

Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México

Composition, abundance and chaetognath species distribution in the north littoral of the Mexican Caribbean Sea

José N. Álvarez-Cadena^{1*},
Alma Rosa Almaral-Mendivil¹
Uriel Ordóñez-López²,
y Amira Uicab-Sabido²

¹ Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Académica Puerto Morelos. Apartado Postal 1152, C. P. 77501, Cancún, Quintana Roo, México

² Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Mérida, Km. 6 Antigua carretera a Progreso. A.P. 73 CORDEMEX. C. P. 97310. E-mail: inac@mar.icmyl.unam.mx

Álvarez-Cadena J. N., A. R. Almaral-Mendivil, U. Ordóñez-López, y A. Uicab-Sabido. 2008. Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México. *Hidrobiológica* 18 (1 Suplemento): 37-48.

RESUMEN

Se estudiaron la composición y las variaciones de la abundancia de las especies de quetognatos en el litoral norte de Quintana Roo, durante un ciclo anual (enero a diciembre del 2004). Los muestreos se realizaron durante el día, cerca de la superficie, con una red cónica de 0.4 m de diámetro y malla de 330 μm , por 5 min., en 12 estaciones ubicadas desde Puerto Morelos hasta Cancún. Se hicieron mediciones *in situ* de temperatura y salinidad que mostraron variaciones atípicas relativas a los antecedentes del régimen climático reportado (secas, lluvias y nortes). En cambio, se registraron mejores correlaciones con las zonas de muestreo (lagunar, arrecifal y oceánica). Se capturaron 16,966 m^3 quetognatos con un promedio anual de 575 org./100 m^3 . Las mayores abundancias fueron en enero (secas) y las menores en agosto (lluvias). Se identificaron 11 especies con *Ferosagitta hispida* como la más abundante (499.6 org./100 m^3 = 77%) y como especie única en la zona lagunar. *Flaccisagitta enflata* fue segunda en densidad (80.2 org./100 m^3 = 14.6%), la cual fue principalmente abundante en la zona oceánica. *Krohnitta pacifica* (17.8 org./100 m^3 = 3%) y *Serratosagitta serratodentata* (13.2 org./100 m^3 = 2.5%), estuvieron mejor representadas en el área arrecifal. Las especies menos abundantes en orden decreciente fueron: *Sagitta tenuis*, *Pterosagitta draco*, *F. hexaptera*, *S. friderici*, *S. helenae*, *Mesosagitta minima* y *S. bipunctata* que en su conjunto contribuyeron con 12.8 org./100 m^3 = 2.3%.

Palabras clave: Quetognatos, composición, abundancia, Caribe Mexicano.

ABSTRACT

Species composition and variations in abundance of chaetognaths from the north of Quintana Roo were carried out from January to December 2004. Sampling was made near surface with a conical net (0.40 m, diameter; 330 μm mesh) at 12 stations from Puerto Morelos to Cancun. Temperature and salinity were measured *in situ*. Weather conditions were atypical with previous reports (dry, rains, nortes). Instead, a better correlation was observed with the environmental conditions of the lagoon, reef and oceanic zones. A total of 16,966 chaetognaths were captured with an annual mean abundance of 575 org./100 m^3 . Eleven species of chaetognaths were recorded, with *Ferosagitta hispida* as the most

abundant (499.6 org./100 m³ = 77%) and unique species in the lagoon zone. *Flaccisagitta enflata* (80.2 org./100 m³ = 14.6%), was second in abundance and collected mainly in the oceanic zone. *Krohnitta pacifica* (17.8 org./100 m³ = 3%) and *Serratosagitta serratodentata* (13.2 org./100 m³ = 2.5%), both were abundant in the reef zone. Other species were: *Sagitta tenuis*, *Pterosagitta draco*, *F. hexaptera*, *S. friderici*, *S. helena*, *Mesosagitta minima* and *S. bipunctata* contributing 12.8 org./100 m³ = 2.3% altogether.

Keywords: Chaetognatha, composition, abundance, Mexican Caribbean Sea.

INTRODUCCION

El Phylum Chaetognatha es uno de los más abundantes y característicos en áreas lagunares, costeras y de mar abierto (Alvaríño, 1965) y de acuerdo con Øresland (1986) y McLelland (1984), son frecuentemente el segundo grupo en abundancia solamente después de los copépodos. Los gusanos flecha, como se les conoce comúnmente, tienen una gran importancia ecológica por sus hábitos alimenticios estrictamente carnívoros y por ser depredadores activos. Estos animales constituyen un importante eslabón en la transferencia de energía entre los consumidores primarios (como los copépodos, su alimento principal) (Feigenbaum & Maris, 1984) y depredadores de mayor tamaño. Los chaetognatos también han sido señalados como indicadores de masas de agua en diferentes partes del mundo (Russell, 1935; McLelland, 1984; Øresland, 1986).

En la actualidad existen pocos estudios de este grupo en la zona norte de Mar Caribe Mexicano. Álvarez-Cadena *et al.* (1996b) realizaron un estudio en el Sistema Lagunar Nichupté (SLN), en el que registran la presencia de *Ferosagitta hispida* (Conant, 1895) como especie única del lugar y el efecto de la temperatura como un factor que posiblemente promueve el incremento en el número de cohortes de sus poblaciones. Posteriormente Ramírez-Ávila y Álvarez Cadena (1999) llevan a cabo trabajos relacionados con la fauna de chaetognatos en dos estaciones localizadas en la laguna arrecifal de Puerto Morelos. En ese trabajo los autores pese a haber realizado muestreos únicamente en dos estaciones (una cerca de la costa, otra cerca de la barrera arrecifal), reportan al igual que en este estudio que las especies más abundantes y más representativas son *Ferosagitta hispida* seguida de *Flaccisagitta enflata* (Grassi, 1881).

El presente trabajo, contribuye al conocimiento de los chaetognatos en lo que respecta a su composición, riqueza de especies, distribución y abundancia durante un ciclo anual atípico, y sus posibles relaciones con los principales parámetros hidrológicos, temperatura y salinidad. Así también, se realizaron a cabo análisis numéricos que permitieron caracterizar las condiciones ambientales en los lugares de muestreo a partir de las especies de chaetognatos encontradas.

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio forma parte de la segunda barrera de arrecife más grande del mundo, solo después de la gran barrera

coralina de Australia, la cual se inicia en las inmediaciones de Cancún y se extiende hasta Belice. Los doce lugares de muestreo se ubicaron en la parte noreste de la península de Yucatán, desde Puerto Morelos hasta Cancún, en el Estado de Quintana Roo, incluyendo el Sistema Lagunar Nichupté (SLN); éste último localizado en la vecindad de la zona hotelera de este lugar vacacional (Fig. 1). Las corrientes oceánicas en este lugar de acuerdo a Merino (1986) tienen un flujo con dirección norte, el cual se continúa y eventualmente forma parte de la corriente de Yucatán hasta alcanzar el Golfo de México. Así también, se han registrado contracorrientes de menor intensidad. Los vientos alisios (sur-sureste) son dominantes durante la mayor época del año, excepto durante el invierno, cuando se registran fuertes vientos del norte con menores temperaturas (Merino & Otero, 1991). El fondo está típicamente cubierto de vegetación sumergida conformada por pastos marinos (*Thalassia testudinum* Banks ex König y *Halodule* sp.) y algas de diferentes especies, intercaladas con blanquiales de arena. En algunas partes del SLN, se registran también sedimentos lodosos. El régimen de mareas es semi-diurno con una corta variación (0.24 m; Instituto de Geofísica, 1991). El suelo en toda esta área es altamente poroso y permeable (López-Ramos, 1974), por lo que en la zona no hay presencia de ríos y en su lugar existen cuerpos de agua subterráneos y cenotes. En la zona costera y lagunar de esta parte de la península se presentan diversos puntos de afloramiento de agua dulce (ojos de agua).

MATERIAL Y METODOS

Se realizaron muestreos mensuales diurnos (aproximadamente desde las 08:30 h hasta las 17:00) de enero a diciembre de 2004 en la zona lagunar y costera del norte de Quintana Roo desde Cancún hasta Puerto Morelos (Fig. 1). Las estaciones 1 y 2 aún cuando cercanas a la costa fueron consideradas oceánicas con base en sus características hidrológicas así como en la flora y fauna encontradas. Se utilizó una red de plancton cónica, de 0.4 m de diámetro (con un medidor de flujo para estimaciones de densidad de organismos), 1.2 m de longitud y malla de 330µ. Los arrastres fueron horizontales, siguiendo una trayectoria circular cerca de la superficie y tuvieron una duración de 5 min. Las muestras fueron fijadas inmediatamente después de su captura adicionándoles formol concentrado (neutralizado con borato de sodio) y adicionando agua del lugar hasta obtener una solución al 4%. En cada una de las estaciones de recolecta se hicieron medi-

ciones de temperatura (°C) y salinidad (ups) con un multianalizador de campo YSI-85. En el laboratorio se extrajeron la totalidad de los quetognatos, se identificaron con la ayuda de un estereomicroscopio mediante la consulta de literatura especializada para el grupo (Alvariño, 1969; McLelland, 1989). A los datos hidrológicos obtenidos en espacio y tiempo se les aplicaron análisis de clasificación aglomerativa a través del coeficiente de Bray-Curtis con el fin de identificar grupos de estaciones y/o meses y sometidas al análisis de varianza (ANOVA) de dos vías ($p < 0.05$, Zar, 1984) para conocer si existen diferencias respecto a una misma variable. Este procedimiento se volvió a realizar a la abundancia de quetognatos. Se aplicó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual jerarquiza a las especies tomando en consideración las medias relativas de la densidad y la frecuencia espacial de las especies, para ello se utilizó el programa de análisis de comunidades ANACOM (de la Cruz-Agüero, 1993). Posteriormente, para efecto de saber si existían semejanzas entre la composición específica registrada y los meses (épocas) y entre estaciones (zonas) se evaluó el índice de similitud de Jaccard (c_j). Este índice, proporciona el mismo valor a todos los términos y oscila entre 0 y 1; cuando c_j tiende a 1 hay mayor similitud y viceversa (Omori & Ikeda, 1984). Finalmente, se efectuó un análisis de correspondencia canónica (ACC) con el fin de conocer las posibles relaciones entre las especies y los principales parámetros del medio registrados. Este procedimiento permitió posicionar a las especies, los sitios y los factores ambientales en un sistema de coordenadas sintéticos (componentes 1 y 2) y éstas a su vez pueden concordar con gradientes ambientales (Ter Braak & Verdonschot, 1995), previo a todo lo anterior los datos fueron transformados a logaritmo ($\log_{10}+1$) para cumplir con el supuesto de normalidad y homocedasticidad.

RESULTADOS

Características climáticas. El ciclo climático 2004 fue atípico, ya que se caracterizó por lluvias continuas durante la mayor parte del año. La precipitación total de lluvia en la zona fue de 712.4 mm. El mes de junio, considerado usualmente dentro de la temporada de secas en la región, registró las precipitaciones pluviales más altas (218.8 mm), mientras que las menores fueron en agosto (11.7 mm), mes considerado dentro de los meses más lluviosos. La segunda precipitación pluvial más importante ocurrió en enero (88.4 mm). La temperatura atmosférica anual promedio fue de 26 °C, presentando un comportamiento más bien típico y característico del lugar, es decir, temperaturas bajas en los meses de noviembre a marzo, incrementándose paulatinamente de abril hasta agosto y disminuyendo de nuevo a partir de septiembre. El mes más frío fue enero (24.3 °C) y el más cálido agosto (29.4 °C), datos proporcionados por la Comisión Nacional del Agua (2004). El análisis de clasificación por el índice de Bray-Curtis, no reflejó una agrupación climática acorde con lo reportado por otros autores como épocas de secas, lluvias y

nortes debido a lo atípico de las precipitaciones pluviales, ya mencionadas y registradas durante el año.

Características hidrológicas. Durante el año 2004 la temperatura promedio del agua fue de 28.2 ± 2.5 °C, las más bajas fueron en febrero (24.1 °C) y las más altas en agosto (31.8 °C). En general, se observó un cambio de temperatura acorde al régimen climático disminuyendo de noviembre a abril e incrementándose a partir de mayo. Los meses más fríos fueron enero y febrero, y los más cálidos julio y agosto (Fig. 2). Especialmente, la temperatura promedio para el área total de muestreo fue de 28.2 ± 0.4 °C. Las menores temperaturas fueron registradas en las estaciones 1 y 2 (27.7 °C y 27.2 °C, respectivamente) y las más altas en las estaciones 9 y 10 (28.8 °C y 28.5 °C) (Fig. 3).

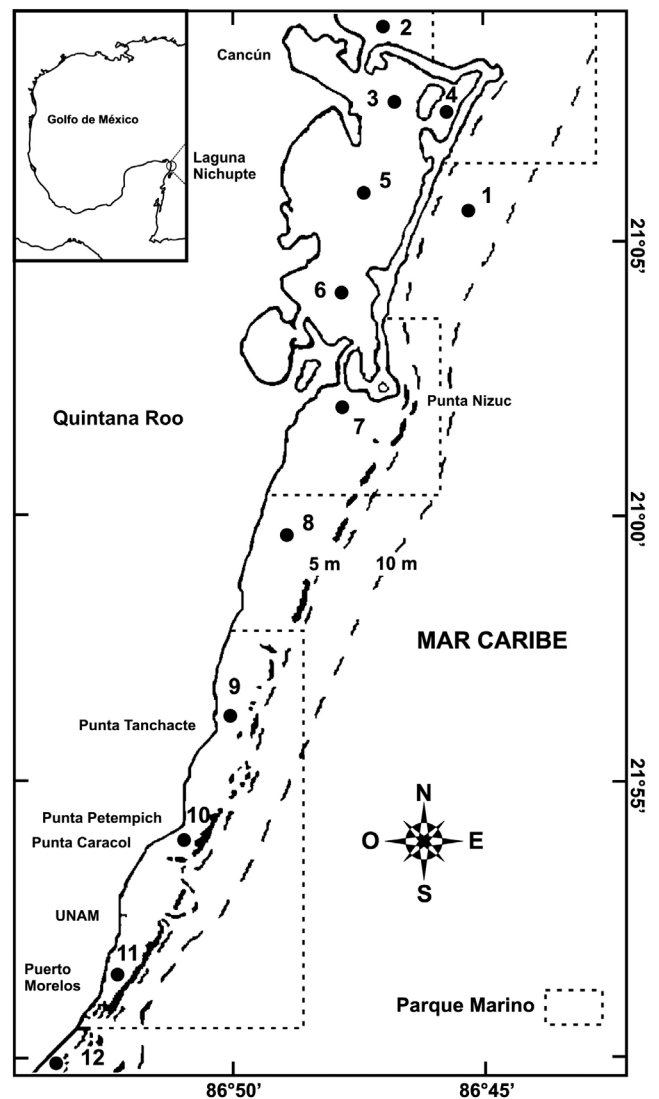


Fig. 1. Área de estudio con la ubicación de las estaciones de muestreo (1-12) en la zona norte de Quintana Roo, México.

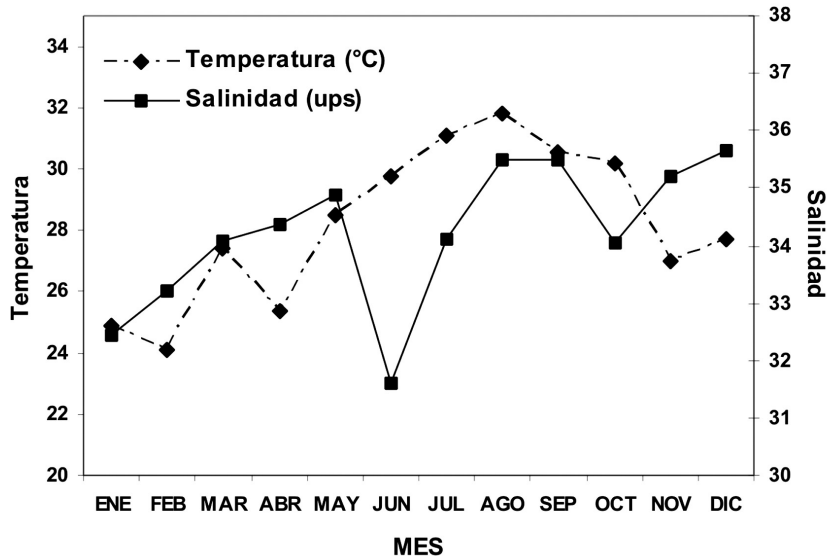


Fig. 2. Temperatura y salinidad del agua promedio mensual en la zona norte de Quintana Roo, México durante 2004.

La salinidad promedio anual fue de 34.2 ± 1.3 ups. Las menores salinidades se observaron en junio (31.6 ups) y enero (32.4 ups). Diciembre presentó las salinidades más altas (35.7 ups), agosto y septiembre registraron salinidades similares (35.5 ups) (Fig. 2). En relación al muestreo espacial, las salinidades más bajas estuvieron dentro de la ZL (estaciones 3 a la 6), particularmente en la estación 5 (26.3 ups promedio). Las estaciones ubicadas en la zona oceánica y arrecifal presentaron salinidades muy homogéneas (del orden de 36.2 ups), por lo que

los valores mínimos y máximos variaron solamente de 35.2 a 36.3 ups (Fig. 3).

Al aplicar el análisis de clasificación (índice de Bray-Curtis) a los parámetros hidrológicos (temperatura del agua y salinidad) respecto al tiempo, fue posible definir dos épocas hidrológicas, esto es, la temporada de secas de noviembre a mayo y la de lluvias de junio a octubre. Es importante mencionar, que aunque se estableció una época de secas por disminuir las precipitaciones

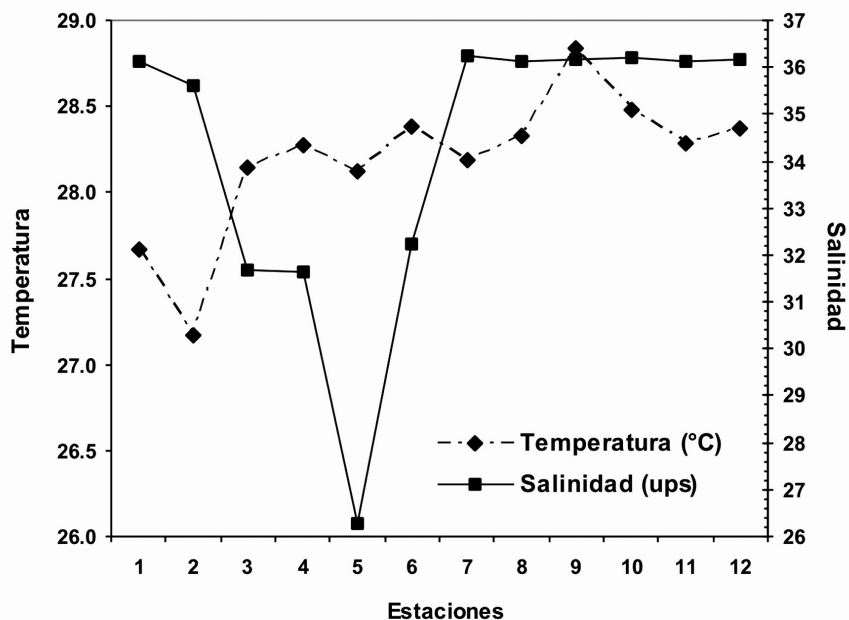


Fig. 3. Temperatura y salinidad del agua promedio por estación en la zona norte de Quintana Roo, México durante 2004.

pluviales con relación a la época de lluvias, el año 2004 fue un año considerado atípicamente lluvioso.

Con base en la aplicación del índice previamente mencionado se identificaron las zonas siguientes: Zona Oceánica (ZO, estaciones 1 y 2), Zona Lagunar (ZL, estaciones 3 a 6) y Zona Arrecifal (ZA, estaciones 7 a 12). Los análisis permitieron registrar diferencias significativas entre épocas (secas y lluvias; $p \leq 0.01$) y entre la ZL con respecto a ZO y también a ZA, pero no hubo diferencias significativas entre las dos últimas ($p \geq 0.01$).

Densidad y distribución espacio temporal de los quetognatos. La composición por especie de quetognatos estuvo representada por 11 especies, de mayor a menor abundancia fueron: *Ferosagitta hispida*, *Flaccisagitta enflata*, *Krohnitta pacifica* (Aida, 1897), *Serratosagitta serratodentata* (Krohn, 1853), *Sagitta tenuis* (Conant, 1896), *Pterosagitta draco* (Krohn, 1853), *F. hexaptera* (d'Orbigny, 1843), *Sagitta friderici* (Ritter-Zahony, 1911), *S. helenae* (Ritter-Zahony, 1910), *Mesosagitta minima* (Grassi, 1881) y *Sagitta bipunctata* (Quoy & Gaimard, 1827) (Tablas 1 y 2).

Se capturaron un total de 16,966 quetognatos, con una densidad promedio anual de 50.4 org./100 m³. Las máximas abundancias se registraron en enero (872.6 org./100 m³) y febrero (625.5 org./100 m³) y un mínimo en diciembre (177.7 org./100 m³). En el verano también se registraron otros pulsos de altas densidades uno en junio (475.2 org./100 m³) y otro en julio (752 org./100 m³); las menores capturas fueron en agosto (135.1 org./100 m³). Espacialmente, las mayores densidades promedio se obtuvieron en la ZL; la estación 3 (Bojórquez) registró las máximas capturas, aunque los sitios 4 y 5 también registraron importantes abundancias tanto en espacio, como en tiempo. En ZA las menores capturas se observaron en las estaciones 8 y 9.

Ferosagitta hispida fue capturada en todas las áreas de muestreo y fue la más abundante durante todo el año; sus máximas densidades fueron observadas en la ZL, lugar en donde fue la única especie capturada. Temporalmente, enero y febrero registraron las mayores abundancias, con otros pulsos de abundancia en junio y julio.

Flaccisagitta enflata fue principalmente recolectada en la ZO, con una mayor abundancia en la estación 2. También se presentó en la ZA, particularmente en las estaciones 11 y 12. Temporalmente, las mayores abundancias se registraron en la época de secas, con un máximo de enero a marzo.

Krohnitta pacifica y *S. serratodentata* fueron especies que al igual que el quetognato anterior registraron sus máximas densidades en la época de secas, particularmente en enero y octubre. Estuvieron representadas en las estaciones de la ZO y ZA pero no en ZL; predominaron en las estaciones 9 y 12.

Serratosagitta serratodentata tuvo dos máximos de abundancia uno en marzo y abril, y otro menor en octubre y fue frecuente en las estaciones 2, 9, 10 y 12.

Sagitta tenuis no se capturó con altas abundancias durante el año, sin embargo, su mayor recolecta fue durante las lluvias con un máximo en septiembre. Por zonas sus máximas capturas fueron en la ZA, principalmente en las estaciones 11 y 12. Las especies que se observaron con bajas densidades fueron: *P. draco*, *F. hexaptera*, *S. friderici*, *S. helenae*, *M. minima* y *S. bipunctata*, ya que su presencia fue mínima tanto en espacio como en tiempo y predominaron en la época de secas particularmente en enero, en las estaciones 1, 11 y 12.

Riqueza de especies. La mayor riqueza específica fue observada en las estaciones 1 (oceánica) y 12 (arrecifal) con-

Tabla 1.- Densidad promedio mensual (org./100 m³) por especie de quetognatos recolectados en el litoral norte del Caribe Mexicano, durante el 2004. D.P. = densidad promedio.

Especie	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	D. P.
<i>Ferosagitta hispida</i>	872.6	625.5	441.8	271.1	418.1	475.2	752.8	135.1	452.8	234.3	305.6	177.7	430.2
<i>Flaccisagitta enflata</i>	255.5	148.9	357.4	31.2	25.3	0.7	2.7	6.3	25.2	13.9	51.9	42.9	80.2
<i>Krohnitta pacifica</i>	66.5	31.9	38.7	9.8	1.6	2.2	0.0	0.0	5.2	45.7	6.5	5.9	21.4
<i>Serratosagitta serratodentata</i>	12.7	18.6	45.6	28.6	10.6	0.6	2.3	1.8	1.9	25.1	7.3	3.8	13.2
<i>Sagitta tenuis</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.5	0.8	1.7	81.8	0.0	0.0	0.0	17.0
<i>Pterosagitta draco</i>	33.0	7.0	6.0	1.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5
<i>Flaccisagitta hexaptera</i>	11.4	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1
<i>S. friderici</i>	0.0	1.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
<i>S. helenae</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.4	1.3
<i>Mesosagitta minima</i>	0.5	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6
<i>S. bipunctata</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.4
D. P.	178.9	119.2	127.2	57.1	76.0	79.9	189.7	36.2	113.4	64.4	74.3	46.1	55.7

Tabla 2. Densidad promedio por estación (org./100 m³) para cada especie de quetognatos capturados en el litoral norte del Caribe Mexicano, durante el 2004. D.P. = densidad promedio.

Especie	Estación												D. P.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
<i>Ferosagitta hispida</i>	27.2	60.1	2304.7	1419.2	886.3	289.3	30.3	10.7	25.1	70.4	12.6	26.7	430.2
<i>Flaccisagitta enflata</i>	142.1	348.7	5.2	0.0	0.0	0.0	4.4	1.1	97.3	74.3	114.4	174.5	106.9
<i>Krohnitta pacifica</i>	9.6	40.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	4.0	53.6	10.6	37.0	54.6	26.7
<i>Serratosagitta serratodentata</i>	19.0	41.0	0.0	0.0	0.0	0.4	7.7	1.9	28.5	28.7	7.2	24.4	17.6
<i>Sagitta tenuis</i>	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.8	26.2	57.1	16.9
<i>Pterosagitta draco</i>	9.4	4.4	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	10.0	1.9	12.5	8.4	6.7
<i>Flaccisagitta hexaptera</i>	10.3	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	4.0
<i>S. friderici</i>	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.1
<i>S. helenae</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	0.0	0.4	0.4	1.3
<i>Mesosagitta minima</i>	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6
<i>S. bipunctata</i>	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
D. P.	22.0	82.7	1155.0	1419.2	886.3	96.8	11.6	4.4	31.2	31.1	30.0	34.8	55.7

sideradas como dos zonas con fuertes corrientes; en ambas se registraron 10 de las 11 especies identificadas. La ZL (estaciones 3, 4, 5 y 6) fue la de menor riqueza, ya que sólo estuvo presente *F. hispida*.

La importancia de cada especie dentro de la población a través del IVI, permitió identificar a *F. hispida* como la especie dominante tanto en espacio como en tiempo, las especies menos abundantes y frecuentes fueron *F. hexaptera*, *S. friderici*, *S. helenae*, *M. minima* y *S. bipunctata* (Tabla 3).

Índice de similitud. El grado de similitud entre épocas (secas y lluvias) fue similar ($c_j = 0.85$), sin embargo, es importante mencionar que las mayores abundancias de los quetognatos en la época de lluvias estuvieron dadas por *F. hispida*. Asimismo, debido a la alta similitud ($c_j = 1.0$) entre meses fue posible agruparlos de la siguiente manera: de enero a marzo, de abril a junio, de julio a agosto y de septiembre a diciembre. El primer grupo comparte 7 especies similares, el segundo 6, el tercero 4 y el cuarto 5.

Espacialmente el índice identificó a la ZO y ZA con la más alta similitud ($c_j = 1.0$) pero valores mucho más bajos en la ZL ($c_j = 0.18$) lugar en donde se observó la mayor disimilitud. En particular, las estaciones de la 2 a la 6 (ZL) son las más disímiles con respecto al resto de las estaciones.

Relación de la abundancia con los parámetros hidrológicos. El análisis ACC entre las variables hidrológicas del medio y la abundancia de las especies de quetognatos, estableció que la varianza explicada que relaciona el componente uno con el dos fue de 88.8% indicando una alta relación entre ambos. Este aná-

lisis permitió registrar que la mayor densidad de *F. hispida* estuvo asociada a una menor salinidad y temperatura como las que se registraron en las estaciones ubicadas en la ZL (30.4 ups, 28.2 °C respectivamente). Por el contrario *S. serratodentata*, *S. tenuis* y *S. helenae* se relacionaron con aguas de mayor salinidad como las registradas en la ZA (36.1 ups y 28.4 °C). Asimismo, *F. enflata*, *F. hexaptera*, *P. draco*, *S. friderici*, *K. pacifica*, *S. bipunctata* y *M. minima* mostraron una relación con aguas de mayor salinidad y menor temperatura (35.8 ups y 27.4°C), características de la ZO (Fig. 4).

DISCUSIÓN

En este estudio en la zona del norte de Quintana Roo se registraron precipitaciones pluviales constantes por arriba de la media en un 61.7% para toda la Península de Yucatán. Similarmente la temperatura promedio ambiental se incremento ligeramente por arriba de la media. Estas alteraciones en la precipitación fueron más evidentes en enero y junio, meses en que se incrementaron de manera significativa las lluvias. En cambio en agosto (considerado tradicionalmente dentro de la época de lluvias) disminuyó drásticamente (Comisión Nacional del Agua, 2004; 2005). El año anterior (2003) fue considerado seco y aunque a menor escala, se tienen registros de que estuvo influenciado por el Fenómeno del Niño del año previo (2002) (Comisión Nacional del Agua, 2004; Gray & Klotzbach, 2004). Este fenómeno influyó en las condiciones atmosféricas (a escala global, regional y local) y favoreció la presencia de lluvias extraordinarias durante el 2004. Los meses más fríos y lluviosos (noviembre a febrero) se vieron influenciados por frentes fríos del norte que trajeron en ese año lluvias constantes que se prolongaron hasta abril del

mismo año. La interacción atmósfera-agua es evidente en toda la zona de muestreo y la temperatura del agua cambia de acuerdo al régimen climático de la región, esto es temperatura bajas en enero y febrero (época de secas) debido a la mayor presencia de vientos fríos provenientes del norte (que se les conoce como "Nortes" en la región) y los más cálidos en la época de lluvias (junio a octubre), Merino y Otero (1991).

Para el área de Puerto Morelos, Ramírez-Ávila y Álvarez-Cadena (1999) reportan una variación de la temperatura del agua de ± 3.9 °C (variación de 26.3 a 30.2). Durante 2004 las variaciones fueron de 7.7°C (variación de 24.1 a 31.8). Esta diferencia, posiblemente tiene que ver con los horarios de muestreo pues en el caso de Ramírez-Ávila y Álvarez-Cadena (1999), estos se realizaron a la medianoche, hora en la cual el sol ha dejado de ejercer su influencia por aproximadamente 7 horas.

Por zona de muestreo, la temperatura en las estaciones 1 y 2 fue menor en promedio que en el resto de las estaciones, esto puede deberse a la fuerte influencia de las aguas oceánicas, pero también es probable sea debido a la hora del muestreo. Las estaciones 1 y 2 dos fueron las primeras en realizarse, y a esa hora (aproximadamente 09 h) el sol apenas ha empezado a ejercer su influencia. Las estaciones de la ZL (3-6) y ZA (7-12), registraron temperaturas promedio similares. La zona lagunar, tiene una profundidad promedio menor a los 2 m, con la excepción de las áreas donde el SLN ha sido dragado (4 m de profundidad). En esos lugares someros ocurren cambios de temperatura mas rápidamente que en ZO y por lo tanto se calienta y se enfría más rápidamente. El área lagunar también puede disminuir su temperatura debido al aporte de aguas subterráneas (las cuales

no han recibido radiación solar) de menor temperatura. El resto de las estaciones registraron una temperatura muy similar y comparten las temperaturas más bajas en enero y febrero, época en que predominan los "Nortes". Merino *et al.* (1990), reporta que los fuertes vientos y las diferencias de temperatura son los principales responsables en el movimiento y mezcla de las masas de agua en el SLN.

La salinidad tanto en espacio como en tiempo, fue similar al estudio de Merino *et al.* (1990) para la ZL, de Merino y Otero, (1991) y Ramírez-Ávila y Álvarez-Cadena (1999) para la ZO y ZA. Las variaciones de salinidad en el área de estudio, así como en la Península de Yucatán están fuertemente influenciadas por el régimen climático de la región. Las lluvias son el principal aporte de agua dulce, y aún cuando no existen ríos como en otros sistemas lagunares, las lluvias se filtran al subsuelo y emergen ya sea en la laguna y/o en el mar a través de afloramientos de agua conocidos como ojos de agua o manantiales. Estos afloramientos son más evidentes durante todo el año en la ZL donde se registraron las salinidades más bajas (17.2 ups en la estación 5). Debido a la irregularidad climática ya señalada, las lluvias influyeron en la disminución de la salinidad de junio y enero, principalmente.

Abundancias. Los registros de las especies de quetognatos en la zona de muestreo confirman los estudios realizados tanto para la zona de estudio (Ramírez-Ávila & Álvarez-Cadena, 1999; Álvarez-Cadena *et al.*, 1996a) como para el Caribe Mexicano (Gasca *et al.*, 1996) y zonas marinas circundantes (Suárez-Caabro, 1955; Michel & Foyo, 1976; Mostajo, 1978; Youngbluth, 1979; Owre, 1960; McLelland, 1989).

Tabla 3. Índice de valor de importancia (%), abundancia promedio y riqueza de quetognatos por épocas y por zonas.

Especie	Época		Zona		
	Secas	Lluvias	Oceánica	Lagunar	Arrecifal
<i>Ferosagitta hispida</i>	45.0	55.2	11.3	78.5	14.5
<i>Flaccisagitta enflata</i>	17.6	11.6	40.7	7.2	32.4
<i>Krohnitta pacifica</i>	9.8	7.3	9.8	---	15.6
<i>Serratosagitta serratodentata</i>	9.6	11.1	10.5	7.1	13.3
<i>Sagitta tenuis</i>	1.1	10.5	3.1	---	9.2
<i>Pterosagitta draco</i>	6.3	---	7.5	7.1	6.9
<i>Flaccisagitta hexaptera</i>	3.7	---	7.4	---	1.3
<i>S. friderici</i>	2.3	---	3.2	---	1.4
<i>S. helenae</i>	1.1	4.2	---	---	4.0
<i>Mesosagitta minima</i>	2.3	---	3.2	---	1.3
<i>S. bipunctata</i>	1.1	---	3.2	---	---
Abundancia (org./100m ³)	101.8	95.0	44.8	700.8	27.0
Riqueza (spp)	11	6	10	3	10

Respecto al zooplancton, Álvarez-Cadena y Segura-Puertas (1997) reportan altas densidades de julio a septiembre, mientras que Ramírez-Ávila y Álvarez-Cadena (1999), encuentran las mayores abundancias de gusanos flecha en la época de lluvias. En el presente estudio las densidades más altas de quetognatos se registraron durante la época de secas (enero a febrero). Lo anterior, está asociado con la presencia de mayores densidades de zooplancton, pues Álvarez-Cadena *et al.* (2007), reportaron para el ciclo 2004 un desplazamiento de las mayores abundancias promedio de zooplancton a esta época (secas), en particular para enero (178,039.8 org./m³) y las menores en agosto (15,886.1 org./m³). Lo anterior, coincide con las abundancias de quetognatos encontradas y es posible explicar su desplazamiento a esta época del año ya que hubo una mayor disponibilidad de alimento. Esto también está asociado a lluvias que se registraron por períodos más largos que favorecieron la productividad de los ecosistemas, así como, la resuspensión de nutrientes del fondo marino (sobre todo en la ZL) por efecto de los vientos del norte. Álvarez-Cadena *et al.* (1998) reporta una alta densidad del copépodo *Acartia tonsa* Dana 1877 en el SLN y está bien documentado que los copépodos son el principal alimento

de los quetognatos (Feigenbaum & Maris, 1984). Los copépodos también fueron el grupo más importante en las ZO y ZA, pero en este caso Álvarez-Cadena *et al.* (1998) reportaron como especie dominante a *Acartia espinata* Estéril 1911.

Lo atípico del año 2004, afectó similarmente las poblaciones de medusas y reportes inéditos de esta fauna reportan el incremento en la densidad de especies no frecuentes ni abundantes para el área y una disminución de las abundancias de *Linuche unguiculata* Swartz 1898 (sobre todo en marzo) y en la dominancia por *Eirene lactea* Mayer 1900 y *Clytia discoida* Mayer 1900. Estos resultados difieren substancialmente con lo reportado por Ramos y Segura-Puertas (2004) (muestreos realizados durante 1994).

Ferosagitta hispida fue la especie más abundante tanto en espacio como en tiempo (en particular para ZL, en donde además es la única especie presente). Sus poblaciones se incrementaron en la época de secas (en los meses más fríos) y un mínimo en agosto, tiempo del año que como ya se mencionó, se tuvieron bajas densidades de alimento en la forma de zooplancton (Álvarez-Cadena *et al.*, 2007). *F. hispida* fue particularmente

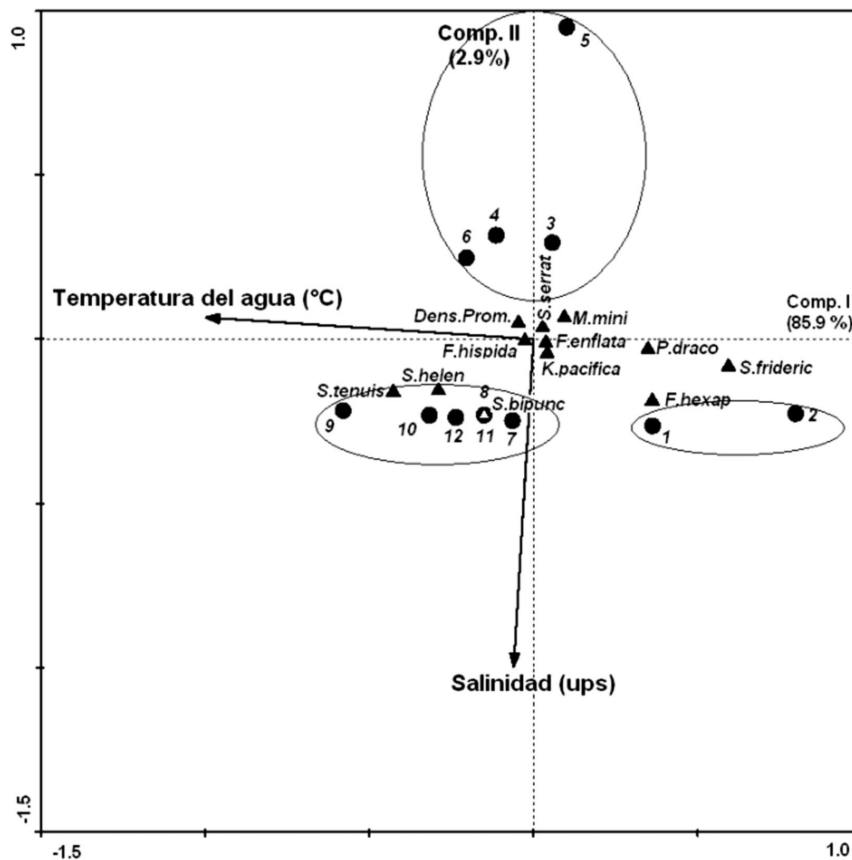


Fig. 4. Proyección ortogonal del Análisis Canónico de Correspondencias entre las especies de quetognatos y las variables hidrológicas (datos transformados a Log₁₀) de la zona costera norte de Quintana Roo, México. Especies (triángulos), estaciones (círculos) y variables hidrológicas (flechas).

abundante en la estación 4 (Laguna Bojórquez), cuerpo de agua con restringido intercambio con el resto de la laguna Nichupté y ninguna comunicación directa con el mar. Bojórquez esta considerado como un cuerpo de agua con problemas de eutrofización debido al aporte de nutrientes de origen antropogénico (Merino *et al.*, 1990), lo cual sucede incluso en la actualidad. Lo anterior, favorece una constante productividad primaria de fitoplancton que a su vez promueve la producción secundaria favoreciendo la disponibilidad de alimento a depredadores como los quetognatos. Álvarez-Cadena *et al.* (2005), reporta a Bojórquez con la mayor cantidad de clorofila *a* promedio durante todo el año (1.62 mg L⁻¹).

Un aspecto importante a considerar, es el relativo a los resultados presentados por Ramírez-Ávila y Álvarez-Cadena (1999) con los obtenidos en este trabajo, pues en ambos estudios se reporta a *F. hispida* como el quetognato más abundante en esta parte del Caribe de México. En este estudio, *F. hispida* fue la más abundante con base en las importantes capturas obtenidas en la ZL, y las que posiblemente estuvieron influenciadas por varios factores tales como: la poca profundidad del lugar y la presencia de largas hojas del pasto marino (*T. testudinum*). Es importante mencionar que Bieri (1991) consideró a *F. hispida* casi planctica debido a los hábitos que tiene de migrar hacia el fondo durante el día. En el caso de Ramírez-Ávila y Álvarez-Cadena (1999), los muestreos se realizaron a la media noche y únicamente en la laguna arrecifal de Puerto Morelos (una cerca del costa, otra cerca de la barrera arrecifal), y las capturas importantes de la especie seguramente se deben al hecho de que a esta hora, la especie ha migrado ya hacia aguas superficiales, por lo que es más susceptible de ser capturada. Es probable que los muestreos de este trabajo, no hayan detectado la gran abundancia de este quetognato en ZO y en ZA debido a que los muestreos fueron realizados durante el día.

F. enflata, fue la segunda especie más abundante y al igual que *F. hispida* predominó en la época de secas, aunque sus mayores abundancias fueron en marzo, mes en el que hubo un segundo pulso de abundancia de zooplancton de acuerdo con el trabajo de Álvarez-Cadena *et al.*, (2007). Estas máximas no coinciden tampoco por lo reportado por Álvarez-Cadena y Segura Puertas (1996), Ramírez-Ávila y Álvarez-Cadena (1999) y Owre (1960), y es muy posible, que al igual que para *F. hispida* la disponibilidad de alimento haya sido un factor importante en el desplazamiento anual de sus abundancias. Espacialmente, no se registro en ZL, pero si fue capturada frecuentemente en la ZO y ZA. *F. enflata* esta considerada como oceánica y cosmopolita, aunque también se le encuentra en aguas neríticas (Alvaríño, 1965; Gasca *et al.*, 1996).

Las especies de menor densidad (*S. tenuis* y *P. draco*) y aquellas ocasionalmente capturadas (*F. hexaptera*, *S. friderici*, *S. helena*, *M. minima* y *S. bipunctata*), también han sido reportadas

por Almeida-Prado (1968) y Gasca *et al.* (1996), Ramírez-Ávila y Álvarez-Cadena (1999) para la zona del Caribe Mexicano. En este trabajo al igual que los autores antes mencionados, coinciden en las bajas abundancias de estas especies y su captura, posiblemente, se deba a su transporte por las corrientes oceánicas y a lo estrecho de la plataforma continental que favorecieron su presencia, aunque escasa, cerca de la costa.

Los factores físicos y químicos (corrientes, flujos de marea, temperatura y salinidad, principalmente) afectaron los patrones de abundancia, distribución y dispersión de las especies, así como la reproducción y el crecimiento de los quetognatos en los diversos sistemas costeros y marinos. Estos factores, pueden tener variaciones amplias tanto en espacio como en tiempo (Rothlisberg & Church, 1994) y han sido más estudiados en el medio oceánico y en el litoral adyacente a las bocas de los sistemas costeros, debido a la importancia económica de algunos recursos pesqueros como las postlarvas de camarón y larvas de peces (Mair, 1980; Ordóñez-López, 1995).

Con relación al ACC en este estudio, la predominancia de *F. hispida* mostró una preferencia asociada a aguas de menor salinidad como en la ZL, lo que nos permite suponer que esté es el hábitat primordial de la especie, para toda la zona de estudio, aunque se presento en todas las estaciones de muestreo. Al respecto, diversos autores (Reeve & Walter, 1972; Michel, 1984; Boltovskoy, 1981; Álvarez-Cadena *et al.*, 1996b), han señalado su afinidad nerítica, eurihalina y euritérmica, condiciones que le permiten a la especie ocupar otros hábitats costeros. Así mismo, se ha registrado la relación de altas concentraciones de la especie cuando el alimento es muy abundante, con la finalidad de canalizar la energía metabólica para procesos reproductivos más que para el crecimiento como lo ha señalado Álvarez-Cadena *et al.* (1996b). Lo anterior, posiblemente ocurre en el ZL, donde se han registrado las mayor biomásas de zooplancton y clorofila (Álvarez-Cadena *et al.* 2005), y donde se presentó la mayor concentración de *F. hispida*. Por el contrario las relaciones de *F. enflata*, *S. friderici*, *K. pacifica*, *S. bipunctata*, *F. hexaptera*, *P. draco* y *M. minima* con aguas de mayor salinidad y menor temperatura, sugieren su dependencia al medio marino. Todas son especies epipelágicas y estenohalinas, con la excepción de *F. hexaptera* que es considerada mesopelágica. Las cuatro primeras son consideradas semineríticas y las tres últimas están asociadas al talud continental (Boltovskoy, 1981). Casanova (1999) ha mencionado que *F. enflata* y *S. friderici* son dominantes en aguas costeras tropicales y subtropicales. Por otra parte, la relación de *S. serratodentata*, *S. tenuis* y *S. helena* con aguas de mayor salinidad y temperatura como las registradas en la ZA denotan también su dependencia con el medio marino. Al respecto Boltovskoy (1981), ha señalado a las dos últimas especies como epipelágicas y estenohalinas del medio marino y la primera con una distribución en el medio mesopelágico.

Se sabe que la temperatura, es uno de los factores ecológicos que más efectos puede tener sobre los períodos de reproducción, crecimiento y tiempo generacional en las especies (Jakobsen, 1971; Sameoto, 1971; Øresland, 1986). Aún cuando el ACC ha mostrado una posible relación o ninguna (dependiendo de la especie de quetognato) con la temperatura y/o la salinidad, se sabe de otros factores como: la disponibilidad de alimento, la depredación, la competencia inter e intra específica, etc., que pueden afectar directamente los patrones de distribución y abundancia. *F. hispida*, es una especie aislada en la ZL y se ve sometida a condiciones ambientales e hidrológicas diferentes a las otras especies. Esta zona (como ya se mencionó anteriormente), tiene escasa comunicación con el mar y presenta condiciones ambientales de eutrofización (Merino *et al.*, 1992), lo que favorece la disponibilidad de alimento. Álvarez-Cadena *et al.* (1998), señalan que la temperatura puede ser importante y que posiblemente influya en la variación del número de generaciones anuales de la especie, en donde se den incluso, diferencias mínimas de este factor.

La estrecha plataforma (<6 km) del litoral norte del Caribe, permite un mayor intercambio de fauna oceánica con la fauna costera, lo anterior, permite explicar la presencia de quetognatos con afinidad mesopelágica (*S. serratodentata*, *F. hexaptera*) cerca del margen litoral incluso dentro de la laguna arrecifal.

Finalmente, la variabilidad espacial de la abundancia y riqueza de quetognatos en el norte del Caribe es un reflejo de la heterogeneidad hidrológica costera, en donde las especies euri-bióticas (*F. hispida*) en presencia de una mayor concentración de alimento son más exitosas (mayor distribución y abundancia), en comparación con las estenobióticas y cuya presencia se encuentra asociada a características más estables del medio. La cercanía del medio oceánico permitió un mayor intercambio de la fauna costera con la oceánica.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte de los resultados obtenidos dentro del proyecto: Biodiversidad de organismos plácticos e hidrológica de la zona lagunar y costera del norte de Quintana Roo, México. Financiado por el Programa de Apoyo a la Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT-UNAM, Proyecto IN-214-703). Agradecemos a: Margarita Ornelas, Lucio Lomán, Víctor García, Elsa Falfán y Leonardo Martínez (CINVESTAV, Unidad Mérida) por su apoyo en los muestreos de campo y análisis de muestras. A nuestras compañeras Lourdes Segura y Laura Celís por su apoyo en la separación de los quetognatos.

REFERENCIAS

ALMEIDA-PRADO, M. S. 1968. Distribution and annual occurrence of Chaetognatha off Cananéia and Santos coast (Sao Paulo, Brazil). *Universidade de Sao Paulo* 17: 35-55.

ÁLVAREZ-CADENA J. N. & L. SEGURA-PUERTAS. 1997. Zooplankton variability and copepod species assemblages from a tropical coastal lagoon. *Gulf Research Reports* 9 (4): 345-355.

ÁLVAREZ-CADENA, J. N., E. SUÁREZ-MORALES & J. A. MCLELLAND. 1996a. Observations on an isolated population of *Sagitta hispida* Conant (Chaetognatha) in a tropical lagoon system of Northeast Yucatan (México). *Gulf Research Reports* 9 (3): 197-204.

ÁLVAREZ-CADENA, J. N., M. E. ISLAS-LANDEROS & E. SUÁREZ-MORALES. 1996b. A preliminary zooplankton survey in a Mexican Caribbean eutrophicated coastal lagoon. *Bulletin of Marine Science* 58: 694-708.

ÁLVAREZ-CADENA J. N., E. SUÁREZ-MORALES & R. GASCA. 1998. Copepod assemblages from a reef-related environment in the Mexican Caribbean Sea. *Crustaceana* 71: 41-433.

ÁLVAREZ-CADENA J. N., L. SEGURA PUERTAS, U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ, D. VALDÉS-LOZANO, A. R. ALMARAL-MENDIVIL, L. CELIS-GUTIÉRREZ & M. ORNELAS. 2005. Biodiversidad de organismos plácticos e hidrológica de la zona lagunar y costera del norte de Quintana Roo. *Informe 2004 PAPIIT. Proyecto IN-214703*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 40 p.

ÁLVAREZ-CADENA J. N., U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ, A. R. ALMARAL-MENDIVIL & A. UICAB-SABIDO 2007. *Estudio anual del zooplancton, composición, abundancia e hidrológica de la zona norte del Estado de Quintana Roo, Mar Caribe de México*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78: 421-430.

ALVARIÑO, A. 1965. Chaetognaths. In: Harold Barnes (Ed.). *Oceanography Marine Biology Annals Review* Vol. 3. George Allen and Unwin. Ltd. London, U.K., pp. 115-194.

ALVARIÑO, A. 1969. *Los quetognatos del Atlántico. Distribución y notas esenciales de sistemática*. Instituto Español de Oceanografía. Madrid. 290 p.

BIERI, R. 1991. Systematics of the Chaetognatha. In: Q. Bone, H. Kapp, & A.C. Pierrot-Bults (Eds.). *The Biology of Chaetognaths*. Oxford Scientific Publishing. Oxford, pp. 122-136.

BOLTOVSKOY, D. 1981. Chaetognatha. In: Boltovskoy, D. *Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino*. INIDEP, Mar de Plata, Argentina, pp. 759-792.

CASANOVA, J. P. 1999. Chaetognatha. In: Boltovskoy, D. (Ed.) *South Atlantic zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden, pp. 1353-1374.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CNA). 2004. *VI Foro de Predicción Climática en la Republica Mexicana. Perspectivas climáticas para el verano del 2004*. Aguascalientes, México. 5 p.

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CNA). 2005. *VIII Foro de Predicción Climática en la Republica Mexicana*. Tuxtla Gutierrez, México. 6 p.

DE LA CRUZ AGÜERO, G. 1993. ANACOM: Sistema para el Análisis de Comunidades en computadoras personales. In: Resúmenes del V

- Congreso Latinoamericano sobre Ciencias del Mar. La Paz, B.C.S., México. 65 p.
- FEIGENBAUM, D.L. & R.C. MARIS. 1984. Feeding in chaetognath. *Oceanography Marine Annual Review* 22: 343-392.
- GASCA, S., J. N., ÁLVAREZ-CADENA & E. SUÁREZ-MORALES. 1996. Chaetognath assemblages in the Mexican Caribbean Sea (1991). *Caribbean Marine Studies* 5: 41-50.
- GRAY M. W. & P. J. KLOTZBACH. 2004. *Summary of 2004 Atlantic Tropical Cyclone Activity and Verification of Author's Seasonal and Monthly Forecasts*. Department of Atmospheric Science, Colorado State University. <http://tropical.atmos.colostate.edu/forecasts>.
- INSTITUTO DE GEOFÍSICA. 1991. *Tablas de Predicción de Mareas 1992. Puertos del Golfo de México y Mar Caribe*. Servicio Mareográfico Nacional. UNAM, México. 189 p.
- JAKOBSEN, T. 1971. On the Biology of *Sagitta elegans* Verrill and *Sagitta setosa* J. Müller in inner Oslofjord. *Norwegian Journal of Zoology* 19: 201-225.
- LÓPEZ RAMOS, E. 1974. Estudio Geológico de la Península de Yucatán. *Boletín Asociación Mexicana de Geología*. XXV (1-3): 25-76.
- MAIR, Mc D. J. 1980. *Salinity and water-type preferences of four species of postlarval shrimp into a Mexican lagoon system*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 466 p.
- MCLELLAND, J. A. 1984. Observations on Chaetognath distributions in the Northeastern Gulf of Mexico during the summer of 1974. *Northeast Gulf Science* 7: 49-59.
- MCLELLAND, J. A. 1989. An illustrated key to the Chaetognatha of Northern Gulf of Mexico with notes on their distribution. *Gulf Research Reports* 8: 145-172.
- MERINO, M. 1986. Aspectos de la circulación costera superficial del Caribe Mexicano con base en observaciones utilizando tarjetas de deriva. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología* 13 (2): 31-46.
- MERINO M., S. CZITROM, E. JORDAN, E. MARTÍN, P. THOMÉ & O. MORENO. 1990. Hydrology and Rain Flushing of the Nichupté Lagoon System, Cancun, Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 30: 223-237.
- MERINO M., A. GONZÁLEZ, E. REYES., M. GALLEGOS & S. CZITROM. 1992. Eutrophication in the lagoons of Cancun, Mexico. *Science of the Total Environment* (Supplement), Elsevier Scientific Publisher, pp. 861-869.
- MERINO, M. & L. OTERO. 1991. *Atlas ambiental costero de Puerto Morelos, Quintana Roo*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). 80 p.
- MICHAEL, H. B. 1984. *Chaetognatha of the Caribbean Sea and Adjacent Areas*. National Oceanic and Atmospheric Administration. Technical Report NMFS 15, U.S. Department of Commerce, Florida. 33 p.
- MICHAEL, H. B. & M. FOYO. 1976. *Caribbean Zooplankton*. Part I. Shiphonophora, Heteropoda, Copepoda, Euphausiacea, Chaetognatha and Salpidae. Office of Naval Research Department of Navy. Bethesda, Maryland. 712 p.
- MOSTAJO, L. E. 1978. Quetognatos del Mar Caribe y Golfo de México. *Phycis. Sección A* 38: 47-57.
- OMORI, M. & T. IKEDA. 1984. *Methods in Marine Zooplankton Ecology*. John Wilkey & Sons, New York. 332 p.
- ORDÓÑEZ LÓPEZ, U. 1995. *Análisis del ictioplancton del ecosistema costero de Celestún*. Informe Técnico Final. CONABIO-CINVESTAV- Unidad Mérida. Proyecto B020. CINVESTAV-IPN. Recursos del Mar. 100 p.
- ØRESLAND, V. 1986. Temporal distribution of size and maturity state of the Chaetognatha *Sagitta setosa* in the Western Channel. *Marine Ecology Progress Series* 29: 55-60.
- OWRE, H. B. 1960. Plankton of the Florida Current, Part VI. The Chaetognatha. *Bulletin of Marine Science Gulf and Caribbean* 10: 255-322.
- RAMÍREZ-ÁVILA, Y. & J. N. ÁLVAREZ CADENA. 1999. Chaetognath species composition from a coral reef Lagoon in the Mexican Caribbean Sea. *Revista de Biología Tropical* 47 (Supl.1): 157-163.
- RAMOS, G. & L. SEGURA-PUERTAS. 2004. Seasonal occurrence of reef related Medusae (Cnidaria) in the Western Caribbean Sea. *Gulf and Caribbean Research* 16: 1-9.
- REEVE, M. R. & M. A. WALTER. 1972. Observations and experiments on methods of fertilization in the Chaetognatha *Sagitta hispida*. *Biology Bulletin* 143: 207-214.
- ROTHLISBERG, C. P. & J. C. CHURCH. 1994. Processes affecting the larval dispersal and post-larval recruitment of penaeid prawns. In: P.W. Sammarco & M.L. Heron. *Coastal and Estuarine Studies*. The Bio-Physics of Marine Larval Dispersal. W. American Geophysical Union. Washington, U.S.A., pp. 235-252.
- RUSSELL, F. S. 1935. On the value of certain plankton animals as indicators of water movements in the English Channel and North Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 20: 309-332.
- SAMEOTO, D. 1971. Life history, ecological production, and an empirical mathematical model of the population of *Sagitta elegans*. *Marine Ecology Progress Series* 5: 45-54.
- SUÁREZ-CAABRO, J. A. 1955. Quetognatos de los Mares Cubanos. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural* 22 (2): 125-180.

TER BRAAK, C. J. F. & P. F. M. VERDONSCHOT. 1995. Canonical Correspondence Analysis and Related Multivariate Methods in Aquatic Ecology. *Aquatic Science* 57 (3): 255-288.

YOUNGBLUTH, M. J. 1979. The variety and abundance of zooplankton in the coastal waters of Puerto Rico. *Northeast Gulf Science* 3: 15-26.

ZAR J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J. 620 p.

Recibido: 8 de noviembre de 2006

Aceptado: 21 de diciembre de 2007