hippos</i>	0,143	0,353	0,397	0,010
<i>Chloroscombrus chrysurus</i>	0,429	2,295	0,794	0,109
Restos Carangidae	0,143	0,171	0,397	0,006
Sciaenidae				
<i>Larimus breviceps</i>	0,143	0,303	0,397	0,009
<i>Micropogonias furnieri</i>	0,143	0,680	0,397	0,016
<i>Stellifer stellifer</i>	0,143	0,343	0,397	0,010
<i>Stellifer venezuelae</i>	0,571	0,775	1,587	0,108
Restos <i>Isopisthus parvipinnis</i>	0,286	1,056	0,794	0,054
Restos <i>Larimus breviceps</i>	1,286	2,111	2,778	0,477
Restos <i>Micropogonias furnieri</i>	0,286	0,696	0,794	0,039
Restos <i>Stellifer venezuelae</i>	0,286	0,144	0,794	0,017
Trichiuridae				
<i>Trichiurus lepturus</i>	1,000	5,325	1,587	0,507
Restos otros peces	10,286	19,580	28,571	43,089
Total peces*	56,286	72,384	70,238	72,870
Huevos de peces	15,143	1,610	5,159	4,364
Vegetal	2,857	3,557	7,937	2,571
MONI**	1,714	0,367	4,762	0,500
Otros				
Detrito	1	1,390	2,778	0,335
Insecta	2,143	1,023	5,952	0,952
Plástico	0,429	0,699	1,190	0,068
Restos Araneae	0,143	0,004	0,397	0,003
Restos ave	0,143	0,091	0,397	0,005
Total otros	3,857	3,207	10,714	1,362

Los demás grupos fueron huevos de peces, material vegetal, MONI y otros, destacando la presencia de insectos y detritos. El ítem de mayor importancia fueron los restos de peces (%IIR: 43,089), seguido del pez *Anchoa* sp. (%IIR: 13,852), restos de crustáceos peneidos (%IIR: 13,063), el pez *Cathorops mapale* (%IIR: 8,270), huevos de peces (%IIR: 4,364) y material vegetal (%IIR: 2,571).

Análisis temporal. Entre las dos épocas climáticas existen diferencias significativas según la prueba de Mann-Whitney U ($p=0,013$). Se destaca el consumo de engraulidos en la época seca; mientras que en la época lluviosa son más importantes los crustáceos, los restos de peces, los moluscos y los huevos de peces. Los valores del índice de Levins señalan a la especie, durante las dos épocas, como un consumidor especialista (lluvia, $B_i=0,16$; seca, $B_i=0,03$).

Análisis espacial de la dieta. Entre las zonas de estudio (norte y sur) no se presentaron solapamientos entre las dietas en la mayoría de los sitios muestreados (71% de las comparaciones presentan valores de $C\lambda < 0,6$; tabla 2). Sin

embargo, el MDS mostró que en los sitios El Roto (zona sur) y Bajo del Medio (zona norte), las dietas tienen una similitud del 86,4% y hay un mayor consumo de presas como crustáceos braquiuros, peneidos, restos de peces, peces de la familia Sciaenidae (corvinas), peces ariidos de la especie *Cathorops mapale*, moluscos y la categoría otros ítems. Según ese mismo análisis, los sitios Yarumal (zona sur, costado oriental) y Leoncito (zona sur, costado oriental) también presentaron una alta similaridad (63,4%), con tendencia más marcada al consumo de presas como ariidos, restos de peces, crustáceos y moluscos. Las dietas en los sitios Punta Arenas Norte y Punta Arenas Sur, ambos en la zona norte, se parecen en un 71,6%, y presentan una tendencia a mayor consumo de crustáceos peneidos y restos de peces. En general, se observó que hay mayor similitud entre las dietas de los sitios localizados en una misma zona (norte o sur del golfo, excepto El Roto y Bajo del Medio) presentando una mayor tendencia al consumo de peces en los sitios del sur, mientras que en los del norte son más importantes los crustáceos (figuras 3 y 4). En todos los sitios, la especie se puede catalogar como especialista (tabla 3).

Tabla 2. Índice de Morisita-Horn (Horn, 1966) aplicado en los diferentes sitios de muestreo. En negrita si existe un solapamiento trófico. Zona norte: Bajo del Medio (BM), Punta Sabanilla (PS), Punta Arenas Norte (AN), Punta Arenas Sur (AS). Zona sur: Yarumal (YAR), Currulao (CUR), Leoncito (LEO), Isla Margarita (MARG), Candelaria (CAND), El Roto (ROT)

	BM	PS	AN	AS	YAR	CUR	LEO	MARG	CAND	ROT
BM	x	0,602567	0,746871	0,58979	0,76686	0,14449	0,53853	0,66042	0,52335	0,66487
PS		x	0,692116	0,54485	0,40775	0,05199	0,04881	0,18286	0,3327	0,54903
AN			x	0,49612	0,56244	0,09986	0,31269	0,42784	0,4482	0,62415
AS				x	0,7014	0,14224	0,10388	0,26707	0,52699	0,63218
YAR					x	0,14217	0,55328	0,6649	0,54262	0,6048
CUR						x	0,19644	0,19843	0,06832	0,08619
LEO							x	0,90986	0,18209	0,12829
MARG								x	0,16131	0,26175
CAND									x	0,75542
ROT										x

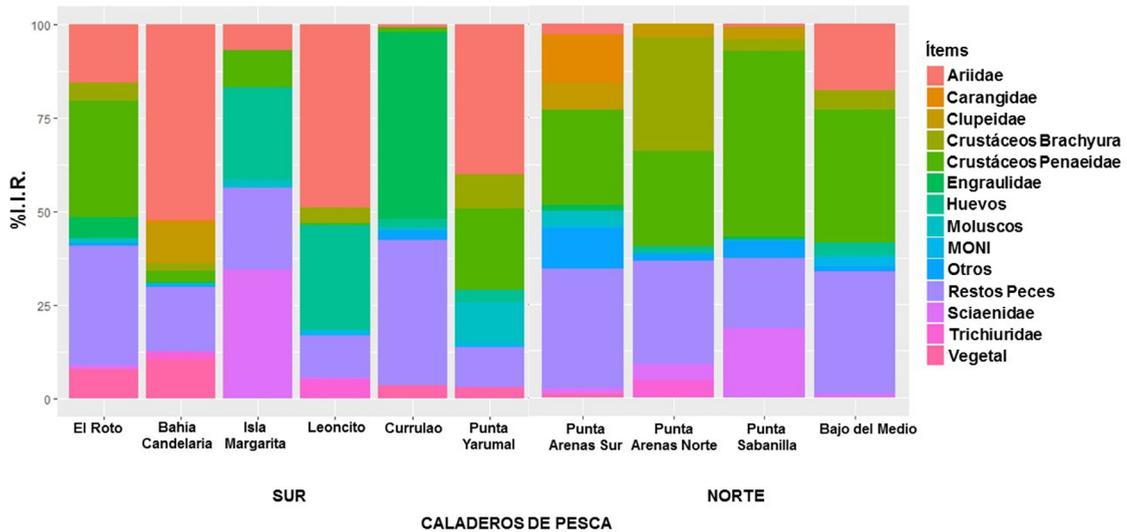


Figura 3. Ítems más importantes en la dieta de *Bagre marinus* en el golfo de Urabá (departamento de Antioquia), Colombia, según el porcentaje del Índice de Importancia Relativa (% IIR) especificado para cada caladero de pesca.

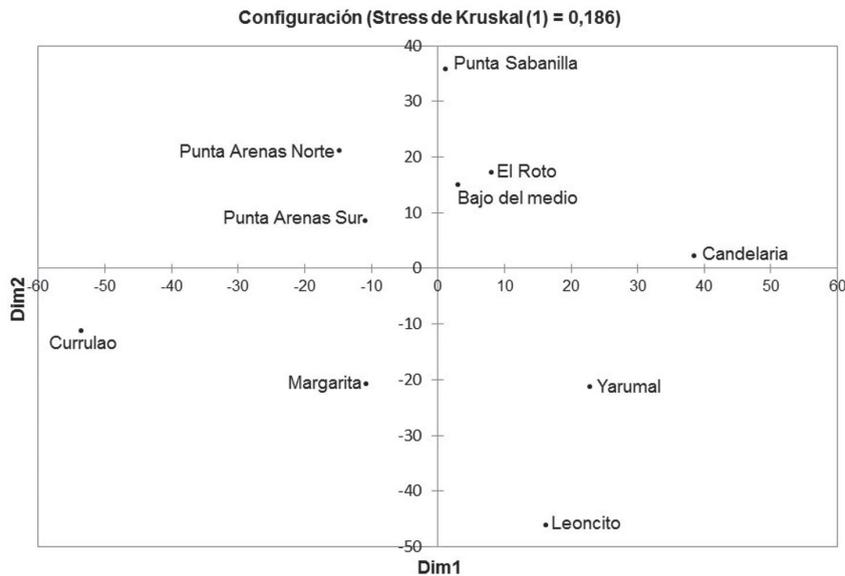


Figura 4. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) observando la similitud de la dieta, según el Índice de Importancia Relativa (IIR), de las presas consumidas entre los sitios de muestreo. Mayor proximidad en los sitios indica mayor similitud entre dieta. Se realizó aplicando el índice de disimilitud de distancia euclidiana.

Tabla 3. Índice de Levins aplicado para los caladeros de pesca. Cuando un valor es cercano a cero se considera el pez como especialista y cuando el valor es cercano a uno, su espectro es generalista

	Levins
Bajo del medio	0,187
Punta Sabanilla	0,216
Punta Arenas Norte	0,192
Punta Arenas Sur	0,250
Punta Yarumal	0,152
Currulao	0,034
Leoncito	0,043
Isla Margarita	0,070
Bahía Candelaria	0,208
El Roto	0,143

Las variables fisicoquímicas indican que existe un gradiente ambiental en toda el área de estudio marcado por la pluma del río Atrato con dirección sur-norte, en el que a medida que los sitios se alejan de los grandes afluentes, las condiciones son cada vez más marinas

(figura 5), como se observa en la temperatura, salinidad, transparencia, conductividad y sólidos suspendidos. El análisis de componentes principales (ACP) indica que los sólidos suspendidos, salinidad, conductividad, transparencia, pH, temperatura y DO (%) presentan una correlación positiva en el CP1 y una correlación negativa con DO (mg/L). Mientras para el CP2, DO (mg/L), DO (%) y temperatura correlacionan positivamente. Las medidas indirectas de productividad primaria, seston y clorofila, correlacionan de forma negativa con el resto de las variables (físicoquímicas).

En el Análisis de Correspondencia Canónica (ACC), se estableció que en el PC4 la temperatura y la salinidad presentan correlación positiva con los crustáceos Brachyura y Scianidae en los sitios con mayor influencia marina y parcialmente estuarina (parte norte del golfo de Urabá). Para el PC2 se observó que los ariidos, los huevos de peces y el material vegetal tienden a encontrarse en lugares con concentraciones altas de oxígeno (Leoncito y Margarita, presentes en el sector sur del golfo). Para este mismo sector, los engraulidos se relacionaron positivamente con la concentración de clorofila en el PC1. Las categorías MONI, moluscos y restos de peces, en los sitios de Currulao, El Roto, Candelaria y Yarumal, no presentaron correlación con ninguna de las variables, precisando el comportamiento estuarino de dichos lugares (figura 6).

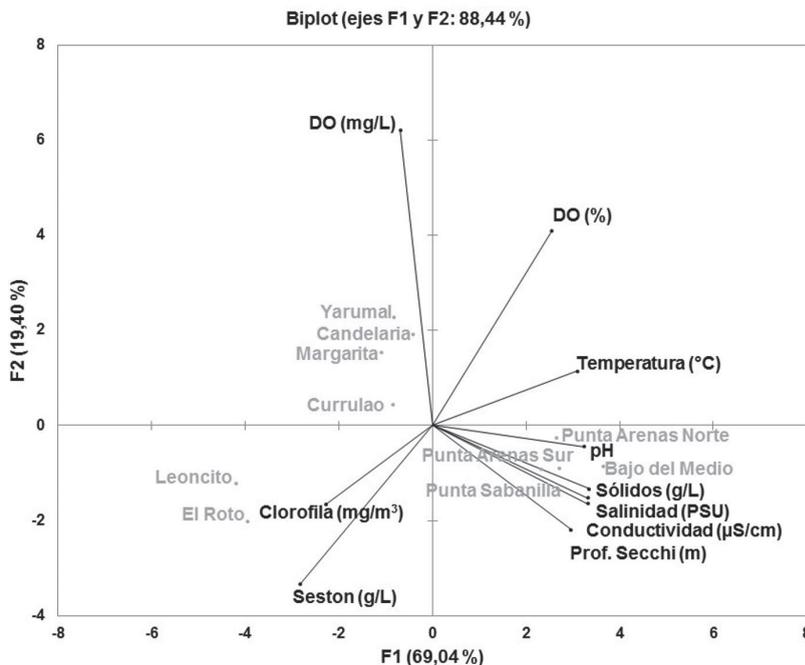


Figura 5. Análisis de Componentes Principales (ACP) de las variables fisicoquímicas del agua, medidas en los diferentes caladeros de pesca en el golfo de Urabá (departamento de Antioquia), Colombia.

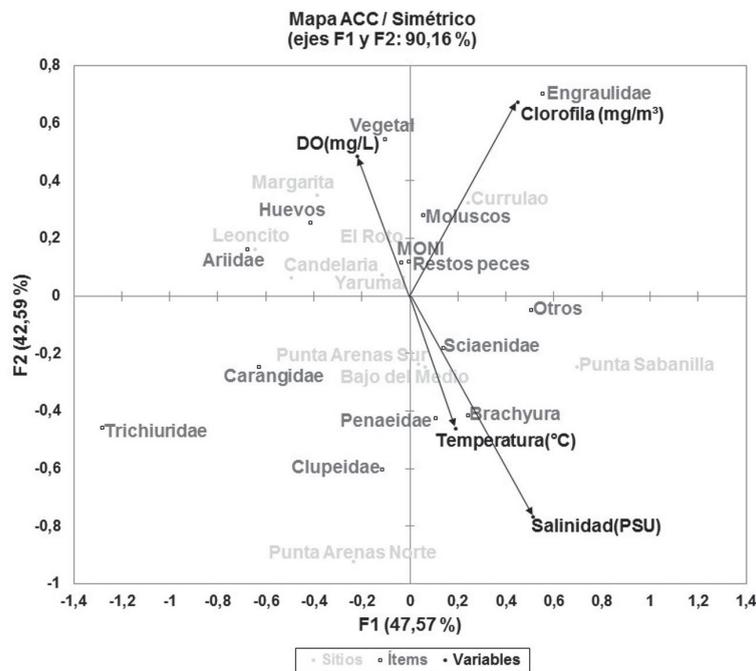


Figura 6. Análisis de Correspondencia Canónica (ACC) relacionando la abundancia de las presas en los estómagos con las variables ambientales.

Análisis entre tallas y sexos. En cuanto a la ontogenia, los valores del índice de Morisita-Horn (Horn 1966) evidencian un solapamiento únicamente entre las dietas de los peces de la talla 3 y la talla 4 ($C\lambda=0,91$; tabla 4). En el resto de las tallas la dieta es diferente significativamente. Se destaca en peces pequeños (talla 1) una mayor tendencia al consumo de crustáceos peneidos, mientras que las demás tallas consumen mayormente peces; la dieta de los individuos de la talla 2 presenta una mayor tendencia al consumo de restos de peces, especímenes

de las tallas 3 y 4 consumen preferentemente *C. mapale* y engraulidos y organismos de la talla 5 ingieren principalmente peces, específicamente de *Opisthonema oglinum* (figura 7).

Existe diferencia significativa entre las dietas de los machos y las hembras según la prueba de Mann-Whitney U ($p=0,005$), pero se debe considerar que, en este estudio, el número de estómagos con alimento de hembras (214) fue significativamente mayor al de los machos (28).

Tabla 4. Índice de Morisita-Horn (Horn, 1966) aplicado a las diferentes tallas

	Talla 1	Talla 2	Talla 3	Talla 4	Talla 5
Talla 1	x	0,1713372	0,1609916	0,1838376	0
Talla 2		x	0,4481403	0,4419186	0,0757847
Talla 3			x	0,9152656	0,1874561
Talla 4				x	0,3091959
Talla 5					x

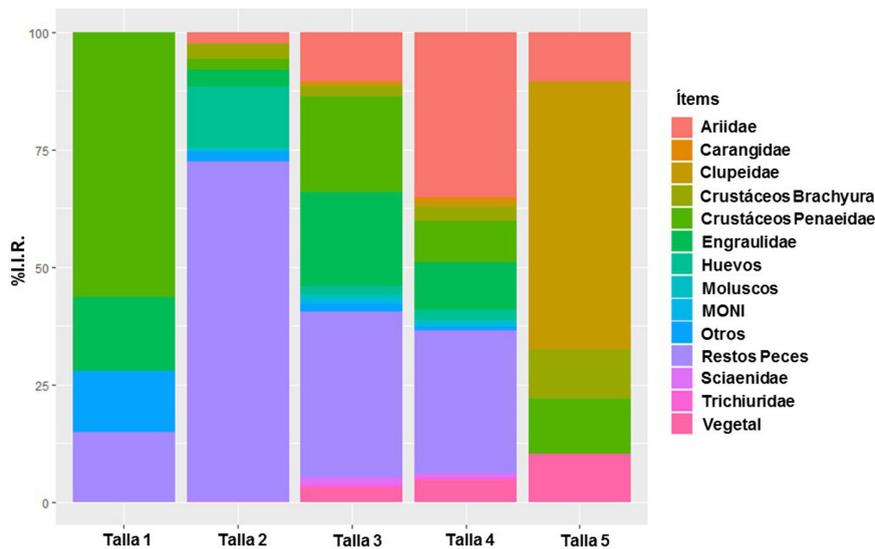


Figura 7. Ítems más importantes en la dieta de *Bagre marinus* en el golfo de Urabá (departamento de Antioquia), Colombia, según el porcentaje del Índice de Importancia Relativa (% IIR) especificado para cada caladero de pesca.

DISCUSIÓN

La dieta del barbudo de pluma *B. marinus* se compone principalmente de peces y, en menor importancia, de crustáceos peneidos y braquiuros, lo cual es un resultado similar al de Pardo-Rodríguez et al. (2003) para la Bahía de Cartagena en Colombia y al de Gunter (1945), Kobelkowsky y Castillo-Rivera (1995), Mendoza-Carranza (2003), Rudershausen y Locascio (2001) y Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez (1988) en el Golfo de México.

A diferencia del estudio de Pardo-Rodríguez et al. (2003), en este estudio el material vegetal fue un ítem frecuente e importante. Con base en los resultados de la relación longitud del intestino/longitud total del organismo, es posible considerar que la especie es omnívora.

La relación longitud del intestino/longitud total del pez, en promedio fue de 2,01 que lo puede definir como un pez omnívoro (figura 3); sin embargo, con base en los valores del índice de Levins, *B. marinus* puede ser considerado un depredador especialista ($B_i=0,14$). Cuatro de los estómagos provenientes de peces capturados en el sector de Currulao, contenían pedazos de material plástico (bolsas plásticas).

Especies pelágicas como los engraulidos, son considerados como unos de los principales transformadores de energía de fuentes primarias, que a su vez son aprovechados por

consumidores de segundo orden como el barbudo de pluma. El presente estudio muestra que la *Anchoa* spp. es la presa más importante del barbudo de pluma en el sector de Currulao. Este sitio se caracteriza por altas concentraciones de clorofila, lo que implica una alta biomasa fitoplanctónica (Gómez et al. 2005), recurso alimentario que favorece a su vez a una alta abundancia de zooplancton que es el principal alimento de los engraulidos (Robertson et al. 2015).

Mediante los análisis de traslapamiento y las variables ambientales, se evidenció variación espacial de la dieta, que está relacionada con las diferencias en las condiciones ecológicas entre las distintas zonas. En la parte norte del sistema donde hay mayor frecuencia de crustáceos peneidos en la dieta, las salinidades altas y aguas profundas favorecen la abundancia de esos grupos que buscan esas condiciones para realizar su actividad reproductiva (Cortés 1991, Gunter et al. 1964). En contraste, los peces se convierten en un alimento importante en la zona sur, principalmente en los sitios que como el delta del río Atrato, abarcan grandes extensiones de manglar, hábitat del que se ha evidenciado que por sus características de poca transparencia y salinidad y alta productividad se convierte en sitio adecuado para el refugio, alimentación y reproducción de muchas especies de peces (Blaber 2000, Blanco et al. 2015, Dantas et al. 2012, Lara-Domínguez y Yáñez-Arancibia 1999, Nagelkerken et al. 2008, Yáñez-Arancibia et al. 1994, 2014); lo anterior explica la importancia de presas como los ariidos y los huevos de

engraulidos en los estómagos de individuos capturados en esa zona. Es notable que la abundancia de huevos, larvas, juveniles y adultos de estas familias en esos ambientes del golfo ya se ha comprobado por otros estudios como el de Blanco et al. (2013), Correa y Palacio (2008), Correa et al. (2016), Leal-Flórez et al. (2017, comunicación personal), Sandoval (2012) y Sandoval et al. (2015).

En el desarrollo ontogénico de *B. marinus* se encontró diferencia en la composición de la dieta, debido a que esta puede cambiar con el crecimiento o por diferencias espacio-temporales (Pauly y Yáñez-Arancibia 1994, Yáñez-Arancibia et al. 1994, 2014). Se observó un marcado consumo de crustáceos peneidos (bentos) en los primeros estadios de crecimiento, principalmente en la zona Norte del golfo; mientras que los individuos de estadios más grandes se alimentaron en mayor medida de peces de las familias Engraulidae y Clupeidae (zona pelágica), cuyas abundancias eran mayores en la zona Sur del golfo. Estos resultados son similares a los encontrados por Sandoval et al. (2015) quienes también encontraron tendencias en los cambios ontogénicos de la dieta en otra especie de la familia Ariidae: *Ariopsis* sp.

Es indispensable seguir profundizando en el conocimiento de la biología y ecología de los otros recursos pesqueros, haciendo énfasis en aquellos de mayor importancia en términos de densidad y biomasa como el barbudo de pluma *B. marinus*. En este sentido los estudios de alimentación o dieta son fundamentales para entender el flujo de energía dentro de las redes tróficas y construir modelos necesarios para la toma de decisiones con base en un manejo ecosistémico de los recursos marinos (Dantas et al. 2010, Sánchez-Gil y Yáñez-Arancibia 1997).

En conclusión, *B. marinus* es un pez omnívoro con mayor tendencia a consumir peces como *Anchoa* spp. y *Cathorops mapale* y camarones peneidos como *Penaeus* spp. y *Xiphopenaeus kroyeri*. Los resultados respaldan la hipótesis planteada de tener una dieta basada en peces y crustáceos con diferencias en los géneros y/o especies de presas debido a las características ambientales propias del golfo. Se presentan cambios ontogénicos en la dieta, con tallas pequeñas (inmaduros) alimentándose de crustáceos e individuos de tallas grandes alimentándose de otros peces. De forma similar, se diferencian las dietas de los ejemplares capturados en la parte norte (dieta basada en crustáceos) y sur (dieta basada en peces) del golfo. Además, se pudo demostrar que la especie ajusta su dieta al gradiente estuarino en dirección sur-norte, con condiciones más marinas a medida que se va alejando de los grandes

afluentes, lo que marca una diferencia en la disponibilidad de hábitats para sus presas más abundantes como crustáceos peneidos y peces.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó gracias al Proyecto *Lineamientos Prioritarios para la Formulación de un Ordenamiento Pesquero del Golfo de Urabá* –LOPEGU. También agradecemos a la Universidad de Antioquia y a la Gobernación de Antioquia, quienes financiaron el proyecto. Le damos las gracias al equipo de trabajo por el apoyo prestado, en especial a los pescadores que dieron el máximo en cada faena de pesca, además al Grupo de Investigación en Sistemas Marinos y Costeros-GISMAC adscrito a la Corporación Académica Ambiental. El autor principal agradece al grupo de trabajo de la Sede de Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia y sus instalaciones.

REFERENCIAS

- Abilhõa V, Corrêa MFM. 1993. Catálogo de otólitos de Carangidae (Osteichthyes-Perciformes) do litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Nerítica*, 7(1-2): 119-131.
- Acero A. 2002. Order Siluriformes Ariidae sea catfishes. En: Carpenter K, editor. *The living marine resources of the western central Atlantic*. Volumen 2. Roma (Italia): Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). p. 831-852.
- Agudelo E, Ajiaco RE, Alvarez LE, Barreto CG, Borda CA, Bustamante CC, Caldas JP, De la Hoz J, Díazgranados MC, Melo G, Perucho E, Puentes V, Ramirez A, Ramirez A, Rueda M, Salinas JC, Zapata LA. 2011. Protocolo de captura de información pesquera, biológica y socio-económica en Colombia. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Dirección de Pesca y Acuicultura - Subgerencia de Pesca y Acuicultura INCODER - Conservación Internacional.
- Bernal G, Montoya J, Garizábal C, Toro M. 2005. La complejidad de la dimensión física de la problemática costera del Golfo de Urabá, Colombia. *Gestión y Ambiente*, 8(1): 123-135. <http://www.redalyc.org/pdf/1694/169421171009.pdf>
- Bernal G, Poveda G, Roldán P, Andrade C. 2006. Patrones de variabilidad de las temperaturas superficiales del mar en la costa Caribe colombiana. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 30(115): 195-208. http://www.acecfyn.com/revista/Vol_30/115/115_195_208.pdf
- Betancur-R R, Acero A. 2005. Description of *Cathorops mapale*, a new species of sea catfish (Siluriformes: Ariidae) from the Colombian Caribbean, based on morphological and mitochondrial evidence. *Zootaxa*, 1045(1): 45-60.
- Betancur-R R, Acero A, Bermingham E, Cooke R. 2007. Systematics and biogeography of New World sea catfishes (Siluriformes: Ariidae) as inferred from mitochondrial, nuclear, and morphological

- evidence. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 45(1): 339-357. DOI: 10.1016/j.ympev.2007.02.022
- Blaber SJM. 2000. Tropical estuarine fishes: ecology, exploitation and conservation. Oxford (USA): Blackwell Science Ltd.
- Blanco JF, Londoño-Mesa M, Quan-Young L, Urrego-Giraldo L, Polanía J, Osorio A, Bernal G, Correa I. 2011. The Urabá Gulf Mangrove Expedition of Colombia. ISME/GLOMIS, [fecha de acceso: septiembre 21, 2018]; 9(3): 8-10. http://www.gloomis.com/ej/pdf/EJ_9-3.pdf
- Blanco JF, Castaño MC. 2012. Efecto de la conversión del manglar a potrero sobre la densidad y tallas de dos gasterópodos en el delta del río Turbo (golfo de Urabá, Caribe colombiano). *Revista de Biología Tropical*, 60(4): 1707-1719. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44925088025>
- Blanco JF, Taborda A, Amortegui V, Arroyave A, Sandoval A, Estrada EA, Leal J, Vásquez JG, Vivas A. 2013. Deforestación y sedimentación en los manglares del golfo de Urabá: síntesis de los impactos sobre la fauna macrobentónica e íctica en el delta del río Turbo. *Gestión y Ambiente*, [fecha de acceso: septiembre 21, 2018]; 16(2): 19-36. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/39560/42030>
- Blanco JF, Ortiz LF, Urrego LE. 2015. Reservorios de biomasa aérea y de carbono en los manglares del golfo de Urabá (Caribe colombiano). *Actualidades Biológicas*, 37(103): 131-141. DOI: 10.17533/udea.acbi.v37n103a02
- Bowen S. 1996. Quantitative description of the diet. En: BR Murphy BR, DW Willis editores. *Fisheries techniques* Bethesda (USA): American Fisheries Society. p. 513-522.
- Caballero-Chávez V. 2013. Madurez y reproducción de bagre bandera *Bagre marinus* en el sudeste de Campeche. *Ciencia Pesquera*, 21(2): 13-19. https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/REVISTA/Nov2013/Caballero_CP_21-2.pdf
- Canto-Maza WG, Vega-Cendejas ME. 2007. Distribución, abundancia y preferencias alimenticias del pez sapo *Opsanus phobetron* (Batrachoididae) en la laguna costera de Chelem, Yucatán, México. *Revista de Biología Tropical*, 55(3-4): 979-988. <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v55n3-4/art21v55n3-4.pdf>
- Carpenter KE, editor. 2002. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 2: Bony fishes part 1 (Acipenseridae to Grammatidae). Rome: FAO. pp. 601-1374. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5. <http://www.fao.org/docrep/009/y4161e/y4161e00.htm>
- Cervigón F, Cipriani R, Fischer W, Garibaldi L, Hendrickx M, Lemus AJ, Márquez R, Poutiers JM, Robaina G, Rodríguez B. 1992. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. Roma: FAO. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca.
- Chevillot P, Molina A, Giraldo L, Molina C. 1993. Estudio geológico e hidrológico del Golfo de Urabá. *Boletín científico del Centro de investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas*: 79-89. http://cecolodigital.dimar.mil.co/136/1/dimarcioh_1993_boletincioh_14_79-90%20ok.pdf
- Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá (CORPOURABA). 2003. Caracterización y zonificación de los manglares del Golfo de Urabá. Apartadó (Colombia): Informe técnico del Convenio 201671 FONAM-CORPOURABÁ, Alcaldía de Turbo, Universidad de Antioquia y Capitanía de Puerto de Turbo.
- Corrêa MFM, Vianna MS. 1992/93. Catálogo de otolitos de Sciaenidae (Osteichthyes Perciformes) do litoral do Estado do Paraná, Brasil. *Nerítica*, Curitiba, 7(1-2): 13-41.
- Correa-Rendón JD, Palacio-Baena JA. 2008. Ictiofauna de las áreas de manglar en las bahías de Turbo y el Uno, Golfo de Urabá. *Gestión y Ambiente* 11(3): 43-54. <http://bdigital.unal.edu.co/18245/1/14019-41514-1-PB.pdf>
- Correa ID, Prüssmann J, Garrido AE. 2010. Geomorfología del contorno litoral Urabá-Darién, Departamentos de Antioquia y Chocó, Caribe colombiano. En: Blanco JF, Londoño MH, editores. *Expedición Caribe sur: Antioquia y Chocó costeros*. Bogotá: Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano. p. 47-72.
- Correa-Herrera T, Jiménez-Segura LF, Barletta M. 2016. Fish species from a micro-tidal delta in the Caribbean Sea. *Journal of Fish Biology*, 1(89): 863-875. <https://doi.org/10.1111/jfb.12860>
- Cortés M L. 1991. Aspectos reproductivos del camarón *Xiphopenaeus kroyeri* (Heller) en Costa Verde, Ciénaga (Caribe colombiano). *Caldasia*, [fecha de acceso: septiembre 21, 2018]; 16(79): 513-517. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/35663>
- Csirke J. 1989. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. Roma: FAO. Documentos Técnicos de Pesca No. 192.
- Daniel W. 1987. *Bioestadística Base Para El Analisis Ciencias De La Salud*. 3ª ed. Mexico: Limusa Noriega.
- Dantas DV, Barletta M, Costas MF, Barbosa SCT, Possatto FE, Ramos JAA, Lima ARA, Saint-Paul U. 2010. Movement patterns of catfishes (Ariidae) in a tropical semi-arid estuary. *Journal of Fish Biology*, 76: 2540-2557. DOI:10.1111/j.1095-8649.2010.02646.x
- Dantas DV, Barletta M, Araújo-Lima A, Almeida-Ramos J, Ferreirada Costa M, Saint-Paul U. 2012. Nursery Habitat Shifts in an Estuarine Ecosystem: Patterns of Use by Sympatric Catfish Species. *Estuarine and Coastal*, 35(2): 587-602. <http://www.jstor.org/stable/41486652>
- Díaz JM, Puyana M. 1994. *Moluscos del Caribe Colombiano*. Un catálogo ilustrado. Bogotá (Colombia): Colciencias-Fundación Natura- Invemar.
- Escobar CA. 2011. Relevancia de procesos costeros en la hidrodinámica del golfo de Urabá. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-Invemar*, 40(2): 327-346. <http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v40n2/v40n2a06.pdf>
- Ferry L, Clark S, Cailliet G. 1997. Food habits of spotted sandbass (*Paralabrax maculatofasciatus*), (Serranidae) from Bahia de Los Angeles, Baja California. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 96(1): 1-21. <https://scholar.oxy.edu/scas/vol96/iss1/1/>
- Franco L, Bashirullah KM. 1992. Alimentación de la lisa (*Mugil curema*) del Golfo de Cariaco-Estado Sucre, Venezuela. *Zootecnia*

- Tropical, 10(2): 219–238. http://sian.inia.gov.ve/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt1002/texto/alimentacion.htm
- García-Valencia C, editor. 2007. Atlas del golfo de Urabá: una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó. Santa Marta (Colombia): Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras –Invemar– y Gobernación de Antioquia. Serie de Publicaciones Especiales de Invemar N° 12.
- Gómez EE, Beltrán-León BS, López AG, Galvis JRO. 2005. Composición, distribución y abundancia del ictioplancton en la cuenca del Océano Pacífico colombiano durante septiembre de 2003. Boletín Científico CCCP, 12: 23-35.
- Gunter G. 1945. Studies on marine fishes of Texas. Publications of the Institute of Marine Science, 1(1): 1-190. Austin: University of Texas. <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/22161>
- Gunter G, Christmas JY, Killebrew R. 1964. Some relations of salinity to population distributions of motile estuarine organisms, with special reference to penaeid shrimp. Ecology, 45(1), 181-185. <https://doi.org/10.2307/1937124>
- Horn H. 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. The American Naturalist, 100(914): 419-424. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdfplus/10.1086/282436>
- Hynes HBN. 1950. The food of freshwater sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. Journal of Animal Ecology 19: 36-58. https://www.britishecologicalsociety.org/100papers/100_Ecological_Papers/100_Influential_Papers_068.pdf
- Hyslop E. 1980. Stomach contents analysis a review of methods and their application. Journal of Fish Biology, 17(4): 411-429. <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1095-8649.1980.tb02775.x>
- Kappor BB, Smit H, Verighina IA. 1975. The alimentary canal and digestion in teleosts. Advances in Marine Biology, 13: 109-239.
- Kobelkowsky A, Castillo-Rivera M. 1995. Sistema digestivo y alimentación de los bagres (Pisces: Ariidae) del Golfo de México. Hidrobiológica, 5(1-2): 95–103. <http://www.redalyc.org/pdf/578/57850208.pdf>
- Langton RW. 1982. Diet overlap between the Atlantic cod *Gadus morhua*, silver hake *Merluccius bilinearis* and fifteen other northwest Atlantic finfish. Fishery Bulletin, 80(4): 745-759. <https://www.st.nmfs.noaa.gov/spo/FishBull/80-4/langton.pdf>
- Lara-Domínguez AL, Yáñez-Arancibia A. 1999. Productividad secundaria, utilización del hábitat y estructura trófica. En: Yáñez-Arancibia A, Lara-Domínguez LA, editores. Ecosistemas de Manglar en América Tropical. Xalapa (México): Instituto de Ecología; UICN/ORMA Costa Rica; NOAA/NMFS Silver Spring MO USA. p. 153-166. http://www1.inecol.edu.mx/cv/CV_pdf/libros/Ecosistemas_Manglar_2014.pdf
- Lêmos P, Corrêa MFM, Pinheiro PC. 1995a. Catálogo de otólitos de Engraulidae (Clupeiformes Osteichthyes) do litoral do Paraná, Brasil. Arquivos Biológicos Tecnológicos, 38(3): 731-745.
- Lêmos P, Corrêa MFM, Pinheiro PC. 1995b. Catálogo de otólitos de Cupleidae (Clupeiformes- Osteichthyes) do litoral do Paraná, Brasil. Arquivos Biológicos Tecnológicos, 38(3): 747-759.
- Levins R. 1968. Evolution in changing environments: some theoretical explorations. New Jersey: Princeton University Press.
- Mann HB, Whitney DR. 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. The Annals of Mathematical Statistics, 18(1): 50-60. https://projecteuclid.org/download/pdf_1/euclid.aoms/1177730491
- Marceniuk AP, Menezes MA. 2007. Systematics of the family Ariidae (Ostariophysi, Siluriformes), with a redefinition of the genera. Zootaxa, 1416: 1-126. <http://www.mapress.com/zootaxa/2007f/zt01416p126.pdf>
- Marrero C. 1994. Métodos para cuantificar contenidos estomacales en peces. Caracas (Venezuela): Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales "Ezequiel Zamora".
- Mendoza-Carranza M. 2003. Los hábitos de alimentación del bagre *Bagre marinus* (Ariidae) en Costa Paraíso, Tabasco, México. Hidrobiológica, 13(2): 119-126. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972003000200004
- Montoya J, Toro M. 2006. Calibración de un modelo hidrodinámico para el estudio de los patrones de circulación en el golfo de Urabá. Avances en Recursos Hidráulicos, 13: 37-54. <https://core.ac.uk/download/pdf/11054712.pdf>
- Nagelkerken I, Blaber SJM, Bouillon S, Green P, Haywood M, Kirton LJ, Meynecke J, Pawlik J, Penrose HM, Sasekumar A, Somerfield PJ. 2008. The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. Aquatic Botany, 89(2): 155-185. DOI: 10.1016/j.aquabot.2007.12.007
- Ortiz LF, Blanco JF. 2012. Ámbito de los gasterópodos del manglar *Neritina virginea* (Neritidae) y *Littoraria angulifera* (Littorinidae) en la Ecorregión Darién, Caribe colombiano. Revista de Biología Tropical, 60(1): 219-232. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442012000100015
- Pardo-Rodríguez FI, Ospina-Arango JF, Álvarez-león R. 2003. Hábitos alimenticios de algunas especies ícticas de la bahía de Cartagena y aguas adyacentes, Colombia. Dahlia-Revista de la Asociación Colombiana de Ictiólogos, 6: 69-78. <https://www.acictios.org/dahlia/Revista-Dahlia-6.pdf>
- Pauly D, Yáñez-Arancibia A. 1994. Fisheries in coastal lagoons. En: Kjerfve B, editor. Coastal Lagoon Processes. Amsterdam (Países Bajos): Elsevier Science Publication. p. 377-399.
- Pinheiro P, Broadhurst MK, Hazin FHV, Bezerra T, Hamilton S. 2006. Reproduction in *Bagre marinus* (Ariidae) off Pernambuco, northeastern Brazil. Journal of Applied Ichthyology, 22(3): 189–192. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2006.00704.x>
- Pinkas L, Oliphant M, Iverson I. 1970. Food habits of Albacore, Bluefin Tuna, and Bonito in California Waters. California: State of California, The Resources Agency, Department of Fish and Game. Fish Bulletin, 152. <https://escholarship.org/uc/item/7t5868rd>
- Puentes V, Escobar FD, Polo CJ, Gutiérrez J, Castaño F, Amado C, Alonso JC, Mojica DF, Suárez AM, Ramírez JG. 2015. Evaluación Integral y Perspectivas del Sector Acuícola y Pesquero de Colombia 2015–2040. En: Ortega-Lara O, Amado AC, Córdoba-Rojas DF, Barbosa LS editores. Avances de Acuicultura y Pesca Vol. I. Bogotá (Colombia): Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca, FUNINDES. p. 51 – 76.
- Robertson DR, Peña EA, Posada JM, Claro R. 2015. Peces Costeros del Gran Caribe: sistema de Información en línea. Versión 1.0 Balboa

- (Panamá): Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. <https://biogeodb.stri.si.edu/caribbean/es/pages>
- Rossi-Wongtschowski CL, Correia-Siliprandi C; Rito-Brenha M; De Almeida Gonsales S; Santificetur C, Vaz-dos-Santos AM. 2014. Atlas of Marine Bony Fish Otoliths (Sagittae) Of Southeastern- Southern Brazil Part I: Gadiformes (Macrouridae, Moridae, Bregmacerotidae, Phycidae and Merlucciidae); Part II: Perciformes (Carangidae, Sciaenidae, Scombridae and Serranidae). Brazilian Journal of Oceanography, 62(special issue): 1-103. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-875920140637062sp1>
- Rubio M, Silveira R. 2009. Bienestar de los animales acuáticos, con fines de control sanitario. Revista Electrónica de Veterinaria [Fecha de acceso: abril 1, 2016], 10: 1-12. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617143009>
- Rudershausen PJ, Locascio JV. 2001. Dietary Habits of the Gafftopsail Catfish, *Bagre marinus*, in Tarpon Bay and Pine Island Sound, Florida. Gulf of Mexico Science 19(2): 90-96.
- Sánchez-Gil P, Yáñez-Arancibia A. 1997. Grupos ecológicos funcionales y recursos pesqueros tropicales. En: Flores-Hernández D, Sánchez-Gil P, Seijo JC, Arreguín-Sánchez F, editores. Análisis y Diagnóstico de los Recursos Pesqueros Críticos del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. EPOMEX Serie Científica, 7. p. 357-389.
- Sánchez R, Ochoa A, Mendoza A. 2013. Dieta, selectividad y solapamiento trófico entre las tallas del pez blanco *Menidia humboldtiana* (Atheriniformes: Atherinopsidae) en el embalse Tiacaque, México. Revista de Biología Tropical, 61(2): 787-796. <http://www.redalyc.org/pdf/449/44927436023.pdf>
- Sandoval LA. 2012. Efecto de la sedimentación sobre la ictiofauna en el delta del río Turbo (Golfo de Urabá, Caribe colombiano). [Tesis de Maestría] [Medellín (Colombia)]: Corporación Académica Ambiental. Universidad de Antioquia.
- Sandoval-Londoño L, Leal-Flórez J, Blanco-Libreros JF, Taborda-Marín A. 2015. Hábitos alimenticios y aspectos del uso del hábitat por el chivo cabezón *Ariopsis* sp. (aff. *assimilis*) (Siluriformes: Ariidae), en una laguna costera neotropical (Ecorregión Darién, Colombia). Actualidades Biológicas, 37(102): 55-66. <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/actbio/article/view/329008>
- Shannon CE, Weaver W. 1949. The mathematical theory of communication. Urbana, IL: The University of Illinois Press.
- Volpedo VA, Echeverría DD. 1999. Morfología de los otolitos sagittae de juveniles y adultos de *Micropogonias furnieri* (Demarest, 1823) (Sciaenidae). Thalassas: An International Journal of Marine Sciences, 15(1): 19-24.
- Volpedo VA, Echeverría DD. 2000. Catálogo y Claves de Otolitos para la identificación de peces del mar argentino. Buenos Aires (Argentina): Editorial Dunken.
- Windell JT. 1971. Food analysis and rate of digestion. En: Ricker WE, editor. Methods for assessment of fish production in fresh waters. 2nd edition. Oxford: Blackwell Scientific Publications. p. 215-226.
- Yáñez-Arancibia A, editor. 1985. Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards an ecosystem integration. Distrito Federal (México): UNAM Press.
- Yáñez-Arancibia A, Lara-Domínguez AL. 1988. Ecology of three sea catfishes (Ariidae) in a tropical coastal ecosystem – Southern Gulf of Mexico. Marine Ecology Progress Series, 49: 215-230. <https://www.int-res.com/articles/meps/49/m049p215.pdf>
- Yáñez-Arancibia A, Lara-Domínguez AL, Pauly D. 1994. Coastal lagoons as fish habitats. En: Kjerfve B editor. Coastal Lagoons Processes. Elsevier Oceanography Series, 60: 363-376. [https://doi.org/10.1016/S0422-9894\(08\)70017-5](https://doi.org/10.1016/S0422-9894(08)70017-5)
- Yáñez-Arancibia A, Day JW, Twilley RR, Day RH. 2014. Manglares: ecosistema centinela frente al cambio climático, Golfo de México. Madera y Bosques, 20: 39-75.