

*Research Article*

## Hábitos alimenticios del pargo rayado, *Lutjanus synagris* (Perciformes: Lutjanidae), en la zona norte del Caribe colombiano

Oscar Doncel<sup>1,2</sup> & Jorge Paramo<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Programa de Biología Marina, Santa Marta, Colombia

<sup>2</sup>Universidad del Magdalena, Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología Pesquera Tropical (CITEPT)

<sup>3</sup>Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT), Universität Bremen Fahrenheit Strasse 6, Bremen, Germany

**RESUMEN.** Se describen los hábitos alimenticios de *Lutjanus synagris*, mediante el análisis de contenido estomacal, considerando el espectro trófico a nivel general, por sexo y talla, los aspectos ecológicos de las presas, su distribución espacial y la relación de la dieta con las condiciones del hábitat. Se analizaron 148 estómagos, de los cuales el 45,3% estaba lleno y el 54,7% vacío. Las presas más representativas (%N) fueron: *Portunus* spp. (27,3%; n = 44) y *Squilla intermedia* (10,6%; n = 17). El análisis gravimétrico (%P) mostró que entre las categorías con mayor peso se encontraron: Gastropoda (31,8%; 51,7 g) y *Farfantepenaeus* spp. (17,5%; 28,5 g). La frecuencia de ocurrencia (%FO) mostró que: *Portunus* spp. (25,8%; 17 estómagos) y *S. intermedia* (10,5%; 7 estómagos) fueron las presas más frecuentes. Según el %IR, las categorías más representativas en la dieta fueron *Portunus* spp. (43,0%) y Gastropoda (13,4%). Se identificaron cuatro categorías como presas principales: Portunidae (837,06), Gastropoda (260,29), Squillidae (234,66) y Penaeidae (218,05), dos como presas secundarias: Sicyoniidae (126,35) y Trichiuridae (75,64) y las demás como presas circunstanciales. La distribución espacial de la amplitud del nicho trófico y de las tallas de *L. synagris*, permitió identificar dos zonas: la primera entre Riohacha y Dibulla con los valores más altos de amplitud del nicho trófico (0,64 a 1,00) denotando predadores generalista y donde se registraron las tallas menores y la segunda, entre Riohacha y Punta Gallinas con los valores más bajos de amplitud del nicho trófico (0,00 a 0,23), donde los individuos mostraron alto grado de especialización en la dieta y las tallas mayores.

**Palabras clave:** *Lutjanus synagris*, pargo rayado, hábitos alimenticios, dieta, Caribe colombiano.

## Food habits of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Perciformes: Lutjanidae), in the north zone of the Colombian Caribbean

**ABSTRACT.** This work describes the food habits of *Lutjanus synagris* by means of stomach content analysis, considering the trophic spectrum in general as well as by sex and size, the ecological aspects of the preys, their spatial distribution, and the relationship of the diet with the habitat conditions. In the analysis of 148 stomachs 45.3% were found to be full and 54.7% empty. The most representative preys (%N) were: *Portunus* spp. (27.3%; n = 44) and *Squilla intermedia* (10.6%; n = 17), whereas the gravimetric analysis (%P) showed the heaviest preys to be Gastropoda (31.8%; 51.74 g) and *Farfantepenaeus* spp. (17.5%; 28.52 g). The frequency of occurrence (%FO) showed that *Portunus* spp. (25.4%; 17 stomachs) and *S. intermedia* (10.5%; 7 stomachs) were the most frequent preys. According to the IRI (%), *Portunus* spp. (43.01%) and Gastropoda (13.38%) were the most representative categories. The diet of *L. synagris* was found to consist of four types of main preys: Portunidae (837.06), Gastropod (260.29), Squillidae (234.66), and Penaeidae (218.05); and two types of secondary preys: Sicyoniidae (126.35) and Trichiuridae (75.64); with all others being incidental preys. The spatial distribution of the breadth of the trophic niche and the size of *L. synagris* allowed us to identify two zones. The first, between Riohacha and Dibulla, had the highest niche breadth values (0.64-1.00), denoting generalist predators, and the smallest specimens of *L. synagris*. The second zone, between Riohacha and Punta Gallinas, had the lowest niche breath values (0.00-0.23), indicating a high degree of dietary specialization, and the largest-sized individuals.

**Keywords:** *Lutjanus synagris*, lane snapper, food habits, diet, Colombian Caribbean.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la mayoría de las pesquerías se encuentra en su máximo nivel de explotación o sobreexplotadas, lo cual ha estimulado el desarrollo de un enfoque ecosistémico para su manejo (EEMP) (Gislason *et al.*, 2000; Sainsbury & Sumaila, 2001; Hall & Mainprize, 2004; Cury *et al.*, 2005; Garcia & Cochrane, 2005). Por lo tanto, es indispensable considerar las diferentes interacciones ecológicas, especialmente aquellas de naturaleza trófica como las relaciones interespecíficas (Bax, 1998; Link, 2002). En este sentido, se hace necesario el conocimiento de los hábitos alimenticios y así entender la biología y ecología de los organismos (Gerking, 1994). Este tipo de estudios ha tenido gran relevancia para entender el papel que juegan las diferentes especies dentro de un ecosistema, aportando información indispensable para definir lineamientos en el manejo de los recursos pesqueros (Saucedo-Lozano, 2000; Rojas *et al.*, 2004).

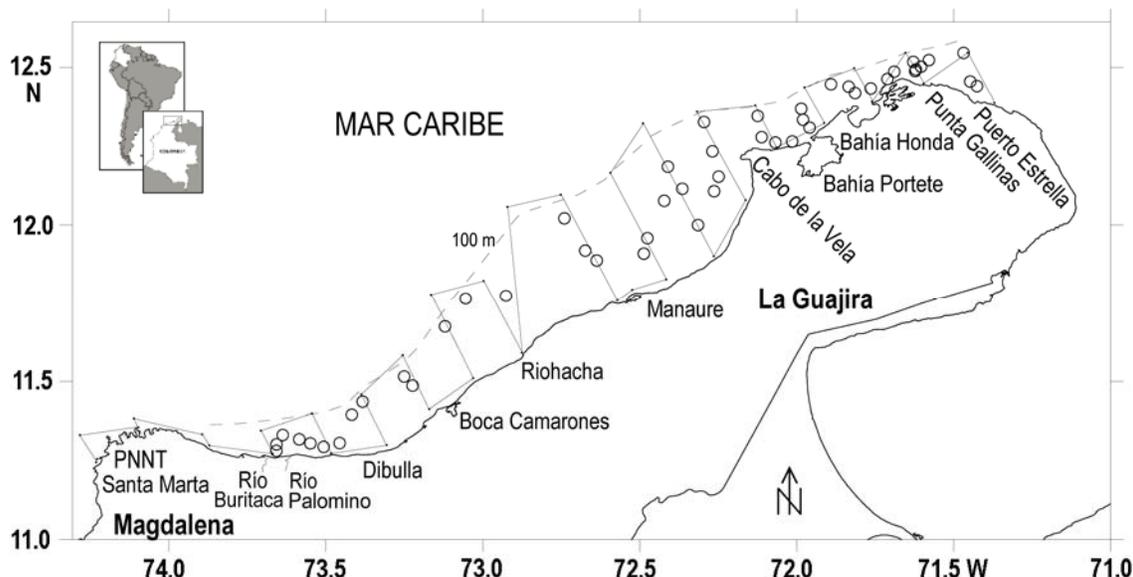
Los pargos son uno de los recursos demersales más importantes en las zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo, ya que son aprovechados intensivamente debido a la excelente calidad de su carne y alto valor comercial (Cervigón *et al.*, 1992; Arreguín-Sánchez & Manickchand-Heileman, 1998). La mayoría de las especies habitan profundidades intermedias hasta 100 m (Allen, 1985). El pargo rayado (*Lutjanus synagris*) se distribuye en el Atlántico occidental, desde Carolina del Norte en Estados Unidos hasta el sureste de Brasil, incluyendo el mar Caribe y el golfo de México. En el Caribe colombiano la extracción de este recurso es realizada por pescadores artesanales con palangre y por barcos industriales como pesca acompañante del camarón; en esta pesquería, una de las especies más abundante y con mayor importancia comercial es *L. synagris* (Allen, 1985; Cervigón *et al.*, 1992; Anderson, 2002). En la pesquería de pargo se generan aproximadamente 800 empleos directos, más de un centenar de empleos indirectos y beneficios socioeconómicos a gran parte de la comunidad pesquera (Viloria, 1993), la producción es netamente de consumo nacional y constituye la principal fuente de sustento económico de la mayoría de los pescadores artesanales. Sin embargo, el pargo rayado ha sido sometido a una fuerte presión pesquera, lo cual se ha visto reflejado en la disminución de las capturas.

En general, se han descrito los hábitos alimenticios de *L. synagris* que se alimenta de peces pequeños, camarones, cangrejos, cefalópodos, gasterópodos y gusanos, ocupando así un papel esencial en la dinámica trófica del ecosistema (Allen, 1985; Anderson, 2002). Se tiene referencia solo de tres

estudios realizados en diferentes zonas del Caribe colombiano. El primero por De Nogaes (1974) en la zona norte y sur del Caribe colombiano, donde a partir de ejemplares tomados de la pesca acompañante de camarón, se examinaron 574 estómagos, estableciendo que el 45,3% se encontraban llenos y el 54,7% vacíos, además determinó que los principales componentes de la dieta fueron peces, crustáceos y moluscos. El segundo estudio se realizó en el Parque Nacional Natural Tayrona por Arévalo (1996), quien describió los hábitos alimenticios, a partir del análisis de 139 estómagos, determinando que las presas principales son: crustáceos y peces. Por último, se encuentra el estudio realizado en el golfo de Salamanca por Duarte & Von Schiller (1997), que describieron la dieta y los hábitos alimenticios de *L. synagris*, a partir del análisis de 128 estómagos, de los cuales el 73,8% contenía alimento (fundamentalmente crustáceos) y el 26,2% estaban vacíos y la dieta estuvo compuesta fundamentalmente por crustáceos. Sin embargo, ninguno de estos autores han considerado la distribución espacial de las tallas de *L. synagris*, lo cual puede generar diferentes preferencias en los hábitos alimenticios. En este trabajo se describen los hábitos alimenticios de *L. synagris*, mediante el análisis de contenido estomacal, teniendo en cuenta el espectro trófico a nivel general, por sexo y talla, los aspectos ecológicos de sus presas, su distribución espacial y la relación de la dieta con las condiciones del hábitat.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprendió la zona norte del Caribe colombiano desde Santa Marta (11°16'N-74°14'W) a Puerto Estrella (12°24'N-71°48'W), hasta 100 m de profundidad (Fig. 1). Al norte de la Península de La Guajira la plataforma continental es muy estrecha, con profundidades de 200 m a unas 10 mn de la costa y frente a Punta Gallinas a solo 3 mn. Hacia el oeste, desde el Cabo de la Vela la plataforma se ensancha y alcanza un máximo de unas 25 mn frente a Riohacha, luego en inmediaciones del río Palomino vuelve a reducirse y prácticamente desaparece en el sector del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) y Santa Marta (Quintero, 1992; Álvarez-León *et al.*, 1995). La zona norte del Caribe colombiano está dividida en tres ecoregiones: Tayrona con acantilados, bahías y ensenadas, mosaicos coralinos y presencia de surgencia estacional; Palomino con playas de arenas, ríos, manglares y pastos marinos y La Guajira con influencia de la surgencia estacional, elevada productividad primaria, fanerógamas y algas (Díaz-Pulido, 1997; Díaz-Pulido *et al.*, 2000). La estacionalidad climática de esta zona se encuentra



**Figura 1.** Área de estudio, estaciones de muestreo (o), diseño del crucero (—).

**Figure 1.** Study area, sampling stations (o), survey design (—).

influenciada por el patrón de circulación de los vientos alisios y por el desplazamiento norte-sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), que genera la presencia de cuatro periodos climáticos anuales: de diciembre a abril se encuentra la época seca mayor, con frecuencia y velocidad de los alisios más intensa; de mayo a junio esta la época húmeda menor; seguida de la seca menor de julio y agosto, y por último la época húmeda mayor entre septiembre y noviembre, con mayor influencia de vientos del suroeste y debilitamiento del noreste (Pujos *et al.*, 1986; Bula-Meyer, 1990; Andrade *et al.*, 2003). Esta zona también se encuentra influenciada por la corriente del Caribe en sentido este-oeste, que se relaciona con los vientos alisios provenientes del noreste y la contracorriente de Colombia, en sentido oeste-este, relacionada con los vientos provenientes del suroeste. La corriente del Caribe es adyacente al litoral cuando hay mayor influencia de los alisios durante la época seca, aunque no es muy notoria en el suroeste colombiano. A diferencia, la contracorriente de Colombia se percibe durante la época húmeda, ocasionalmente en época seca y solamente hasta el Cabo de la Vela. La corriente ascensional (surgencia) que afecta la costa colombiana coincide con la corriente del Caribe, teniendo su mayor influencia entre Puerto Colombia y Punta Gallinas (Bula-Meyer, 1990).

Se realizó un crucero de investigación pesquera a bordo del B/I Ancón, entre el 6 y 17 de febrero de 2006, usando un diseño de muestreo sistemático, con transectos paralelos y perpendiculares a la costa, espaciados regularmente cada 10 mn náuticas (Fig. 1).

Las muestras biológicas se tomaron mediante red de arrastre demersal, con duración promedio por arrastre de 15 min (Folmer & Pennington, 2000), sobre fondos arrastrables y contornos de profundidad paralelos a la costa < 50 m y de 50 a 100 m.

Se realizaron 48 arrastres, en cada estación se tomaron muestras de sedimento con una draga Van Veen, con una cobertura de 0,07 m<sup>2</sup>, y se determinaron los valores de Phi (-2 a -1: gránulos; -1 a 0: arenas muy gruesas; 0 a 1: arenas gruesas; 1 a 2: arenas medianas; 2 a 3: arenas finas; 3 a 4: arenas muy finas; >4: lodos) (Buchanan, 1984). La información oceanográfica de temperatura y salinidad se registró mediante un CTD Sea Bird Electronics SBE y la profundidad del fondo se determinó con una ecosonda científica Simrad EY500. A los individuos capturados de *L. synagris* se les midió la longitud total (LT), peso total (PT) y sexo. Para el análisis de contenido estomacal, se tomaron los individuos capturados en cada arrastre, excluyendo los que presentaban signos de regurgitación (contenido estomacal en la boca), se realizó la disección ventral en sentido anterior-posterior, ligando los dos extremos del estómago, teniendo precaución que no se derramara su contenido. El material obtenido se conservó en formol al 4%.

Se estimaron tres medidas relativas de la cantidad de presas propuestas por Hyslop (1980): numérica (%N), gravimétrica (%P) y frecuencia de ocurrencia (%FO). Para corroborar la importancia de cada componente de la dieta se utilizó el índice de importancia relativa (IIR), donde se incorporaron las tres medidas anteriores (Pinkas *et al.*, 1971).

$$\text{IIR} = (\%N + \%P) \times \%FO$$

El valor de IIR se interpretó según la escala propuesta por Gherbi-Barre (1983) el cual considera que valores de 0 a 20 corresponden a presas circunstanciales, 21 a 200 son presas secundarias y 201 a 20000 son presas principales. Cada una de las medidas relativas de cantidad de presas al igual que el IIR se calculó en hembras, machos e indeterminados por separado y por rangos de talla.

La diversidad del espectro trófico se calculó mediante el índice de Shannon-Wiener (Vandermeer, 1981).

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_j \ln P_j$$

donde  $H'$  es el índice de Shannon-Wiener,  $P_j$  es el número de especies  $i$ , expresado como la proporción de la suma de  $P_j$  de las especies presa. Los valores varían entre 0 y 6, valores  $< 3$  indican una dieta poco diversa y  $> 3$  indican una dieta diversa. Además, se calculó el índice de uniformidad de Pielou (Krebs, 1989) para establecer que tan uniformemente se distribuyen los individuos (presas) entre las diferentes categorías.

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

donde  $J'$  es el índice de uniformidad de Pielou,  $H'$  es el índice de Shannon-Wiener y  $H'_{max}$  es la diversidad máxima. Los valores de este índice varían entre 0 y 1, valores cercanos a 0 indican baja uniformidad y valores cercanos a 1 indican alta uniformidad. También se empleó el índice de Levin estandarizado para el análisis de la amplitud del nicho trófico (Krebs, 1989).

$$Ba = \frac{\left[ \left( \frac{1}{\sum p_j^2} \right) - 1 \right]}{n-1}$$

donde  $Ba$  es el índice de Levin,  $p_j^2$  corresponde a la proporción de la dieta de las especies presa  $j$  y  $n$  es el número total de especies presa. Los valores de este índice varían entre 0 y 1, valores  $< 0,6$  indican una dieta dominada por pocas presas (predador especialista) y valores  $> 0,6$  indican que es un predador generalista (Krebs, 1989; Labropoulou & Eleftheriou, 1997). Cada uno de estos índices se calculó a nivel general y por sexo, y se realizaron mapas de distribución espacial mediante interpolación por kriging.

Para establecer la relación de la talla media de captura de *L. synagris* (variable dependiente) con las condiciones del hábitat (variables independientes o predictores) y la relación de las presas (IIR) e índices ( $H'$ ,  $J'$ ,  $Ba$  y número de presas - variables dependientes) con la talla media de captura (variable

independiente o predictor), se emplearon modelos aditivos generalizados (GAM) utilizando un suavizador spline ( $s$ ) y una función Gaussiana (Hastie & Tibshirani, 1990).

$$y = \alpha + \sum_{i=1}^n f_i(X_i) + \varepsilon$$

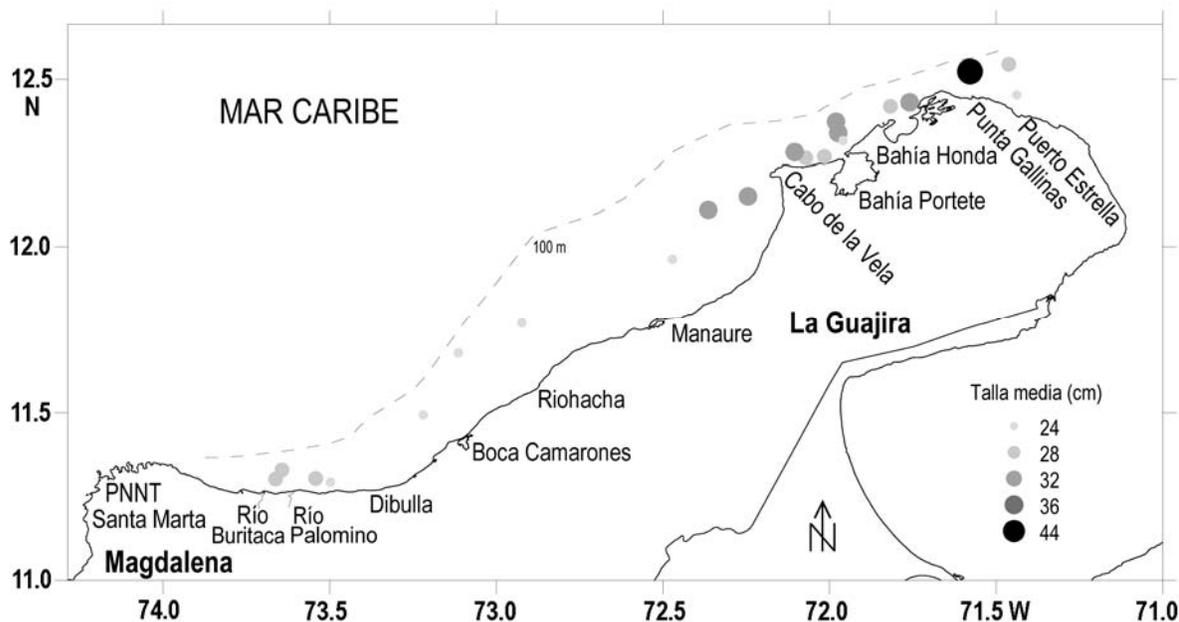
donde  $y$  es una variable de la respuesta,  $X_i$  son los predictores,  $f_i$  es la resultante de la función de suavizamiento,  $\alpha$  es una constante y  $\varepsilon$  es el error. El análisis diagnóstico de los GAM incluyó el porcentaje de la devianza explicada por el modelo (se escoge el modelo con mayor porcentaje de devianza explicada) (Burnham & Anderson, 2002).

$$\text{Devianza explicada} = \frac{\text{Devianza nula} - \text{Devianza residual}}{\text{Devianza nula}}$$

## RESULTADOS

*L. synagris* presentó una segregación espacial de acuerdo a la talla (Fig. 2), ya que al noreste entre Manaure y Puerto Estrella se encontraron los individuos mayores (adultos), donde se registraron las menores temperaturas y al suroeste, entre Manaure y la desembocadura del río Buritaca, se encontraron individuos pequeños (juveniles), lugar donde se registraron las mayores temperaturas.

Se analizaron 148 estómagos, de los cuales el 45,3% se encontró lleno y el 54,7% vacío. El espectro trófico estuvo compuesto por 30 categorías presa y se cuantificaron 161 ejemplares con una biomasa de 162,84 g. Los anélidos tuvieron un aporte de 0,6% ( $n = 1$ ) en número y 4,5% (7,40 g) en biomasa, los moluscos 3,7% ( $n = 6$ ) y 31,9% (51,92 g), los artrópodos 85,7% ( $n = 138$ ) y 39,0% (63,52 g) y los cordados 9,9% ( $n = 16$ ) y 24,6% (40,00 g) (Tabla 1). Las presas más representativas (%N) fueron *Portunus* spp. (27,3%;  $n = 44$ ) y *Squilla intermedia* (10,56%;  $n = 17$ ). El análisis gravimétrico (% P) mostró que las categorías con mayor peso fueron: Gastropoda (31,8%; 51,74 g) y *Farfantepenaeus* spp. (17,5%; 28,5 g). *Portunus* spp. (25,4%; 17 estómagos) y *S. intermedia* (10,5%; 7 estómagos) fueron las presas más frecuentes (% FO). Las categorías más representativas (% IIR) en la dieta fueron *Portunus* spp. y Gastropoda (43,0 y 13,4% respectivamente) (Tabla 1). De los peces analizados 77 fueron hembras, 69 machos y dos indeterminados. El 50,7% de los estómagos de las hembras se encontró lleno y el 49,4% vacío, en los machos el 40,6% de los estómagos estaba lleno y el 59,4% vacío y en los indeterminados el 100,0% se encontró vacío. La talla media de las hembras fue de  $27,51 \pm 5,71$  cm (LT) y su dieta estuvo compuesta por 23 categorías,



**Figura 2.** Distribución espacial de las tallas medias (longitud total, cm) de *Lutjanus synagris* en la zona norte del Caribe colombiano.

**Figure 2.** Spatial distribution of mean sizes (total length, cm) of *Lutjanus synagris* in the north zone of Colombian Caribbean.

entre las más representativas se encontraron: *Portunus* spp., Gastropoda, *S. intermedia*, *Meiosquilla schmitti*, *Sicyonia typica*, *Sicyonia stimpsoni* y *Farfantepenaeus* spp. Los machos tuvieron talla media de  $29,35 \pm 5,36$  cm (LT) y su dieta estuvo compuesta por 16 categorías siendo las más representativas *Portunus* spp., *Farfantepenaeus* spp., *Trichiurus lepturus*, *Squilla empusa*, *S. stimpsoni* y Annelida (Fig. 3). La talla media de los ejemplares indeterminados fue de  $30,50 \pm 1,98$  cm LT y no presentaron ninguna categoría en su dieta.

De los peces analizados, 46 pertenecían a tallas (LT) entre 16,3 y 25,0 cm, 60 entre 25,0 y 32,3 cm y 42 entre 32,3 y 43,2 cm. La dieta de los individuos pertenecientes al primer rango de tallas (16,33 a 25,03 cm) fue constituida por 16 categorías, siendo las más representativas *Portunus* spp., *S. intermedia*, *S. typica*, *M. schmitti*, *S. stimpsoni* y *Larimus breviceps*. Para los individuos del segundo rango de tallas (25,0 a 32,3 cm) la dieta estuvo compuesta por 17 categorías, siendo las más importantes *Portunus* spp., *S. stimpsoni*, *M. schmitti*, *S. empusa*, *S. intermedia* y Gastropoda. La dieta para los individuos del último rango de tallas (32,3 a 43,2 cm) estuvo compuesta por 11 categorías, siendo las principales *Portunus* spp., *Farfantepenaeus* spp., *T. lepturus*, *Syacium papillosum*, *Calappa tortugae* y Gastropoda.

De acuerdo al índice de importancia relativa se identificaron cuatro categorías de presas principales en la dieta: Portunidae (837,06), Gastropoda (260,29), Squillidae (234,66) y Penaeidae (218,05), dos como secundarias: Sicyoniidae (126,35) y Trichiuridae (75,64) y las demás como circunstanciales (Fig. 3).

El valor de la diversidad ( $H'$ ) del espectro trófico fue bajo (1,15), lo cual indicó una dieta poco diversa. A diferencia, el valor de la uniformidad ( $J'$ ) fue alto (0,78), indicando que la mayoría de las presas fueron consumidas en proporciones similares. El valor de la amplitud del nicho trófico ( $Ba$ ) fue bajo (0,05), indicando una amplitud mínima. La diversidad del espectro trófico por sexos, mostró que la dieta en las hembras fue más diversa (1,05) que en los machos (0,96). La uniformidad para las hembras fue levemente menor (0,77) respecto a los machos (0,79). La amplitud de nicho trófico fue mínima y en las hembras fue menor (0,06) que en los machos (0,10).

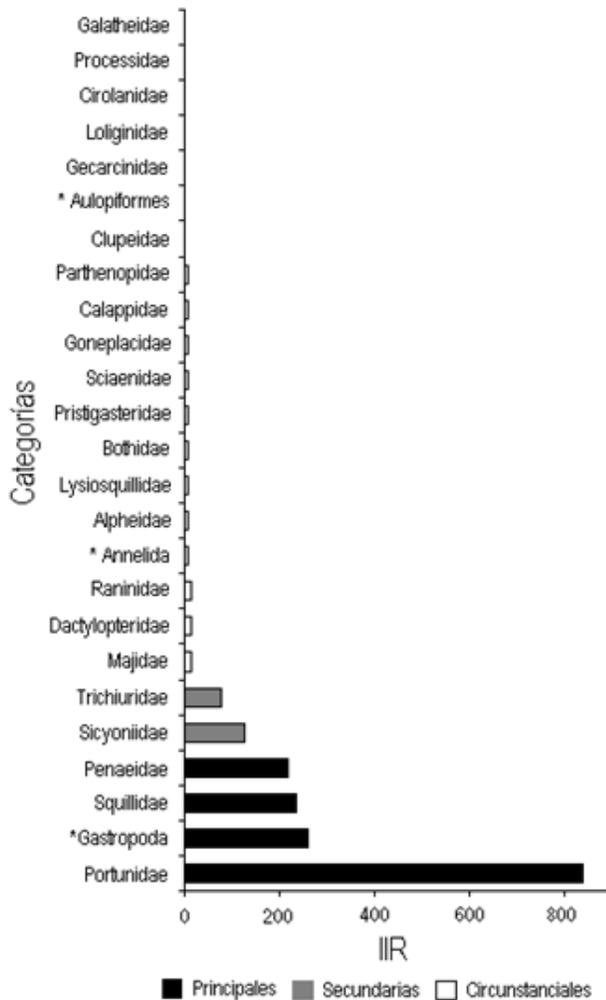
Al noreste, entre el Cabo de la Vela y Puerto Estrella, se registraron los menores valores de diversidad ( $H'$ ) del espectro trófico (0,00 a 0,31), donde se encontraron las mayores tallas de *L. synagris*, con una pequeña zona frente a bahía Portete con valores medios de 0,58 y 0,61. Mientras que al suroeste, entre Manaure y Dibulla, se encontraron los mayores valores de diversidad (0,30 a 1,04) (Fig. 4a), donde se encontraron las tallas menores de *L.*

**Tabla 1.** Composición de la dieta, en porcentaje en número (% N), porcentaje en peso (% P), porcentaje frecuencia de ocurrencia (% FO) y porcentaje Índice de Importancia Relativa (% IIR). En negrita se indican los valores totales.

**Table 1.** Diet composition, in number (% N), weight (% P), occurrence frequency (% FO) and Index of Relative Importance (% IRI) percentages. In bold are indicated the total values.

Orden	Familia	Especie	N(n)	P(g)	FO(n)	%N	%P	%FO	IRI	%IRI
Annelida* Total			<b>1</b>	<b>7,40</b>	<b>1</b>	<b>0,62</b>	<b>4,54</b>	<b>1,49</b>	<b>7,71</b>	<b>0,40</b>
Mollusca Total			<b>6</b>	<b>51,92</b>	<b>6</b>	<b>3,73</b>	<b>31,88</b>	<b>8,96</b>	<b>261,38</b>	<b>13,43</b>
	Gastropoda*		5	51,74	5	3,11	31,77	7,46	260,29	13,38
	Teuthoidea	Loliginidae*	1	0,18	1	0,62	0,11	1,49	1,09	0,06
Arthropoda Total			<b>138</b>	<b>63,52</b>	<b>82</b>	<b>85,71</b>	<b>39,01</b>	<b>122,39</b>	<b>1494,16</b>	<b>76,78</b>
	Stomatopoda	Lysiosquillidae	<b>3</b>	<b>0,47</b>	<b>2</b>	<b>1,86</b>	<b>0,29</b>	<b>2,99</b>	<b>6,43</b>	<b>0,33</b>
		<i>Lysiosquilla scabricauda</i> *	3	0,47	2	1,86	0,29	2,99	6,43	0,33
		Squillidae	<b>38</b>	<b>6,42</b>	<b>18</b>	<b>23,60</b>	<b>3,94</b>	<b>26,87</b>	<b>234,66</b>	<b>12,06</b>
		<i>Meiosquilla schmitti</i> *	15	1,74	5	9,32	1,07	7,46	77,52	3,98
		<i>Squilla empusa</i> *	5	2,40	5	3,11	1,47	7,46	34,17	1,76
		<i>Squilla intermedia</i> *	17	1,75	7	10,56	1,08	10,45	121,55	6,25
		<i>Squilla rugosa</i> *	1	0,53	1	0,62	0,32	1,49	1,41	0,07
	Isopoda	Cirolanidae*	<b>1</b>	<b>0,14</b>	<b>1</b>	<b>0,62</b>	<b>0,09</b>	<b>1,49</b>	<b>1,06</b>	<b>0,05</b>
	Decapoda	Penaeidae	<b>11</b>	<b>28,52</b>	<b>6</b>	<b>6,83</b>	<b>17,52</b>	<b>8,96</b>	<b>218,05</b>	<b>11,20</b>
		<i>Penaeus</i> spp.*	11	28,52	6	6,83	17,52	8,96	218,05	11,20
		Sicyoniidae	<b>25</b>	<b>4,21</b>	<b>11</b>	<b>15,53</b>	<b>2,58</b>	<b>16,42</b>	<b>126,35</b>	<b>6,49</b>
		<i>Sicyonia</i> sp.*	1	2,30	1	0,62	1,41	1,49	3,04	0,16
		<i>Sicyonia simpsoni</i> *	14	0,75	6	8,70	0,46	8,96	81,97	4,21
		<i>Sicyonia typica</i> *	10	1,16	4	6,21	0,71	5,97	41,35	2,12
		Alpheidae	<b>2</b>	<b>1,50</b>	<b>2</b>	<b>1,24</b>	<b>0,92</b>	<b>2,99</b>	<b>6,46</b>	<b>0,33</b>
		<i>Alpheus</i> sp.*	2	1,50	2	1,24	0,92	2,99	6,46	0,33
		Processidae	<b>1</b>	<b>0,10</b>	<b>1</b>	<b>0,62</b>	<b>0,06</b>	<b>1,49</b>	<b>1,02</b>	<b>0,05</b>
		<i>Processa</i> sp.*	1	0,10	1	0,62	0,06	1,49	1,02	0,05
		Galatheidae	<b>1</b>	<b>0,10</b>	<b>1</b>	<b>0,62</b>	<b>0,06</b>	<b>1,49</b>	<b>1,02</b>	<b>0,05</b>
		<i>Munida</i> sp.*	1	0,10	1	0,62	0,06	1,49	1,02	0,05
		Raninidae	<b>2</b>	<b>5,90</b>	<b>2</b>	<b>1,24</b>	<b>3,62</b>	<b>2,99</b>	<b>14,52</b>	<b>0,75</b>
		<i>Raninoides</i> sp.*	2	5,90	2	1,24	3,62	2,99	14,52	0,75
		Calappidae	<b>1</b>	<b>2,97</b>	<b>1</b>	<b>0,62</b>	<b>1,82</b>	<b>1,49</b>	<b>3,65</b>	<b>0,19</b>
		<i>Calappa tortugae</i> *	1	2,97	1	0,62	1,82	1,49	3,65	0,19
		Majidae	<b>4</b>	<b>0,24</b>	<b>4</b>	<b>2,48</b>	<b>0,14</b>	<b>5,97</b>	<b>15,69</b>	<b>0,81</b>
		<i>Euprognatha</i> sp.*	4	0,24	4	2,48	0,14	5,97	15,69	0,81
		Parthenopidae	<b>2</b>	<b>1,13</b>	<b>1</b>	<b>1,24</b>	<b>0,69</b>	<b>1,49</b>	<b>2,89</b>	<b>0,15</b>
		<i>Parthenope granulata</i> *	2	1,13	1	1,24	0,69	1,49	2,89	0,15
		Portunidae	<b>44</b>	<b>9,22</b>	<b>17</b>	<b>27,33</b>	<b>5,66</b>	<b>25,37</b>	<b>837,06</b>	<b>43,01</b>
		<i>Portunus</i> spp.*	44	9,22	17	27,33	5,66	25,37	837,06	43,01
		Goneplacidae	<b>2</b>	<b>0,55</b>	<b>2</b>	<b>1,24</b>	<b>0,34</b>	<b>2,99</b>	<b>4,72</b>	<b>0,24</b>
		<i>Nanoplax xanthiformis</i> *	2	0,55	2	1,24	0,34	2,99	4,72	0,24
		Gecarcinidae	<b>1</b>	<b>0,29</b>	<b>1</b>	<b>0,62</b>	<b>0,18</b>	<b>1,49</b>	<b>1,19</b>	<b>0,06</b>
		<i>Gecarcinus</i> sp.*	1	0,29	1	0,62	0,18	1,49	1,19	0,06
		Crustaceos indeterminados		1,76	12		1,08	17,91	19,39	1,00
Chordata Total			<b>16</b>	<b>40,00</b>	<b>23</b>	<b>9,94</b>	<b>24,56</b>	<b>34,33</b>	<b>182,82</b>	<b>9,39</b>
	Clupeiformes	Pristigasteridae	<b>2</b>	<b>3,90</b>	<b>1</b>	<b>1,24</b>	<b>2,40</b>	<b>1,49</b>	<b>5,43</b>	<b>0,28</b>
		<i>Chirocentron bleekeri</i> anu	2	3,90	1	1,24	2,40	1,49	5,43	0,28
		Clupeidae	<b>1</b>	<b>0,70</b>	<b>1</b>	<b>0,62</b>	<b>0,43</b>	<b>1,49</b>	<b>1,57</b>	<b>0,08</b>
		<i>Harengula jaguana</i> *	1	0,70	1	0,62	0,43	1,49	1,57	0,08
	Aulopiiformes*		<b>1</b>	<b>0,40</b>	<b>1</b>	<b>0,62</b>	<b>0,25</b>	<b>1,49</b>	<b>1,29</b>	<b>0,07</b>
	Scorpaeniiformes	Dactylopteridae	<b>2</b>	<b>6,10</b>	<b>2</b>	<b>1,24</b>	<b>3,75</b>	<b>2,99</b>	<b>14,89</b>	<b>0,77</b>
		<i>Dactylopterus volitans</i> *	2	6,10	2	1,24	3,75	2,99	14,89	0,77
	Percefiformes	Sciaenidae	<b>1</b>	<b>4,70</b>	<b>1</b>	<b>0,62</b>	<b>2,89</b>	<b>1,49</b>	<b>5,24</b>	<b>0,27</b>
		<i>Larimus breviceps</i> *	1	4,70	1	0,62	2,89	1,49	5,24	0,27
		Trichiuridae	<b>8</b>	<b>12,54</b>	<b>4</b>	<b>4,97</b>	<b>7,70</b>	<b>5,97</b>	<b>75,64</b>	<b>3,89</b>
		<i>Trichiurus lepturus</i> *	8	12,54	4	4,97	7,70	5,97	75,64	3,89
	Pleuronectiform	Bothidae	<b>1</b>	<b>5,00</b>	<b>1</b>	<b>0,62</b>	<b>3,07</b>	<b>1,49</b>	<b>5,51</b>	<b>0,28</b>
		<i>Syacium papillosum</i> *	1	5,00	1	0,62	3,07	1,49	5,51	0,28
		Peces indeterminados		6,66	12		4,09	17,91	73,25	3,76

\*Categorías de presas



**Figura 3.** Índice de Importancia Relativa (IIR) de las categorías de presas encontradas en la dieta de *Lutjanus synagris*. \* indica diferentes categorías al nivel taxonómico de familia.

**Figure 3.** Index of Relative Importance (IRI) of preys category found in diet of *Lutjanus synagris*. \* indicates categories different to taxonomic family level.

*synagris*. La uniformidad (J') tuvo el menor valor al noreste frente al Cabo de la Vela (0,52), con una zona uniformemente mayor entre bahía Portete y Punta Gallinas (0,72 a 0,99), la mayor uniformidad se determinó al suroeste entre Riohacha y Dibulla (0,80 a 1,00) (Fig. 4b). Los menores valores de amplitud del nicho trófico (Ba) se estimaron entre Riohacha y Punta Gallinas (0,00 a 0,23), con una pequeña zona frente a bahía Portete con valor medio de 0,64 mientras que entre Riohacha y Dibulla los valores de (Ba) fueron mayores (0,64 a 1,00) (Fig. 4c).

Los individuos con talla de 28 cm de LT prefieren presas de la familia Sicyoniidae y los de 32 cm de LT prefieren presas de las familias Squillidae y

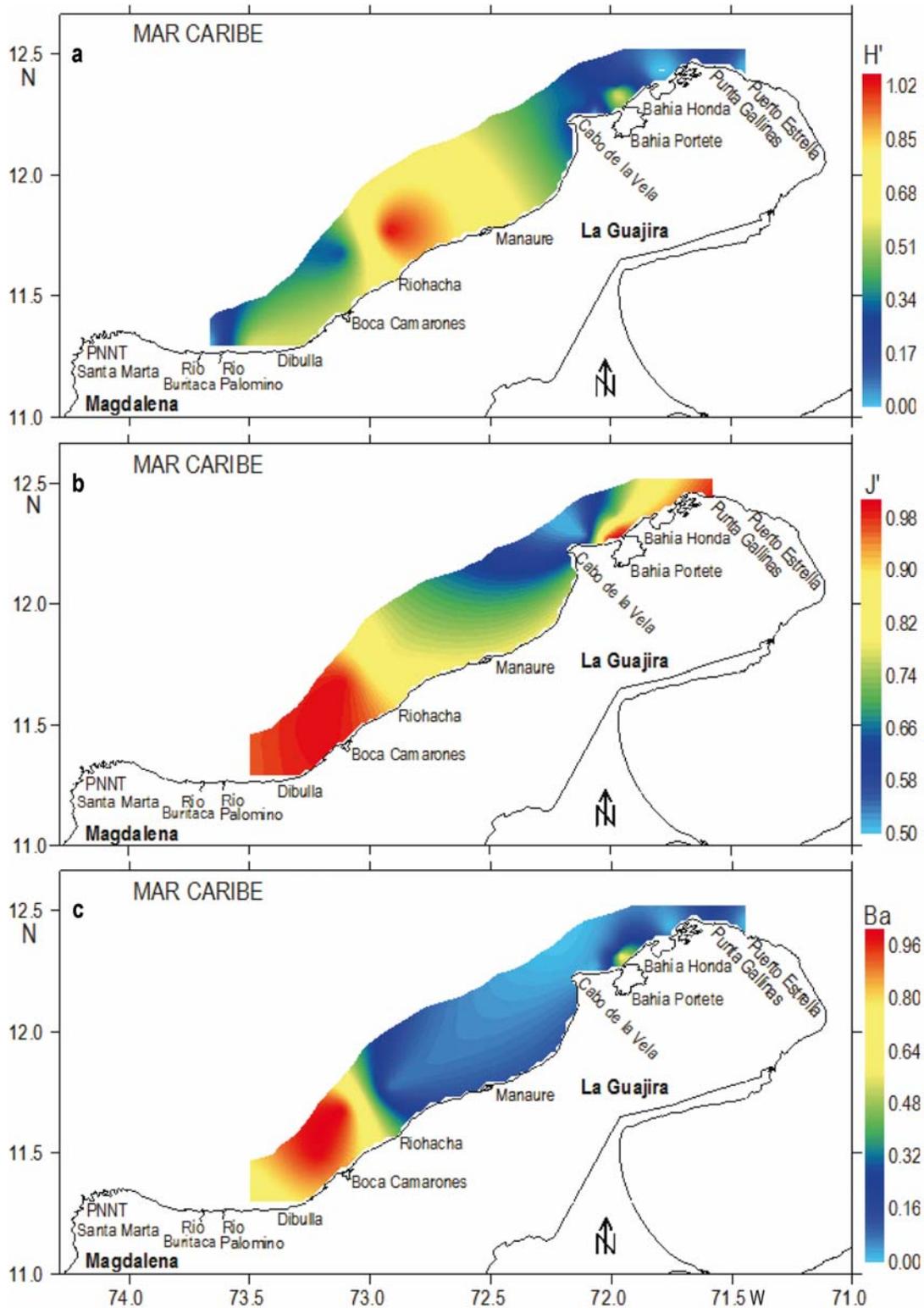
Trichiuridae. Los peces con tallas mayores se alimentaron principalmente de Portunidae (> 32 cm de LT) y Penaeidae (> 36 cm de LT) (Fig. 5, Tabla 2).

Los peces con tallas menores de 28 cm LT presentan hábitos generalistas (> Ba) y aquellos con tallas mayores de 28 cm especialistas, ya que la dieta fue dominada por pocas presas (< Ba). Además, las tallas menores de 28 cm presentaron mayores valores de H', J' y número de presas (Fig. 6, Tabla 3).

### DISCUSIÓN

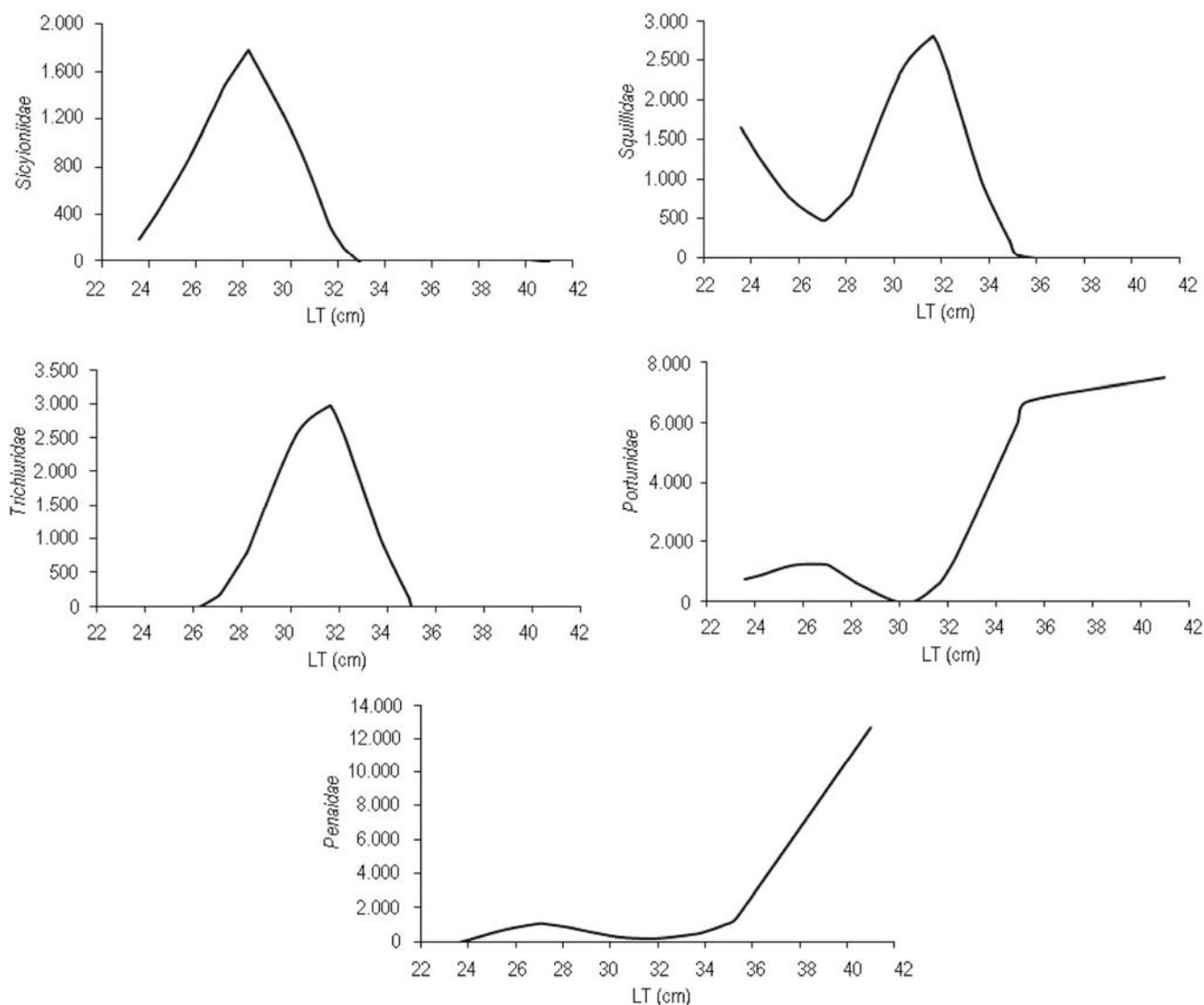
Al norte del Caribe colombiano, la influencia de la surgencia costera es un factor determinante en la distribución espacial de algunas especies, la zona de mayor intensidad al noreste de Riohacha; principalmente, en Cabo de la Vela y Punta Gallinas, se convierte en el lugar propicio para la distribución de los adultos, encontrando condiciones oceanográficas (temperaturas bajas, salinidades altas y alta productividad) favorables para sus requerimientos metabólicos. En cambio, la zona donde casi no hay influencia de la surgencia al suroeste de Riohacha, se convierte en el lugar más adecuado para la distribución de peces pequeños (área de crianza), con temperaturas cálidas favorables para su crecimiento, protección contra los predadores y alta productividad por el aporte de nutrientes de aguas continentales, que les proporciona mayor disponibilidad trófica (Paramo *et al.*, 2003; Paramo & Roa, 2003; Arteaga *et al.*, 2004; Paramo, 2007). Además, al suroeste de la zona norte del Caribe colombiano se encuentran algunos bosques de manglar y algunas praderas de fanerógamas marinas (Díaz *et al.*, 2000), los cuales pueden brindarle refugio a los ejemplares pequeños. Gómez-Canchong *et al.* (2004) encontraron dos stocks de *L. synagris* en la zona norte del Caribe colombiano, uno en La Guajira y otro en el Parque Nacional Tayrona (PNNT). Estos autores mencionan que el stock del PNNT presenta las mayores dimensiones en todas las variables morfométricas. Sin embargo, las capturas con palangre de los pescadores artesanales con lanchas pargueras muestran que los peces de mayor tamaño se encuentran en el sector de La Guajira. Particularmente el sector PNNT, por ser un área protegida, podría tener peces de mayor tamaño. Aunque, también se conoce al PNNT como un área con arrecifes de coral (Díaz-Pulido, 1997, 2000; INVEMAR, 2000), la cual se puede considerar como un área de crianza para muchos peces demersales.

A nivel de género y especie, la composición de la dieta presenta algunas variaciones espaciales de



**Figura 4.** Distribución espacial: a) índice de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), b) índice de uniformidad de Pielou ( $J'$ ), y c) índice de Levin estandarizado ( $Ba$ ) de las presas encontradas en *Lutjanus synagris*, en la zona norte del Caribe colombiano.

**Figure 4.** Spatial distribution: a) Shannon-Wiener ( $H'$ ) diversity, b) Uniformity Pielou ( $J'$ ), and c) standardized Levin ( $Ba$ ) index of preys found in *Lutjanus synagris*, in north zone of Colombian Caribbean.



**Figura 5.** Modelos Aditivos Generalizados (GAM) de las relaciones funcionales entre la variable dependiente Índice de Importancia Relativa (IIR) de las presas principales y secundarias en la dieta de *Lutjanus synagris* y el predictor longitud total (LT, cm).

**Figure 5.** Generalized Additive Models (GAM) of functional relationships between the dependent variable Index of Relative Importance (IRI) of principal and secondary preys in diet of *Lutjanus synagris* and the predictor total length (TL, cm).

acuerdo con las características particulares de cada región. En la zona norte del Caribe colombiano las presas más importantes fueron Portunidae (*Portunus* spp.), Gastropoda, Squillidae (*S. intermedia*, *M. schmitti*, *S. empusa* y *Squilla rugosa*) y Penaeidae (*Farfantepenaeus* spp.), contrario a los resultados obtenidos por De Nogales (1974), quien encontró que las principales presas correspondieron a peces: Ophidiidae (*Lepophidium*), Haemulidae (*Haemulon*), Clupeidae (*Harengula*), Engraulidae (*Anchoa*) y algunos crustáceos: Squillidae (*Squilla* y *Alima*) y Portunidae (*Portunus* y *Callinectes*). Arévalo (1996)

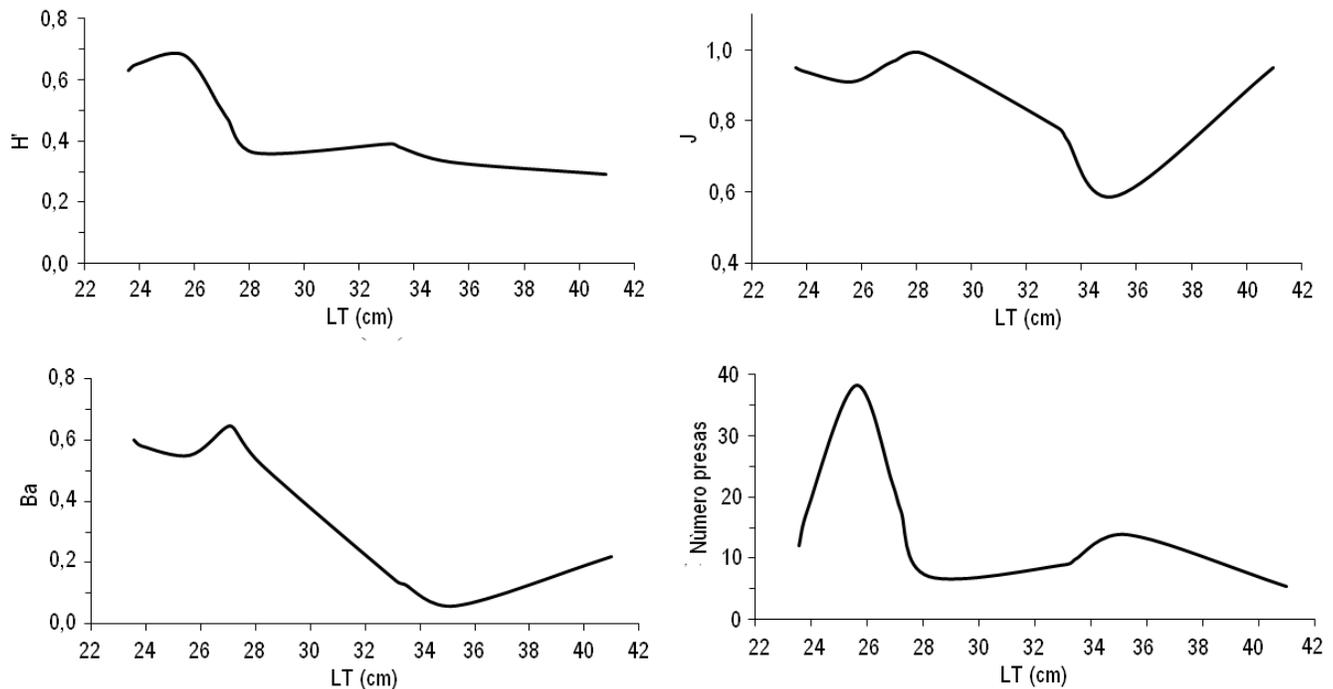
encontró que las principales presas fueron crustáceos de las familias: Portunidae (*Portunus* y *Callinectes*), Penaeidae (*Farfantepenaeus*) y Squillidae (*Squilla*) y Duarte & von Schiller (1997), determinaron que Portunidae (*Portunus anceps*, *Portunus* sp., *Lupella forceps*, *Cronius ruber* y *Portunus spinicarpus*), Squillidae (*Squilla surinamica*, *Squilla* sp., *Alima hieroglyphica* y *M. schmitti*), Penaeidae (*Trachypenaeus* sp., *Metapenaeopsis goodei*, *Farfantepenaeus aztecus* y *Trachypenaeus constrictus*) y Calappidae (*Hepatus pudibundus* y *Hepatus* sp.) son las presas principales en la dieta de esta especie.

**Tabla 2.** Modelos Aditivos Generalizados (GAM) entre las variables dependientes (índice de importancia relativa de las presas principales y secundarias de la dieta de *Lutjanus synagris*) y el predictor de tallas total de *L. synagris*, devianza nula, devianza residual, porcentaje de la devianza explicada por el modelo, y grados de libertad (g.l.).

**Table 2.** Generalized Additive Models (GAM) between dependent variable (relative importance index of principal and secondary preys of *L. synagris* diet) and the predictor total length of *Lutjanus synagris*, null deviance, residual deviance, percentage of deviance explained by the model, and degrees of freedom (g.l.).

Familia	Devianza nula	Devianza residual	Devianza explicada (%)	g.l.
Portunidae	121331	70874	41,59	20
Squillidae	122689	79293	35,37	20
Penaeidae	88396	28121	68,19	20
Sicyoniidae	48499	16654	65,66	20
Trichiuridae	119600	41070	65,66	20

Se encontraron algunas preferencias en la dieta de *L. synagris* respecto a la talla, individuos de 13,3-25,0 cm consumen principalmente crustáceos; de 25,0-32,3 cm tienen preferencia por crustáceos y moluscos, y de 32,3-43,2 cm además de crustáceos y moluscos, consumen como presas importantes algunos peces. Duarte & García (1999) mencionan que los individuos pequeños (< 8,0 cm LT), se alimentan de organismos planctónicos y pequeños crustáceos bentónicos, pero a medida que crecen van consumiendo algunos peces pequeños. Al parecer la composición de la dieta sigue siendo la misma en el resto de su ontogenia, presentando cambios únicamente en cuanto al tamaño de las presas. Estos cambios se relacionan con las modificaciones morfológicas a las que se ven expuestos los peces a medida que aumenta su talla, de esta forma el tamaño de la boca y su capacidad de apertura son determinantes en el tamaño de las presas que consumen, por consiguiente, los peces de menor talla tienden a consumir presas pequeñas y los de mayor talla presas más grandes (Wootton, 1990; Jobling, 1995; Jennings *et al.*, 2001). Igualmente,



**Figura 6.** Modelos Aditivos Generalizados (GAM) de las relaciones funcionales entre las variables dependientes índice de Levin (Ba), diversidad (H'), Pielou (J') y número de presas en la dieta de *Lutjanus synagris* y el predictor longitud total (LT, cm).

**Figure 6.** Generalized Additive Models (GAM) of functional relationships between dependent variables Levin (Ba), diversity (H'), Pielou (J') indexes and numbers of preys in diet of *Lutjanus synagris* and the predictor total length (TL, cm).

**Tabla 3.** Modelos Aditivos Generalizados (GAM) entre las variables dependientes índices de Levin (Ba), diversidad ( $H'$ ), Pielou (J) y número de presas en la dieta de *Lutjanus synagris* y el predictor longitud total (LT, cm), devianza nula, devianza residual, porcentaje de la devianza explicada por el modelo, y grados de libertad (g.l.).

**Table 3.** Generalized Additive Models (GAM) between dependents variables Levin (Ba), diversity ( $H'$ ), Pielou (J) indexes and preys numbers in *Lutjanus synagris* diet and the predictor total length (LT, cm), null deviance nula, residual deviance, percentage of deviance explained by the model, and degrees of freedom (g.l.).

Índice	Devianza nula	Devianza residual	Devianza explicada (%)	g.l.
Diversidad ( $H'$ )	0,547	0,260	52,47	9
Pielou (J)	0,223	0,031	86,23	9
Levin (Ba)	1,284	0,625	51,34	9
Número presas	6552,100	3687,512	43,72	9

cuando aumentan las tallas de *L. synagris* el número de presas consumidas tiende a disminuir, mientras que el peso de las presas tiende a aumentar. Esto se puede atribuir a que a medida que los peces crecen, sus requerimientos energéticos son mayores, por lo tanto, se deben alimentar de presas mucho más grandes y de esta forma la relación costo beneficio resulta más favorable desde el punto de vista energético (Gerking, 1994). Las variaciones del espectro trófico en relación al sexo de los individuos, presentó un comportamiento similar, debido a que existió una diferenciación entre el tamaño de hembras y machos, siendo las hembras más pequeñas prefieren crustáceos y moluscos, mientras que los machos de mayor tamaño mostraron preferencia por crustáceos, peces y anélidos.

Los individuos de *L. synagris* de menor tamaño presentaron preferencia por presas de las familias: Squillidae y Sicyoniidae, mientras que los de mayor tamaño prefieren presas de las familias: Portunidae y Penaeidae. Esta preferencia diferencial se debería al tamaño de la boca y capacidad de apertura (Wootton, 1990; Jobling, 1995; Jennings *et al.*, 2001), ya que en caso de los ejemplares pequeños las presas seleccionadas son más pequeñas, con tallas de hasta  $13,0 \pm 3,0$  cm y  $10,0 \pm 3,3$  cm respectivamente (Werding & Müller, 1990; Cervigón *et al.*, 1992; Tavares, 2002a, 2002b), mientras que los ejemplares mayores prefieren presas más grandes con tallas de hasta  $8,0 \pm 1,0$  cm (ancho de caparazón) y  $19,8 \pm 1,8$  cm respectivamente (Cervigón *et al.*, 1992; Tavares, 2002b).

A nivel general se registró una baja amplitud del nicho trófico (0,05), la cual tiene que ver de algún modo con la baja diversidad (1,15) y alta uniformidad (0,78) que presentó el espectro alimenticio de *L. synagris*. Estos resultados indican que para la zona norte del Caribe colombiano, especie presenta cierto grado de especialización en su dieta, además, que las presas están siendo consumidas en proporciones similares lo que denota selectividad. *L. synagris* se ha caracterizado como una especie generalista con amplia diversidad en su dieta (Parrish, 1987; Duarte & Von Schiller, 1997). Resultados obtenidos en otras especies de lutjanidos, muestran de igual manera amplitudes bajas del nicho trófico ( $< 0,50$ ), denotando rasgos de especialización en la dieta de organismos que han sido caracterizados como generalistas (Saucedo-Lozano, 2000; Santamaría-Miranda *et al.*, 2005). Esto se ha atribuido a la escasa disponibilidad y abundancia de los organismos que constituyen la base alimentaria de estas especies, ya que al parecer, es la disponibilidad de presas en cada región, más que la selectividad, la que determina la alimentación de algunos lutjanidos, aunque no se puede descartar que estos peces presenten algún tipo de preferencia alimentaria relacionada con un tipo o tamaño de presas en particular y que con ello revele selectividad (Rojas-Herrera & Chiappa-Carrara, 2002; Rojas-Herrera *et al.*, 2004).

La distribución espacial de la amplitud del nicho trófico y de las tallas de *L. synagris*, permitió identificar dos zonas. La primera entre Riohacha y Dibulla con los valores más altos de amplitud del nicho trófico (0,64 a 1,00) denotando predadores generalista y donde se registraron las tallas menores y la segunda, entre Riohacha y Punta Gallinas con los menores valores de amplitud del nicho trófico (0,00 a 0,23), donde los individuos muestran alto grado de especialización en la dieta y donde se capturaron las tallas mayores. Esta variación puede ser atribuida a la disponibilidad de alimento, ya que en el caso de la zona de mayor amplitud existe un buen aporte de nutrientes provenientes tanto del transporte de las corrientes como del aporte de aguas continentales que incrementan la producción de fitoplancton, lo que favorece el desarrollo y crecimiento de los crustáceos (Criales *et al.*, 2002) que son la base principal de la alimentación de *L. synagris*. Mientras que la zona de menor amplitud, que de igual forma presenta un incremento en la producción de fitoplancton por la influencia de la surgencia, puede presentar menos disponibilidad de alimento, ya que la alta diversidad y abundancia de peces demersales que hay en esta zona del Caribe colombiano (Paramo, 2007) puede aumentar la competencia interespecífica por el

alimento, ocasionando que los predadores prefieran evitar o reducir la competencia y especializarse en solo unas pocas presas (Rojas-Herrera & Chiappa-Carrara, 2002).

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas" (COLCIENCIAS), a la Universidad del Magdalena, al Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER), al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andrés" (INVEMAR), al Institut de Recherche pour le Developpement, France (IRD), por el apoyo financiero, técnico y logístico para el desarrollo del proyecto "Las Áreas Marinas Protegidas (AMPs): Una Herramienta de Manejo para las Pesquerías Demersales en la Zona Norte del Caribe Colombiano" código 020309-16652. Este trabajo fue parte de la tesis del primer autor como requisito para obtener el grado de Biólogo Marino de la Universidad Jorge Tadeo Lozano (Colombia).

### REFERENCIAS

- Allen, G. 1985. Snappers of the world. An annotated and illustrated catalogue of lutjanid species known to date. FAO Fish. Synop., 125(6): 1-208.
- Álvarez-León, R., J. Aguilera-Quinonez, C. Andrade-Amaya & P. Nowak. 1995. Caracterización general de la zona de surgencia en La Guajira colombiana. Rev. Acad. Col. Cienc., 19(75): 679-694.
- Andrade, C., E. Barton & C. Mooers. 2003. Evidence for an eastward flow along the Central and South American Caribbean coast. J. Geophys. Res., 108: 31-85.
- Anderson, W. 2002. Lutjanidae. En: K. Carpenter (ed.). The living marine resources of the western central Atlantic. FAO, Roma, 3: 1479-1504.
- Arévalo, J. 1996. Caracterización trófica y reproductiva de las poblaciones de *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828) y *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) en el Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano. Trabajo de grado, Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, 65 pp.
- Arreguín-Sánchez, F. & S. Manickchand-Heileman. 1998. The trophic role of lutjanid fish and impacts of their fisheries in two ecosystems in the Gulf of Mexico. J. Fish Biol., 53: 143-153.
- Arteaga, E., M. Ciales, J. Altamar & L. Manjarrés. 2004. Distribución y abundancia de larvas de peces de la familia Lutjanidae en la zona nororiental del Caribe colombiano durante un ciclo anual (2000 - 2001). Cienc. Mar., 30(3): 381-390.
- Bax, N. 1998. The significance and prediction of predation in marine fisheries. ICES J. Mar. Sci., 55: 997-1030.
- Buchanan, J. 1984. Sediment analysis. En: A. Holme & R. McIntyre (eds.). Methods for the study of marine benthos. Blackwell, London, pp. 41-45.
- Bula-Meyer, G. 1990. Oceanografía. En: M. Jimeno (eds.). Caribe Colombia. Fondo FEN Colombia. Bogotá, pp.101-113.
- Bunham, K. & D. Anderson. 2002. Model selection and multimodel inference: a practical information theoretic approach. Springer Verlag, New York, 488 pp.
- Cervigón, F., R. Cipriani, W. Fischer, L. Garibaldi, M. Hendrickx, A. Lemus, R. Márquez, J. Poutiers, G. Robaina & B. Rodríguez. 1992. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. CCE y NORAD, Roma, 513 pp.
- Ciales, M., C. Yeung, F. Amaya, A. López, D. Jones & W. Richards. 2002. Larval supply of fishes, shrimps, and crabs into the nursery ground of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. Carib. J. Sci., 38(1-2): 52-65.
- Cury, P., L. Shannon, J-P. Roux, G. Daskalov, A. Jarre, C. Moloney & D. Pauly. 2005. Trophodynamic indicators for an ecosystem approach to fisheries. ICES J. Mar Sci., 62: 430-442.
- De Nogales, C. 1974. Contribución al estudio biológico pesquero del pargo chino *Lutjanus synagris* (Linnaeus) en el Caribe colombiano. Trabajo de grado, Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 58 pp.
- Díaz-Pulido, G. 1997. Ecosistemas marinos y costeros. En: M.E. Chávez & N. Arango (eds.). Informe nacional sobre el estado de la Biodiversidad Colombia. Tomo I, Diversidad Biológica. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, pp. 228-314.
- Díaz, J., L. Barrios, M. Cendales, J. Garzón-Ferreira, J. Geister, M. Lopez-Victoria, G. Ospina, F. Parra-Velandia, J. Pinzón, B. Vargas-Angel, F. Zapata & S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie de publicaciones especiales, N° 5, Santa Marta, 175 pp.
- Duarte, L. & D. von Schiller. 1997. Comunidad de peces demersales del golfo de Salamanca (Caribe colombiano): estructura espacio temporal y caracterización trófica con énfasis en los hábitos

- alimenticios de *Lutjanus analis* (Cuvier, 1828), *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758), *Balistes capriscaus* (Gmelin, 1788) y *Balistes vetula* (Linnaeus, 1758). Trabajo de grado, Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta, 185 pp.
- Duarte, L. & C. García. 1999. Diet of the lane snapper, *Lutjanus synagris* (Lutjanidae), in the Gulf of Salamanca, Colombia. *Caribb. J. Sci.*, 35: 54-63.
- Folmer, O. & M. Pennington. 2000. A statistical evaluation of the design and precision of the shrimp trawl survey off West Greenland. *Fish. Res.*, 49: 165-178.
- García, S. & K. Cochrane. 2005. Ecosystem approach to fisheries: a review of implementation guidelines. *ICES J. Mar. Sci.*, 62: 311-318.
- Gerking, S. 1994. Feeding ecology of fish. Academic Press, San Diego, 415 pp.
- Gherbi-Barre, A. 1983. Biologie de *Trisopterus luscus* (Linnaeus, 1758) de la baie de Douarnenez (réproduction, croissance, régime alimentaire). Thèse du Doctorat Océanographie Biologique, Université de Bretagne Occidentale, Brest, 80 pp.
- Gislason, H., M. Sinclair, K. Sainsbury & R. O'Boyle. 2000. Symposium overview: incorporating ecosystem objectives within fisheries management. *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 468-475.
- Gómez-Canchong, P., D. Rodríguez, J. Arévalo & L. Manjarrés. 2004. Identificación de stocks de pargo rayado *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) en el área norte del Caribe colombiano. En: L. Manjarrés (ed.). Pesquerías demersales del área norte del Mar Caribe de Colombia y parámetros biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo. Universidad de Magdalena, 155-180.
- Hall, S.J. & B. Mainprize. 2004. Towards ecosystem-based fisheries management. *Fish and Fisheries*, 5: 1-20.
- Hastie, T. & R. Tibshirani. 1990. Generalized additive models. Chapman & Hall, London, 344 pp.
- Hyslop, E. 1980. Stomach contents analysis a review of methods and their application. *J. Fish Biol.*, 17: 411-429.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) 2000. Programa nacional de investigación en biodiversidad marina. Ecoregiones naturales marinas y costeras. INVEMAR, Santa Marta. 280 pp.
- Jennings, S., M. Kaiser & J. Reynolds. 2001. Marine fisheries ecology. Blackwell Publishing, New York, 417 pp.
- Jobling, M. 1995. Environmental biology of fishes. Chapman & Hall, London, 455 pp.
- Krebs, C. 1989. Ecological methodology. Harper & Row, New York, 550 pp.
- Labropoulou, M. & A. Eleftheriou. 1997. The foraging ecology of two pairs of congeneric demersal fish species: importance of morphological characteristics in prey selection. *J. Fish Biol.*, 50: 324-340.
- Link, J. 2002. What does ecosystem-based fisheries management mean? *Fisheries*, 27(4): 18-21.
- Paramo, J., R. Quiñones, A. Ramírez & R. Wiff. 2003. Relationship between abundance of small pelagic fishes and environmental factors in the Colombian Caribbean Sea: an analysis based on hydroacoustic information. *Aquat. Liv. Res.*, 16(3): 239-245.
- Paramo, J. & R. Roa. 2003. Acoustic-geostatistical assessment and habitat-abundance relations of small pelagic fish from the Colombian Caribbean. *Fish. Res.*, 60: 309-319.
- Paramo, J. 2007. AMCP: herramienta de manejo para las pesquerías en el norte del Caribe colombiano. En: Áreas marinas y costeras protegidas de múltiples usos. Ocho Libros Editores GEF Marino-PNUD, Chile, pp. 197-199
- Parrish, J. 1987. The trophic biology of snappers and groupers. En: J. Polovina & S. Ralston (eds.). Tropical snappers and groupers. Biology and fisheries management. Ocean Resource, Mar. Policy. Ser. Westview Press, Inc. Boulder & London, pp. 405-463.
- Pinkas, L., M. Oliphant & L. Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *Calif. Dep. Fish Game. Fish. Bull.*, 152: 1-105.
- Pujos, M., J. Pagliardini, R. Steer, G. Vernet & O. Weber. 1986. Influencia de la contra-corriente norte colombiana para la circulación de las aguas en la plataforma continental: su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión del río Magdalena. *Bol. Cient. CIOH*, 6: 3-15.
- Quintero, R. 1992. Crucero evaluación recursos demersales por el método de área barrida-Fase Caribe colombiano. Memórias VIII Seminário Nacional de Ciências y Tecnologías del Mar. Santa Marta, vol. 2: 818-829.
- Rojas-Herrera, A. & X. Chiappa-Carrara. 2002. Hábitos alimenticios del flamenco *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en la costa de Guerrero, México. *Cienc. Mar.*, 28(2): 133-147.
- Rojas-Herrera, A., M. Mascaró & X. Chiappa-Carrara. 2004. Hábitos alimentarios de los peces *Lutjanus peru* y *Lutjanus guttatus* (Pisces: Lutjanidae) en Guerrero, México. *Rev. Biol. Trop.*, 52(4): 959-971.

- Sainsbury, K. & U. Sumaila. 2001. Incorporating ecosystem objectives into management of sustainable marine fisheries including "best practice" reference points and use of marine protected areas. En: M. Sinclair (ed.). *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*. CABI Publishing, pp. 343-361.
- Santamaría-Miranda, A., M. Saucedo-Lozano, M. Herrera-Moreno & J. Apún-Molina. 2005. Hábitos alimenticios del pargo amarillo *Lutjanus argentiventris* y el pargo rojo *Lutjanus colorado* (Pices: Lutjanidae) en el norte de Sinaloa, México. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 40(1): 33-44.
- Saucedo-Lozano, M. 2000. Alimentación natural de juveniles de *Lutjanus peru* (Nichols & Murphy, 1992) y *Lutjanus guttatus* (Steindachner, 1869) (Lutjanidae: Perciformes) en la costa de Jalisco y Colima, México. Tesis de Maestría, Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima, México, 68 pp.
- Tavares, M. 2002a. Stomatopods. En: K. Carpenter, (ed.). *The living marine resources of the western central Atlantic*. FAO, Roma. 1: 245-250.
- Tavares, M. 2002b. Shrimps. En: K. Carpenter (ed.). *The living marine resources of the western central Atlantic*. FAO, Roma, 1: 251-291.
- Vandermer, J. 1981. *Elementary mathematical ecology*. John Wiley & Sons, New York, 291 pp.
- Viloria, J. 1993. Aspectos económicos de las lanchas pargueras de Taganga. En: INPA-CIID-UNIMAGDALENA. *Proyecto integral de investigaciones y desarrollo de la pesca artesanal marítima en el área de Santa Marta*. Informe Técnico Final. Magdalena, Colombia, pp. 319-324.
- Werding, B. & H. Müller. 1990. Estomatópodos (Crustacea: Stomatopoda) de la costa norte de Colombia. *Caribb. J. Sci.*, 26: 104-121.
- Wootton, R. 1990. *Ecology of teleost fishes*. Chapman & Hall, London, 404 pp.

*Received: 26 February 2009; Accepted: 6 August 2010*