

Distribución y abundancia de larvas de peces de la familia Lutjanidae en la zona nororiental del Caribe colombiano durante un ciclo anual (2000–2001)

Distribution and abundance of fish larvae of the family Lutjanidae in the northeastern Colombian Caribbean during an annual cycle (2000–2001)

Edgar Arteaga*
María Isabel Criales-Hernández
Jairo Altamar
Luis Manjarrés

Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA)
Laboratorio de Investigaciones Pesqueras Tropicales (LIPET)
Bloque VIII
Universidad del Magdalena
Calle 32 22-08 Santa Marta, Colombia
* E-mail: giepp@unimag.edu.co

Recibido en abril de 2002; aceptado en enero de 2004

Resumen

Este estudio provee información de algunos aspectos básicos acerca de la dinámica biológica de las larvas de pargos. Se analiza la distribución y abundancia de las larvas de peces lutjánidos en la zona nororiental del Caribe colombiano, las cuales se distribuyeron ampliamente en el área de estudio, presentando sus mayores abundancias e índices de ocurrencia en las estaciones situadas frente a Riohacha, entre las 6 y 18 mn de la costa. Los meses de julio, octubre y mayo presentaron los valores más altos en el área de estudio, con un promedio de 12.90, 7.67 y 22.47 larvas/10 m² respectivamente, coincidiendo con altas temperaturas y bajas salinidades.

Palabras clave: Lutjanidae, Caribe colombiano, distribución larval, ictioplancton.

Abstract

This study analyzes some basic aspects of the biological dynamics of lutjanid larvae in the northeastern part of the Colombian Caribbean. They had a wide distribution in the study area, and the highest abundances and indices of occurrence were found at the stations off Riohacha, between 6 and 18 nautical miles from the coast. July, October and May had the highest values, with an average of 12.90, 7.67 and 22.47 larvae/10 m², respectively; the highest temperatures and lowest salinities were also recorded during these months.

Key words: Lutjanidae, Colombian Caribbean, larval distribution, ichthyoplankton.

Introducción

Los pargos (lutjánidos) son especies demersales de gran importancia como recurso pesquero en los mares tropicales del mundo (Richards *et al.*, 1994; Clarke *et al.*, 1997). En el área norte del Caribe colombiano se encuentran hasta el momento registradas 14 especies de lutjánidos, todas de interés comercial (Acero *et al.*, 1986; Acero, 1993). En 2000 se registró una captura de 540 t de pargos, de las cuales 54.4% proviene de la flota artesanal costera (Barros *et al.*, 2002; Correa y Manjarrés, 2002), 38.9% corresponde a captura incidental de la flota industrial camaronesa (Viaña *et al.*, 2002) y 6.7% a capturas de la flota artesanal avanzada de lanchas “pargueras”, cuyo principal objetivo es la captura de pargo (Arévalo *et al.*, 2002). Para la captura de este recurso se utilizan diversas artes de

Introduction

Lutjanid fishes are a highly important resource of the tropical seas of the world (Richards *et al.*, 1994; Clarke *et al.*, 1997). In the northern Colombian Caribbean, 14 lutjanid species have been recorded to date, all of commercial interest (Acero *et al.*, 1986; Acero, 1993). The 2000 catch of these species was estimated to be 540 t, of which 54.4% was caught by the coastal artisanal fleet (Barros *et al.*, 2002; Correa and Manjarrés, 2002), 38.9% was taken as by-catch by the industrial shrimp fleet (Viaña *et al.*, 2002), and 6.7% was captured by the advanced artisanal fleet that targets lutjanids (Arévalo *et al.*, 2002). Diverse fishing gear are used to catch this resource, including gillnets, traps, trawl nets, beach seine nets, and longlines (Manjarrés *et al.*, 1999).

pesca: redes de enmalle, nasas, ballestillas, redes de arrastre, chinchorros, palangres y líneas (Manjarrés *et al.*, 1999).

Entre los pocos trabajos antecedentes para el área de estudio se encuentran el trabajo de Vergara (1997), quien describió la distribución y diversidad de las larvas de peces demersales comerciales, y el de Arteaga y Criales-Hernández (2001), quienes en tres campañas de evaluación de pequeños pelágicos en el Caribe colombiano encontraron en el área una amplia distribución de larvas de la familia Lutjanidae.

En el presente trabajo se estudiaron las variaciones en la distribución y abundancia de lutjánidos durante su etapa larval, y se establecieron aproximaciones en torno a las épocas y áreas de desove. Además se examinaron las posibles relaciones entre la distribución y abundancia larvales con las características oceanográficas observadas.

Materiales y métodos

El área de estudio se extendió desde el norte del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), en la región de Santa Marta, hasta el noroccidente de Manaure (entre los meridianos 74°06' y 72°41' W). Respecto a la línea de costa, el área abarcó la franja comprendida entre las 6 y las 18 mn de la costa (fig. 1).

La estacionalidad climática de la zona se encuentra influenciada por la circulación atmosférica de los vientos alisios y el desplazamiento norte-sur de la zona de convergencia intertropical (Pujos *et al.*, 1986). En general, se presentan cuatro estaciones a lo largo del año: (1) una época seca mayor entre mediados de diciembre y abril, en la que la frecuencia y velocidad de los vientos alisios del noreste son notables y aparecen condiciones de surgencia frente a los departamentos Magdalena y La Guajira, seguida por las épocas húmeda menor (2), en los meses de mayo y junio, y seca menor (3), de julio a mediados de agosto, respectivamente; finalmente, la época húmeda mayor (4) abarca de septiembre a noviembre, y en ella predominan los vientos dirección sur-sureste que actúan de forma simultánea al debilitamiento de los alisios (Blanco, 1988; Bula-Meyer, 1990).

La masa de agua es afectada por dos tipos de corrientes estacionales: las superficiales y la ascensional. Entre las primeras destacan la Corriente Caribe con dirección este-oeste, cuando los vientos alisios y la surgencia están presentes; y la Contracorriente Colombia, con dirección oeste-este, presente durante las épocas húmedas, cuando los vientos alisios y la surgencia están débiles o ausentes. La corriente ascensional es la surgencia de aguas profundas de menor temperatura (21–24°C) y elevada salinidad (36.5–37.2 ups), cuya intensidad aumenta durante la época seca y tiende a desaparecer durante la época húmeda (Bula-Meyer, 1990).

Las muestras se obtuvieron de once campañas efectuadas entre junio de 2000 y junio de 2001. Las estaciones, 30 en total, se ubicaron sobre una serie de transectos perpendiculares a la línea de costa, hasta las 18 mn, espaciados 6 mn (fig. 1). Estas estaciones se distribuyeron en tres grupos: (1) en la zona

Little information is available for the study area. Vergara (1997) described the distribution and diversity of larvae of commercial demersal fishes, and Arteaga and Criales-Hernández (2001) conducted three surveys of small pelagics in the Colombian Caribbean and recorded a wide distribution of larvae of the family Lutjanidae.

In this study we analyze the variations in the distribution and abundance of lutjanids during their larval stage, with estimates regarding season and spawning areas, and examine possible relations between larval distribution and abundance and the oceanographic characteristics observed.

Materials and methods

The study area is located 6 to 18 nautical miles off the coast of Colombia (fig. 1), extending from the Tayrona National Park (PNNT), in the region of Santa Marta, to the northwest of Manaure (74°06'–72°41' W).

The climate in this region is influenced by the atmospheric circulation of the trade winds and the north-south shifting of the intertropical convergence zone (Pujos *et al.*, 1986). In general, four seasons occur throughout the year: (1) the main dry season, from mid-December to April, when the frequency and velocity of northeasterly trade winds are apparent and upwelling occurs off the provinces of Magdalena and La Guajira; (2) the minor rainy season, from May to June; (3) the minor dry season, from July to mid-August; and (4) the main rainy season, from September to November, with predominant south-southeasterly winds and weakened trade winds (Blanco, 1988; Bula-Meyer, 1990).

The water mass is influenced by two types of seasonal currents. The first corresponds to the surface currents, the most notable being the Caribbean Current with east-west direction, when the trade winds and upwelling are present, and the Colombia Countercurrent with west-east direction, when the trade winds and upwelling are weak or absent during the rainy seasons. The second corresponds to the upwelling of deep waters of lower temperature (21–24°C) and high salinity (36.5–37.2 psu), which increases in intensity during the dry season and tends to disappear during the rainy season (Bula-Meyer, 1990).

Eleven surveys were carried out between June 2000 and June 2001. A total of 30 stations were located in alongshore transects up to 18 nautical miles from the coast, spaced 6 nautical miles apart (fig. 1). These stations were distributed in three groups as follows: (1) off the PNNT zone, region of Santa Marta; (2) off the Palomino-Camarones zone; and (3) off the Manaure-Riohacha zone. The stations were located in zones previously defined to have a high concentration of lutjanid larvae, according to an analysis of samples collected on six INPA/VECEP/UE surveys conducted from 1995 to 1998 (Vergara, 1997; Arteaga and Criales-Hernández, 2001).

Double-oblique tows were made at each station, following the methodology of Smith and Richardson (1979), from the surface to 100 m depth or, in the case of shallow stations, to

del PNNT, región de Santa Marta, (2) en la zona de Palomino-Camarones y (3) en la zona de Manaure-Riohacha. La ubicación de las estaciones obedeció a una selección previa de las zonas de mayor concentración de larvas de lutjánidos, hecha con base en el análisis de muestras recolectadas en seis campañas de evaluación de recursos INPA/VECEP/UE efectuadas entre 1995 y 1998 (Vergara, 1997; Arteaga y Ciales-Hernández, 2001) (fig. 1).

Para la recolección de las muestras en cada estación se realizaron arrastres de tipo doble oblicuo, de acuerdo con la metodología de Smith y Richardson (1979), desde la superficie hasta los 100 m de profundidad o, en el caso de estaciones someras, a partir de un espacio de seguridad aproximado de 10 m sobre el fondo. En los arrastres se empleó una red tipo Bongo de 45 cm de diámetro, provista con dos redes de 300 μ m de ancho de malla y contadores de flujo mecánicos Hydrobios para determinar el volumen de agua filtrado. El material biológico se fijó en agua de mar con formol al 10% neutralizado con tetraborato de sodio. En el laboratorio se separaron, cuantificaron y almacenaron en formal neutralizado al 5% las larvas de interés.

La abundancia de larvas en cada estación fue estandarizada a número de individuos por cada 10 m², aplicando la metodología de Smith y Richardson (1979). La identificación de las larvas de Lutjanidae se basó en los caracteres morfológicos, expuestos, entre otros, por De Ciechowski (1981), Fahay (1983), Powles y Markle (1983), Romero (1989), Richards *et al.* (1994) y Clarke *et al.* (1997).

El porcentaje de ocurrencia fue calculado a partir de la relación entre el número de estaciones positivas y el número de estaciones totales por mes. También, se calculó el índice de frecuencia de aparición, relacionando los meses positivos para larvas de lutjánidos con el total de meses muestreados.

En cada estación se registró la temperatura y la salinidad, utilizando un CTD marca Sea-Bird Electronics, modelo SBE 19-03. Se seleccionaron los datos correspondientes a cada metro y finalmente se graficó la distribución horizontal de estas variables, con base en los valores medios de los primeros 10 m de la columna de agua, tomando como punto de partida las respectivas isolíneas.

Debido al carácter no paramétrico de la distribución de los datos, para la comparación estadística de los promedios mensuales de las abundancias larvales, la temperatura y la salinidad se utilizó el test de Friedman (Zar, 1996), tomando las estaciones como bloques y los meses como tratamientos.

Resultados

Distribución y abundancia de larvas de lutjánidos

Se efectuaron 342 arrastres en los que se capturaron 190 larvas, provenientes de 50 estaciones. Los valores de abundancia fluctuaron entre 0 y 192 larvas/10 m². Los meses de octubre y noviembre presentaron el mayor porcentaje de ocurrencia de larvas, seguidos de julio y mayo. Los mayores valores de

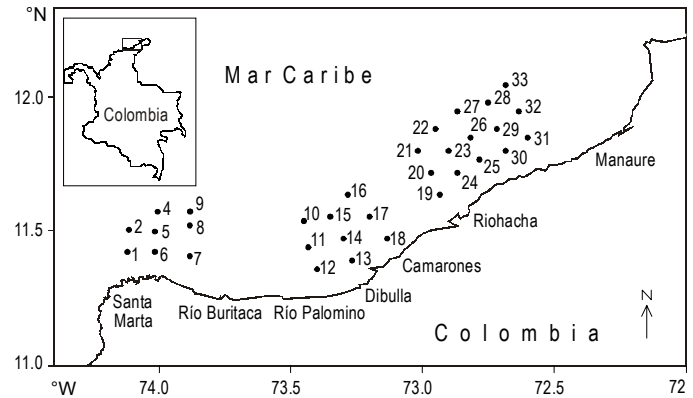


Figura 1. Área de estudio y ubicación de las estaciones de muestreo.
Figure 1. Study area, indicating the location of the sampling stations.

approximately 10 m off the bottom. A bongo net (45 cm in diameter) was used, equipped with two nets of 300- μ m mesh and Hydrobios flowmeters to determine the volume of filtered water. The biological material was fixed in seawater with formol (10%), neutralized with sodium tetraborate. In the laboratory, the larvae of interest were separated, quantified and stored in neutralized formol (5%).

Larval abundance at each station was standardized to the number of individuals per 10 m², according to Smith and Richardson (1979). Identification of the lutjanid larvae was based on the morphological characters described by De Ciechowski (1981), Fahay (1983), Powles and Markle (1983), Romero (1989), Richards *et al.* (1994) and Clarke *et al.* (1997).

Percentage of occurrence was calculated based on the relation between the number of positive stations and the number of total stations per month. The frequency of occurrence index was also calculated, relating positive months for lutjanid larvae to the total of months sampled.

Temperature and salinity were recorded at each station using a Sea-Bird Electronics CTD (model SBE 19-03). The data corresponding to each meter were selected and the horizontal distribution of these variables plotted, using the mean values of the first 10 m of the water column, according to the respective isolines.

Due to the nonparametric nature of the distribution of the data, Friedman's test (Zar, 1996) was used for the statistical comparison of the monthly means of larval abundances, temperature and salinity, taking the stations as blocks and the months as treatments.

Results

Distribution and abundance of lutjanid larvae

A total of 190 larvae were captured in 342 tows at 50 stations. Abundance values ranged from 0 to 192 larvae/10 m². October and November had the highest percentage of larval occurrence, followed by July and May. The highest mean

Tabla 1. Datos de captura de larvas de Lutjanidae en el área norte del Caribe colombiano, por mes y época climática (SMN: Seca menor, HMY: húmeda mayor, SMY: seca mayor y HMN: húmeda menor).
Table 1. Catch data of Lutjanidae larvae from the northern Colombian Caribbean by months and seasons: SMN, minor dry season; HMY, main rainy season; SMY, main dry season; and HMN, minor rainy season.

	2000						2001						
	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Total estaciones	12	29	30	–	30	29	29	28	29	–	29	28	27
Total estaciones positivas	1	8	2	–	10	10	4	1	1	–	6	8	1
Número total de larvas	1	19	2	–	85	18	4	1	1	–	8	51	1
Porcentaje de ocurrencia	8.3	27.6	6.7	–	33.3	34.5	13.8	3.6	3.4	–	20.7	28.6	3.7
Abundancia promedio/estación (larv./10 m ²)	0.5	6.8	0.3	–	4.8	3.5	1	0.3	0.8	–	3.7	13.7	1.3
Desviación estándar	1.9	25.3	1.3	–	10.7	6.1	2.9	1.6	4.3	–	9.5	40.2	6.7
Abundancia máxima (larv./10 m ²)	6.8	135.7	6.6	–	52.9	22.1	11.9	8.3	23.3	–	44.3	192.2	34.9
Épocas climáticas	HMN ^a	SMN		HMY			SMY			HMN			
Abundancia promedio/estación (larv./10 m ²)		3.5		4.1			1.4			6.26			
Desviación estándar		17.9		8.7			5.6			26.6			

^a Para esta época sólo se presentan los resultados correspondientes al año 2001. / Only 2001 results are shown for this season.

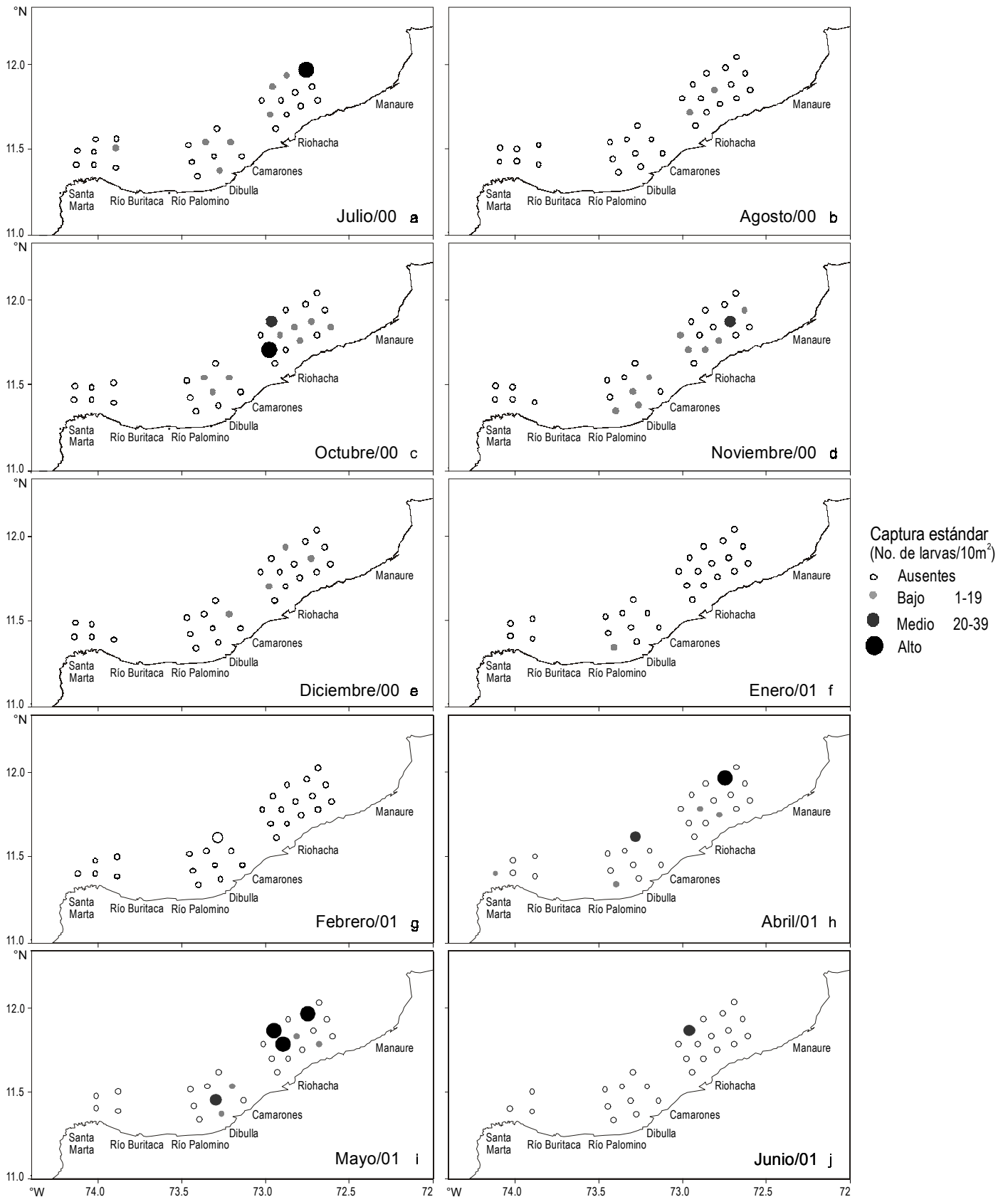


Figura 2. Distribución y abundancia de larvas de la familia Lutjanidae en el área de estudio, durante las campañas INPA-COLCIENCIAS/LUTJA: (a) julio, (b) agosto, (c) octubre, (d) noviembre, y (e) diciembre de 2000; (f) enero, (g) febrero, (h) abril, (i) mayo y (j) junio de 2001.

Figure 2. Distribution and abundance of Lutjanidae larvae in the study area, during the INPA-COLCIENCIAS/LUTJA cruises: (a) July/00, (b) August/00, (c) October/00, (d) November/00, (e) December/00, (f) January/01, (g) February/01, (h) April/01, (i) May/01, and (j) June/01.

abundancia media, al igual que los valores máximos, se presentaron en mayo, julio y octubre (tabla 1, fig. 2). Sin embargo, mediante la prueba de Friedman no se detectó diferencias significativas entre los meses ($P > 0.10$).

Si el análisis se plantea con base en la sectorización geográfica, las mayores abundancias medias para el sector Riohacha-Manaure ocurrieron en los meses de mayo, julio y octubre; para Palomino-Camarones en mayo y noviembre, y para el PNNT en abril y julio (fig. 3). El comportamiento estacional del sector Riohacha-Manaure determinó la abundancia en toda el área de estudio, como se observa en el recuadro de la figura 3. Las estaciones 20 y 23, localizadas frente a Riohacha, a 12 mn de la costa, presentaron los valores más altos de abundancia larval, en octubre (53 larvas/10 m²) y mayo (192 larvas/10 m²) (figs. 2, 4). Las ocurrencias más altas en el sector Riohacha-Manaure y Palomino se presentaron en octubre y noviembre, mientras que en el sector del PNNT sólo se encontraron larvas de lutjanidos en abril y julio (fig. 5). No obstante, al igual que lo hallado al aplicar el test de Friedman a nivel de toda el área, para cada una de las zonas estas tendencias no alcanzan a configurar una diferencia estadísticamente significativa entre los meses ($P > 0.10$).

Las estaciones que se distinguieron por las mayores frecuencias de aparición de larvas de lutjanidos fueron, en su orden, la 20 (frente a Riohacha) y la 17 (frente a Camarones), en cinco de las campañas; la 22 (frente a Riohacha) y la 12 (entre el Río Palomino y Dibulla), en cuatro de las once campañas realizadas. De otro lado, algunas estaciones se destacaron por presentar valores altos tanto de abundancia como de frecuencia de aparición (estaciones 20, 22, 28), las cuales se ubicaron en la zona de Riohacha-Manaure (figs. 3, 4, 5).

Variables hidrográficas

Para la temperatura y la salinidad se encontraron diferencias altamente significativas entre meses, tanto a nivel de toda el área como en una de las zonas evaluadas ($P < 0.01$). Los valores más altos de temperatura se presentaron en mayo y de julio a noviembre, meses de la época húmeda en la que se registraron temperaturas de 28.0–29.0°C (fig. 6). Las temperaturas más bajas ocurrieron en junio y de diciembre a abril, en la época seca, con temperaturas registradas entre 23.4–26.6°C. En cuanto a la salinidad, ésta fluctuó entre 36.7 y 37.1 ups, y sus valores más altos correspondieron a la época seca mientras que los más bajos correspondieron a la época húmeda (fig. 7).

Discusión

Las altas abundancias que se presentaron en la época húmeda mayor, cuando el afloramiento que se presenta en la zona disminuye su intensidad (Andrade, 2000), podrían favorecer la sobrevivencia larval gracias a los nutrientes provenientes de los ríos y no a los del afloramiento. Las condiciones oceanográficas ocasionan el apilamiento de aguas hacia la costa, como consecuencia de la Contracorriente Colombia acompañada por vientos del suroccidente (Bula-Meyer, 1990),

abundance values, like the maximum values, occurred in May, July and October (table 1, fig. 2); however, Friedman's test did not show significant differences between months ($P > 0.10$).

Analyzed according to geographical zones, the highest mean abundances for the Riohacha-Manaure zone occurred in May, July and October; for the Palomino-Camarones zone, in May and November; and for the PNNT zone, in April and July (fig. 3). The seasonal behaviour of the Riohacha-Manaure zone determined the abundance throughout the study area, as shown by the box in figure 3. Stations 20 and 23, located 12 nautical miles off the coast of Riohacha, presented the highest values of larval abundance in October (53 larvae/10 m²) and May (192 larvae/10 m²) (figs. 2, 4). The highest occurrences in the Riohacha-Manaure and Palomino zones were recorded in October and November, whereas in the PNNT zone, lutjanid larvae were only found in April and July (fig. 5). Nevertheless, as shown by Friedman's test for the whole area, each of these zones did not show significant differences between months ($P > 0.10$).

The highest frequencies of occurrence of lutjanid larvae were recorded at stations 20 (off Riohacha) and 17 (off Camarones), in five of the eleven surveys, and at stations 22 (off Riohacha) and 12 (between Palomino River and Dibulla), in four of the surveys. Stations 20, 22 and 28, located off the Riohacha-Manaure zone, presented high values of both abundance and frequency of occurrence (figs. 3, 4, 5).

Hydrographic variables

Significant differences were found for temperature and salinity between months, both for the entire area and for each zone evaluated ($P < 0.01$). The highest temperature values, 28.0–29.0°C, were recorded from July to November, during the rainy season, and the lowest, 23.4–26.6°C, occurred from December to April, during the dry season (fig. 6). Salinity fluctuated between 36.7 and 37.1 psu, the highest values corresponding to the dry season and the lowest to the rainy season (fig. 7).

Discussion

The high abundances recorded in the main rainy season, when upwelling in the area decreases in intensity (Andrade, 2000), could favour larval survival because of the input of nutrients from rivers and not from upwelling. Waters amass towards the coast as a result of the oceanographic conditions produced by the Colombia Countercurrent together with strong southwesterly winds (Bula-Meyer, 1990), allowing the larvae to settle. These same factors, acting with less intensity, could explain the maximum abundance indices obtained in May (minor rainy season). The high abundance and percentage of occurrence values recorded during the minor dry season indicate that even though upwelling occurs at this time, it tends to be moderately intense or weak, so it does not lead to

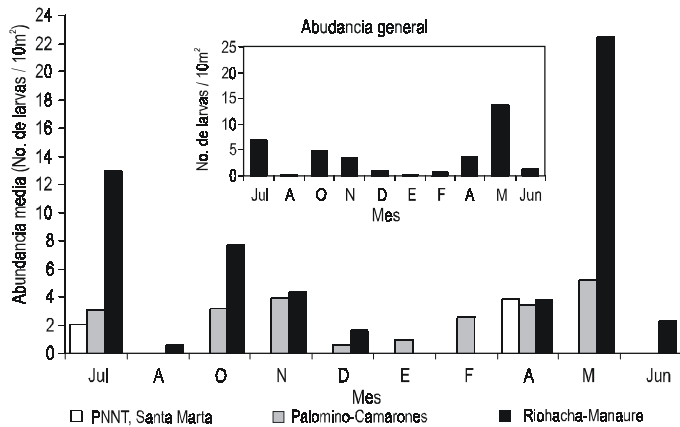


Figura 3. Variación de la abundancia promedio mensual por sector geográfico de larvas de lutjánidos durante el periodo de julio de 2000 a junio de 2001.

Figure 3. Variation of the monthly mean abundance by geographic zone of lutjanid larvae during the period from July 2000 to June 2001.

que en su conjunto permiten el establecimiento de las larvas. Estos mismos factores, actuando con menor intensidad podrían explicar los máximos índices de abundancia obtenidos en mayo (época húmeda menor) en el presente estudio. Con relación a los altos valores de abundancia y porcentaje de ocurrencia durante la época seca menor, se considera que a pesar de que durante esta época se presenta surgencia, ésta es de intensidad baja o moderada, de forma que no alcanzaría a ocasionar la deriva y pérdida de las larvas hacia mar abierto, pudiendo éstas además aprovechar la oferta de alimento (zooplankton).

La baja abundancia larval que caracterizó a los meses de la época seca mayor fue similar a lo descrito por Vergara (1997) y Arteaga y Criales-Hernández (2001). Esta temporada se caracteriza por una mayor velocidad de los vientos alisios, por ende una mayor intensidad y extensión de la surgencia (Bula-Meyer, 1990); las aguas se tornan más ricas en nutrientes estimulando la producción de fitoplancton y zooplankton (Corredor, 1979; Bernal, 2000), aumentando la oferta alimentaria a las larvas de

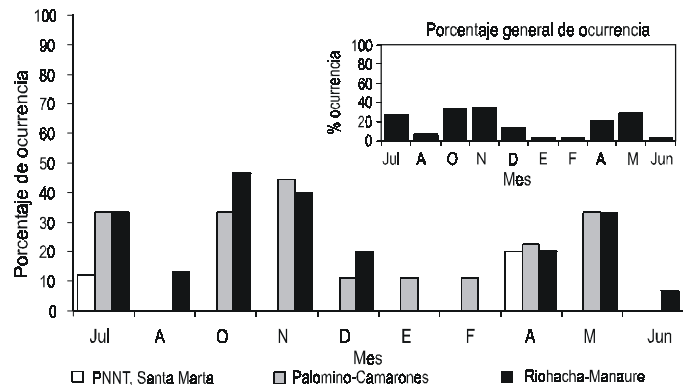


Figura 5. Porcentaje de ocurrencia de larvas de larvas lutjánidos durante el periodo de julio de 2000 a junio de 2001.

Figure 5. Percentage of occurrence of lutjanid larvae during the period from July 2000 to June 2001.

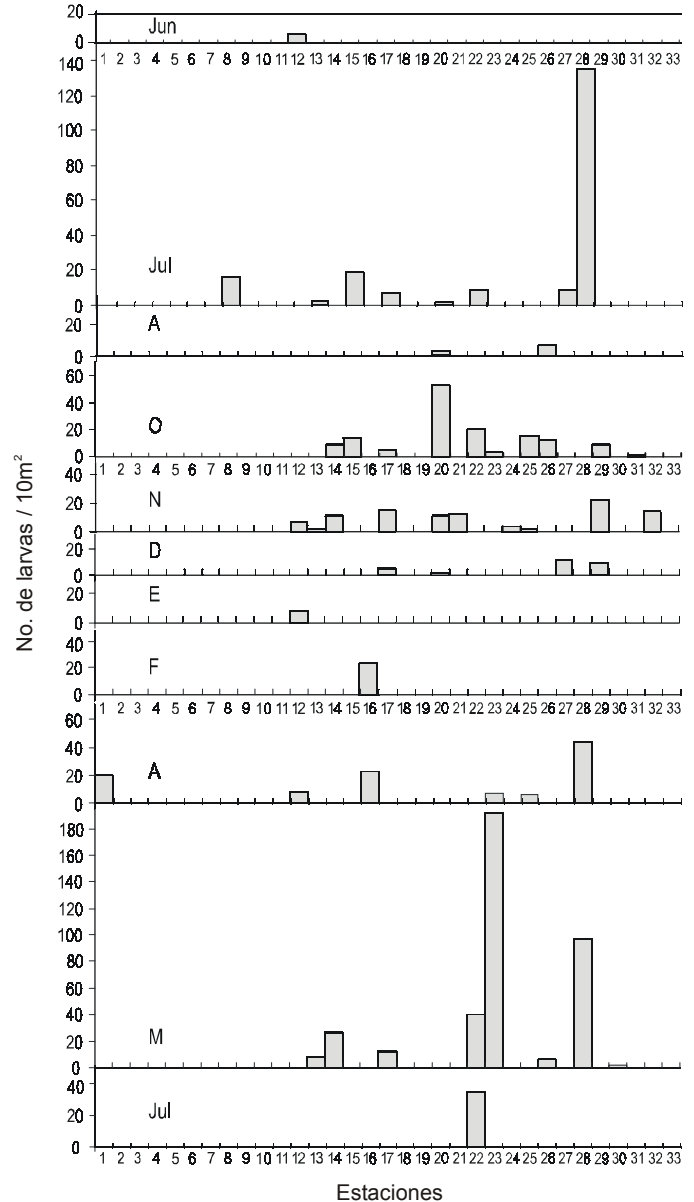


Figura 4. Variación de la abundancia y la ocurrencia de larvas de lutjánidos en cada una de las estaciones, durante el periodo de junio de 2000 a junio de 2001.

Figure 4. Variation of the abundance and the occurrence of lutjanid larvae at each station during the period from June 2000 to June 2001.

the offshore transport and loss of larvae and they, in turn, can take advantage of the food supply (zooplankton).

The low larval abundance during the months of the main dry season was similar to that described by Vergara (1997) and Arteaga and Criales-Hernández (2001). This season is characterized by stronger trade winds and, consequently, more intense and extended upwelling (Bula-Meyer, 1990); waters become richer in nutrients, stimulating the production of phytoplankton and zooplankton (Corredor, 1979; Bernal, 2000) and thus increasing the larvae's food supply. However, the abundances and percentage of occurrence were low, possibly due to the interaction of the following: (1) the presence of

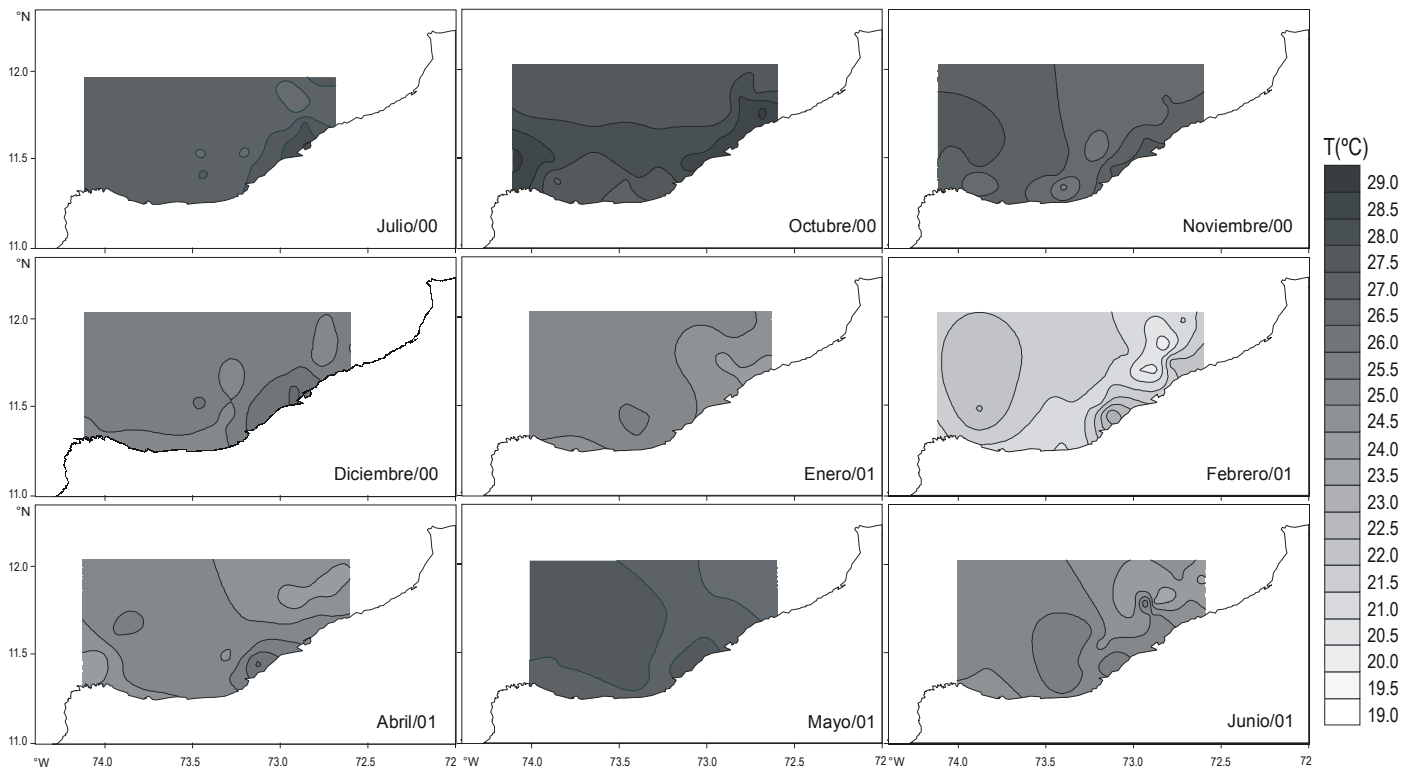


Figura 6. Variación espaciotemporal de la temperatura superficial del mar en el área norte del Caribe colombiano durante el periodo de julio de 2000 a junio de 2001.

Figure 6. Spatiotemporal variation of the ocean surface temperature in the northern Colombian Caribbean during the period from July 2000 to June 2001.

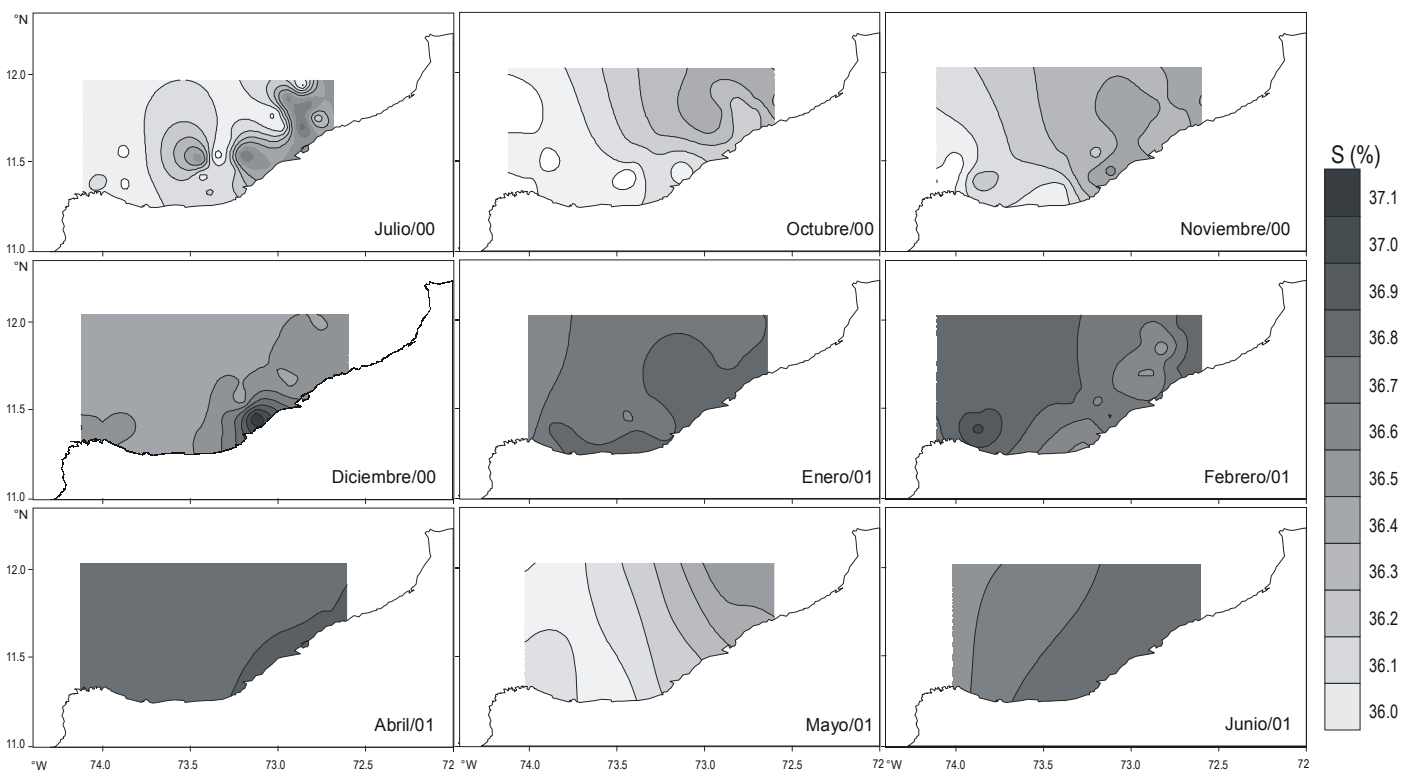


Figura 7. Variación espacio temporal de la salinidad superficial del mar en el área norte del Caribe colombiano durante el periodo de julio de 2000 a junio de 2001.

Figure 7. Spatiotemporal variation of the ocean surface salinity in the northern Colombian Caribbean during the period from July 2000 to June 2001.

estos peces. Sin embargo las abundancias y porcentaje de ocurrencia resultaron bajos, lo cual podría atribuirse a las interacciones siguientes: (1) La presencia de aguas mas frías y salinidades más altas que podrían ocasionar migraciones horizontales (fuera del área de estudio) de peces adultos potencialmente desovantes hacia aguas más cálidas, impidiendo condiciones óptimas para la reproducción y el desove de los adultos; (2) la mayor intensidad de los vientos durante este periodo del año ocasiona una fuerte turbulencia en las aguas, afectando de manera negativa la supervivencia larval por su mayor dificultad para la captura del alimento y (3) la dinámica de las corrientes que se crean durante la vigencia del afloramiento, como la de las provocadas por el transporte de Eckman, podrían ocasionar la deriva y pérdida de las larvas hacia mar abierto.

Integrando los valores mensuales de abundancia media, abundancia máxima y porcentaje de ocurrencia se pone de manifiesto que mayo, julio, octubre y noviembre constituyen meses de alta disponibilidad de larvas de lutjánidos. Los dos últimos meses se inscriben dentro de la época húmeda mayor, para la cual Vergara (1997) y Arteaga y Criales-Hernández (2001) también registraron altos índices de abundancia de estas larvas. De igual manera, Arteaga y Criales-Hernández (2001) encontraron una abundancia relativamente alta en julio, durante la época seca menor.

Aunque los resultados muestran que las larvas de lutjánidos pueden encontrarse en toda el área de estudio, uniendo dos sectores divididos en este estudio se observó una distribución contagiosa con una concentración de larvas entre Manaure y Dibulla. Teniendo en cuenta que las surgencias ecuatoriales se ven afectadas por varios factores, entre ellos el efecto meridional que hace que incremente la respuesta biológica de este a oeste, las mayores biomazas planctónicas no se dan en el núcleo de surgencia como sería de esperarse, sino que se desarrollan a un costado de ella, a una distancia desde unos cuantos metros hasta de muchos kilómetros (Vinogradov, 1988). De igual forma fueron muy pocas las larvas encontradas en el PNNT en la región de Santa Marta, y éstas probablemente fueron arrastradas mar afuera por efecto del flujo de la corriente superficial en el núcleo de surgencia, haciendo que su sobrevivencia sea poco probable. Autores como López-Jamar *et al.* (1995) encuentran este mismo tipo de distribución en el norte y nordeste de la Península Ibérica donde también la distribución larval se ve afectada por la surgencia.

En resumen, las zonas y épocas favorables para la crianza de larvas de la familia Lutjanidae en el presente estudio corresponde al área frente a Riohacha, en los meses de mayo (época húmeda menor), julio (época seca menor) y octubre (época húmeda mayor) en que se obtuvieron los mayores valores de abundancia y ocurrencia de larvas. Las campañas de estos meses también se caracterizaron por registrar los mayores valores de temperatura superficial y los menores de salinidad exceptuando julio.

colder, more saline waters can provoke horizontal migrations (out of the study area) of potential adult spawners to warmer waters, preventing the optimum conditions for the reproduction and spawning of adults. (2) The greater intensity of the winds at this time of year causes strong water turbulence, which negatively affects larval survival because of increased difficulties in capturing food. (3) The dynamics of the currents produced during the upwelling event, such as those generated by the Eckman transport, could result in the offshore transport and consequent loss of larvae.

The monthly values of mean abundance, maximum abundance and percentage of occurrence show that May, July, October and November were the months with highest availability of lutjanid larvae. October and November fall within the main rainy season, and Vergara (1997) and Arteaga and Criales-Hernández (2001) reported high larval abundance indices for these months. Arteaga and Criales-Hernández (2001) also found a relatively high abundance in July (minor dry season).

Though the results show that lutjanid larvae can be found throughout the study area, a contagious distribution was observed with a concentration of larvae between Manaure and Dibulla, joining the two zones separated in this study. As equatorial upwelling events are influenced by several factors, including the meridional effect that makes the biological response increase from east to west, the highest plankton biomasses do not occur in the upwelling nucleus as would be expected, but rather they develop anywhere from a few meters to many kilometers to one side of it (Vinogradov, 1988). Very few larvae were found in the PNNT zone; they were probably carried offshore as a result of the effect produced by the surface current flow in the upwelling nucleus, making their survival doubtful. López-Jamar *et al.* (1995) report this type of distribution to the north and northeast of the Iberian Peninsula, where larval distribution is affected by upwelling.

In summary, the most favourable breeding zone for lutjanid larvae was found to be the area off Riohacha in May (minor rainy season), July (minor dry season) and October (main rainy season), which is when the highest values of larval abundance and occurrence were obtained. The highest surface temperature values and lowest salinity values were recorded during these months, except for July.

Acknowledgements

We thank the fishermen at Taganga and colleagues of the INPA-COLCIENCIAS project for their help and collaboration. Thanks also to Arturo Acero for revising the text. This research was funded by INPA-COLCIENCIAS (project No. 3134-09-550-98).

English translation by Christine Harris.

Agradecimientos

Agradecemos a los pescadores de la flota de pangas pargueras de Taganga, a los compañeros del Proyecto y del INPA en Santa Marta por su apoyo y colaboración durante el desarrollo del trabajo. Gracias al profesor Arturo Acero por su revisión del texto. Esta investigación fue posible gracias al apoyo del INPA-COLCIENCIAS (Código 3135-09-550-98).

Referencias

- Acero, A. (1993). Una nueva mirada a los peces comerciales del Caribe continental colombiano. An. Inst. Invest. Mar Punta Betín, 22: 129–135.
- Acero, A., Álvarez-León, R. y Garzón, J. (1986). Peces comerciales del Caribe colombiano, sin incluir los de las islas, cayos y bajos del Caribe occidental (Propuesta para la unificación de sus nombres vernáculos). Informe Museo del Mar, 31: 15.
- Andrade, C.A. (2000). The circulation and variability of the Colombian basin in the Caribbean Sea. Ph.D. thesis, School of Ocean Sciences, University of Wales, 223 pp.
- Arévalo, J.C., Melo G., Altamar, J. y Manjarrés, L.M. (2002). Evaluación de la ictiofauna demersal explotada con artes de anzuelo por la flota de embarcaciones “pargueras” en el área norte del Caribe colombiano y su relación con las variables ambientales. En: Proyecto INPA-COLCIENCIAS, 2002. Datos inéditos Proyecto Evaluación de las pesquerías demersales del área norte del Caribe colombiano y parámetros ecológicos, biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo INPA-COLCIENCIAS cod. 3135-09-550-98.
- Arteaga, E. y Ciales-Hernández, M.I. (2001). Distribución y abundancia de larvas de la familia Lutjanidae en el área norte del Caribe colombiano. En resúmenes IX Colacmar. San Andrés Isla. Sep. 16–20/2001.
- Barros, M. (2002). Recursos de peces demersales explotados por las pesquerías de pescadores artesanales marítimas del sector Taganga-La Jorará (Depto. del Magdalena). En: Proyecto INPA-COLCIENCIAS, 2002. Datos inéditos Proyecto Evaluación de las pesquerías demersales del área norte del Caribe colombiano y parámetros ecológicos, biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo INPA-COLCIENCIAS cod. 3135-09-550-98.
- Bernal, A.R. (2000). Die struktur der zooplanktongemeinschaft im neritischen Bereich des Kolumbianischen Karibischen Meeres. Inaugural-Dissertation Zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Justus-Liebig-Universität Gießen. Alemania, 142 pp.
- Blanco, J.A. (1998). Las variaciones ambientales estacionales en las aguas costeras y su importancia para la pesca en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis M.Sc. Biol. Mar. Univ. Nal. de Colombia, Bogotá, 50 pp.
- Bula-Meyer, G. (1990). Oceanografía. En: M.J. Jimeno (ed.) Caribe colombiano. Fondo FEN Colombia, Bogotá, pp. 100–114.
- Clarke, M.E., Domeier, M.L. and Laroche, W.A. (1997). Development of larvae and juveniles of the mutton snapper (*Lutjanus analis*), lane snapper (*Lutjanus synagris*) and yellowtail snapper (*Lutjanus chrysurus*). Bull. Mar. Sci., 61(3): 511–537.
- Correa, F. y Manjarrés, L.M. (2002). Recursos de peces demersales explotados por las pesquerías artesanales marítimas de La Guajira, Caribe colombiano. En: Proyecto INPA-COLCIENCIAS, 2002. Datos inéditos. Proyecto Evaluación de las pesquerías demersales del área norte del Caribe colombiano y parámetros ecológicos, biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo INPA-COLCIENCIAS cod. 3135-09-550-98.
- Corredor, J.E. (1979). Phytoplankton response to low level nutrient enrichment through upwelling in Columbian Caribbean Basin. Deep-Sea Res., 26A: 731–741.
- De Ciechowski, D.J. (1981). Ictioplankton. En: D. Boltovskoy (ed.), Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con el Zooplankton Marino. Publ. Esp. INIDEP. Mar del Plata, pp. 829–850.
- Fahay, M. (1983). Guide to the early stages of marine fishes occurring in the western North Atlantic Ocean, Cape Hatteras to the southern Scotian Shelf. J. Northwest Atl. Fish. Sci. Canada, 4: 423 pp.
- López-Jamar, E., Coombs, S.H., Garcia, A., Halliday, N.C., Knust, R. and Nellen, W. (1995). The distribution and survival of larvae of sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum) off the north and north-western Atlantic coast of the Iberian Peninsula, in relation to environmental conditions. Bol. Inst. Esp. Oceanogr., 11(1): 27–47.
- Manjarrés, L., Rodríguez, G., Vergara, A., Arteaga, E., Galvis, R., Rodríguez, J., Arévalo, J.C. y Viaña, J. (1999). Recursos de peces demersales del Caribe colombiano: Biología, evaluación y aspectos ecológicos. Capítulo 1. Aspectos metodológicos de la investigación. Bol. Cient. INPA, 6: 9–18.
- Powles, H. and Markle, D.P. (1983). Identification of larvae. In: W. Moser, J. Richards, D.M. Cohen, M.P. Fahay, A.W. Kendall Jr. and S.L. Richardson (eds.), Ontogeny and Systematics of Fishes. Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. Spec. Publ., 1: 31–33.
- Pujos, M., Pagliardini, J.L., Steer, R., Vernet, G. y Weber, O. (1986). Influencia de la contra corriente norte colombiana para la circulación de las aguas de la plataforma continental: Su acción sobre la dispersión de los efluentes en suspensión del río Magdalena. Bol. Cient. CIOH, (6): 3–15.
- Richards, W.J., Lindeman, K.C., Shultz, J.L., Leis, J.M., Ropke, A. Clarke, M.E. and Comyns, B.H. (1994). Preliminary guide to the identification of the early life history stages of lutjanid fishes of the western central Atlantic. US Dept. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-345, 49 pp.
- Romero, M. (1989). Descripción de las larvas y de los primeros estadios juveniles de la biajaiba, *Lutjanus synagris* (Linnaeus, 1758) (Pisces, Lutjanidae). Reporte Academia de Ciencias, Inst. de Oceanografía, Cuba, 14 pp.
- Smith, P.E. y Richardson, S.L. (1979). Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. FAO Doc. Téc. Pesca, 175, 107 pp.
- Vergara, A.R. (1997). Distribución, abundancia y diversidad de larvas de peces demersales comerciales en la zona nerítica frente al departamento de la Guajira, Caribe colombiano. Tesis M.Sc. Biol. Mar. Univ. Nal. de Colombia. Bogotá, 171 pp.
- Viaña, J., Medina, A., Barros, M. y Manjarrés, L. (2002). Evaluación de la ictiofauna demersal extraída por la pesquería industrial de arrastre en el área norte del Caribe colombiano (enero/2000–junio/2001). En: Informe Final Proyecto Evaluación de las pesquerías demersales del área norte del Caribe colombiano y parámetros ecológicos, biológico-pesqueros y poblacionales del recurso pargo INPA-COLCIENCIAS cod. 3135-09-550-98 Santa Marta.
- Vinogradov, M.E. (1988). Ecosystems of Equatorial upwellings. In: A.R. Longhurst (ed.), Analysis of Marine Ecosystems. Academic Press, London, pp. 69–93.
- Zar, J.H. (1996). Biostatistical Analysis. 3rd ed. Prentice Hall, New Jersey, 662 pp.