

Abundancia espacio temporal de *Flaccisagitta enflata* y de la comunidad Chaetognatha en un ciclo circadiano en el Sistema Lagunar de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México

Abundance of *Flaccisagitta enflata* and analysis of Chaetognatha community in a circadian cycle in Bahía Magdalena lagoon system Baja California Sur, Mexico

María Soledad Cota-Meza,¹ María Ana Fernández-Álamo² y René Funes-Rodríguez¹

¹Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Laboratorio de Plancton y Ecología Marina. A.P. 592, La Paz, Baja California Sur, 23096. México

²Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, Laboratorio de Invertebrados. C.P. 04510. México, D. F. México
e-mail: mcota@ipn.mx

Cota-Meza M. S., M. A. Fernández-Álamo y R. Funes-Rodríguez. 2015. Abundancia espacio temporal de *Flaccisagitta enflata* y análisis de la comunidad Chaetognatha en un ciclo circadiano en el Sistema Lagunar de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Hidrobiológica* 25 (3): 417-426.

RESUMEN

Se determinó la abundancia de *Flaccisagitta enflata* en el Sistema Lagunar de Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. El estudio se basó en dos tipos de muestreos; en el primero, el zooplancton fue recolectado en un plan básico de 28 estaciones, durante ocho meses en 1982; en el segundo se obtuvieron muestras en un ciclo de 24 horas realizado el 1 y 2 de agosto 1988. Las muestras se recolectaron con una red cónica estándar de 0.3 m de diámetro en la boca, 1 m de largo y malla de 0.3 mm. Los análisis revelaron que las abundancias promedio de *F. enflata* fueron bajas de febrero a junio y significativamente altas de julio a diciembre ($p < 0.05$). El análisis de los resultados del ciclo de 24 horas, mostró que el total de la abundancia de chaetognatos y *F. enflata* siguen una misma tendencia con el ciclo de marea. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre la captura de las diferentes especies de chaetognatos durante la noche y el día ($p = 0.05$), salvo para *Parasagitta euneritica*, *Serratosagitta bierii* y *Mesosagitta minima*. La presencia de individuos de *F. enflata* de 2.0 mm (recién eclosionados) y de adultos alrededor de las estaciones cercanas a las bocas de acceso a la laguna, indica que posiblemente se deba al transporte de organismos desde la zona oceánica adyacente durante el flujo de aguas cálidas de agosto a noviembre.

Palabras clave: Bahía Magdalena, ciclo circadiano, *Flaccisagitta enflata*, laguna subtropical, chaetognatos.

ABSTRACT

The chaetognath *Flaccisagitta enflata* abundance was determined in the Bahía Magdalena lagoon complex, Baja California Sur, Mexico. This study is based on two sampling methods, in the first one zooplankton was collected from a basic plan of 28 stations, for eight months in 1982, and the second, during 24-hour cycle, August 1-2 during 1988. The capture of organisms was made with a standard conical net of 0.3 m of mouth diameter, 1 m long, and 0.3 mm of mesh size. Analysis revealed that *F. enflata* average abundances were low from February to June, and significantly higher from July to December ($p < 0.05$). The results of the 24-hour cycle, showed that the total abundance of chaetognaths and *F. enflata* follows the same trend with the tidal cycle. However, no significant differences day/night capture ($p < 0.05$) were observed between different species of chaetognaths, except for *Parasagitta euneritica*, *Serratosagitta bierii* and *Mesosagitta minima*. The presence of individuals of *F. enflata* 2.0 mm (new born) and adults near the mouth of access to the lagoon, were possibly transported from the adjacent oceanic area during the influx of warm waters from August to November.

Key words: Chaetognaths, *Flaccisagitta enflata*, Magdalena Bay, nictimeral cycle, subtropical lagoon.

INTRODUCCIÓN

El phylum Chaetognatha es uno de los grupos carnívoros más abundantes del zooplancton en el ambiente pelágico (Raymont, 1983; Alvaríño, 1985). Estos organismos proporcionan un enlace trófico entre los copépodos (su presa principal) y los depredadores de mayor talla (Terazaki, 1998; Brodeur & Terazaki, 1999). A la vez, también compiten por alimento con las larvas de otros organismos, como peces y crustáceos (Feigenbaun & Maris, 1984; Baier & Purcell, 1997), por lo que el conocimiento de los quetognatos es primordial en los estudios de reclutamiento de los recursos pesqueros (Boltovskoy & Mostajo, 1974). Desde el punto de vista ecológico, los quetognatos juegan un papel primordial, ya que constituyen, después de los copépodos, el grupo más abundante en la comunidad pelágica y por lo tanto, son un eslabón básico en la transferencia de energía en el ecosistema, hasta los niveles superiores de las redes tróficas, sin embargo, son pocos los estudios que analizan su impacto ecológico (Øresland, 1990; Sato *et al.*, 2011). El quetognato *Flaccisagitta enflata* (Grassi 1881) se distribuye ampliamente en las regiones tropicales y subtropicales de los océanos y su presencia en las regiones neríticas ha sido bien documentada (Almeida-Prado, 1968; Boltovskoy & Mostajo, 1974; Van der Spoel & Pierrot-Bults, 1979; Ruiz-Boijseauneau *et al.*, 2004).

En los sistemas lagunares costeros sus registros son escasos, pero se ha observado que su abundancia puede incrementarse durante algunas épocas del año (Gómez-Aguirre & Rivero-Beltrán, 1988; Cota-Meza *et al.*; 1992; Hossfeld. 1996; Marazzo & Nogueira. 1996;

Cota-Meza, 2011). Por lo anteriormente expuesto, los quetognatos juegan un papel relevante en las pesquerías que se desarrollan en estas productivas áreas, debido a las posibles implicaciones que su presencia ocasiona, ya sea como depredadores o competidores de alimento de las larvas de los recursos utilizados por el hombre. En particular, es importante recordar que estos sistemas lagunares son las áreas de desove de los peces pelágicos menores, como las sardinias, las macarelas, las anchovetas y otros recursos de importancia económica como el camarón (Félix-Uraga *et al.*, 1996; Avendaño-Ibarra *et al.*, 2004; Funes-Rodríguez, *et al.*, 2007; Gluyas-Millán, 2007; García-Martínez & Chávez-Ortiz, 2007), cuya explotación genera significativos y cuantiosos beneficios económicos a los pobladores riverieños en las regiones costeras y en particular en el Pacífico Mexicano.

Es importante mencionar que aunque el muestreo se haya realizado hace más de 30 años, representa uno de los monitoreos más completos para el área de estudio y por lo tanto, la información de un grupo de animales poco conocidos y de interés ecológico, serán primordiales para futuros trabajos en esta línea de investigación.

La finalidad de este estudio fue determinar la variación espacio temporal de la abundancia del quetognato *F. enflata* en relación con la temperatura, la dinámica de la marea y la biomasa del zooplancton, dentro del Sistema Lagunar Bahía Magdalena (SLBM), Baja California Sur durante 1982, así como analizar y documentar los cambios que se realizan en la comunidad de quetognatos durante un ciclo de 24 horas.

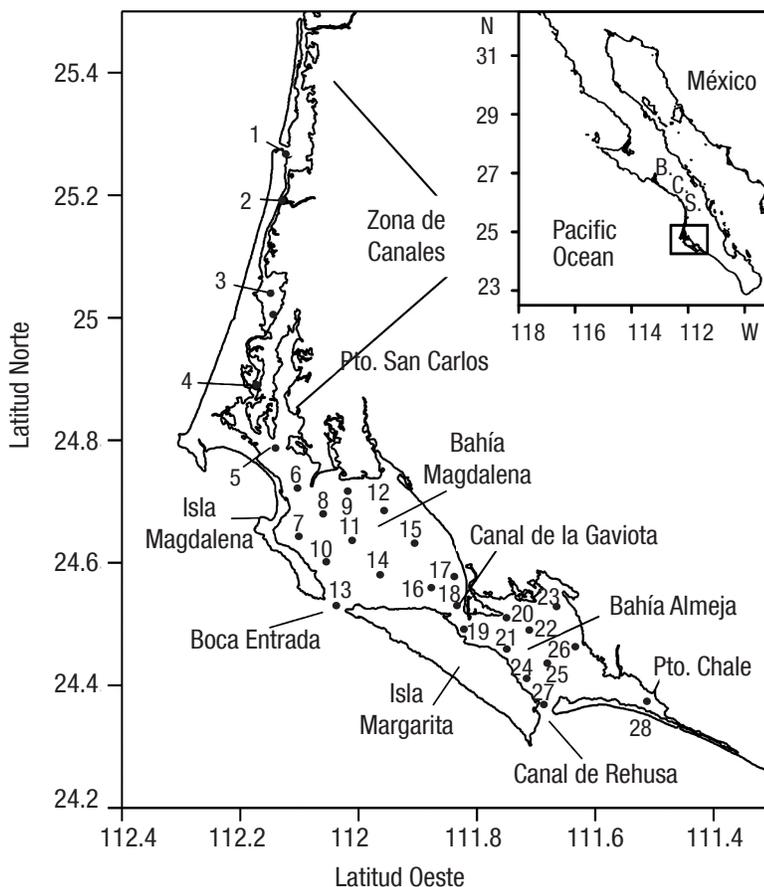


Figura 1. Área de estudio y localización de estaciones de muestreo en el sistema lagunar Bahía Magdalena, B. C. S., México.

MATERIAL Y MÉTODOS

El Sistema Lagunar de Bahía Magdalena se encuentra en la costa occidental de la península de Baja California, en el noroeste de México ($24^{\circ} 15' - 25^{\circ} 20' N$, $112^{\circ} 30' - 112^{\circ} 12' O$). Este sistema abarca tres tipos de lagunas: la región norte conocida como la Zona de Canales (ZC), con una profundidad media de 3.5 m; la zona central, llamada Bahía Magdalena (BM), con un área superficial de aproximadamente 900 km², conectada con el Océano Pacífico a través de una boca ancha (Boca Entrada) de 4.5 km de largo y con profundidades de hasta 39 m; al sur, la Bahía Almejas (BA), con una superficie de 370 km² y 3 m de profundidad media, que conecta con el mar a través de una boca pequeña (Canal Rehusa) (Fig. 1).

La distribución espacial de la temperatura en el sistema lagunar está asociada al balance entre los procesos de intercambio de calor y a los efectos del forzamiento hidrodinámico a través de las bocas del sistema lagunar (Sánchez-Montante *et al.*, 2007). Asimismo, los estudios ecológicos lo identifican como un sistema antiestuarino de alta salinidad (34.5-37) con bajas precipitaciones, ~ 14 mm promedio anual (Álvarez-Borrego *et al.*, 1975; Sánchez-Montante *et al.*, 2007). La productividad primaria y la concentración de clorofila es alta en la superficie, durante el primer semestre del año ($0.31 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, y $4.5 \text{ mg Chl a m}^{-3}$, respectivamente) y baja en la segunda mitad ($0.08 \text{ g C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, y $0.36 \text{ mg Chl a m}^{-3}$) (Martínez-López & Verdugo-Díaz, 2000). Sobre la plataforma continental del océano adyacente Zaytsev *et al.* (2002; 2007) registraron dos escenarios dinámicos: 1) de enero a junio la intensificación de los vientos del noroeste establece una corriente costera predominante hacia el ecuador (Corriente de California); y 2) de agosto a noviembre se establece la prevalencia de la contracorriente hacia los polos, causada por el debilitamiento de la fuerza del viento y de la Corriente de California. Otros factores que influyen en esta área son: el efecto combinado de la surgencia costera con mayor influencia de marzo a junio ($50 \text{ a } 300 \text{ m}^{-3} \text{ s}^{-1}$) y la dinámica de las mareas y la mezcla turbulenta que proporcionan el mecanismo de transporte principal de materia orgánica disuelta y particulada, así como de nutrientes con altas concentraciones durante el flujo y bajas durante el reflujó (Guerrero-Godínez *et al.*, 1988); lo contrario sucede con la salinidad y la clorofila *a* (Acosta-Ruiz & Lara-Lara, 1978),

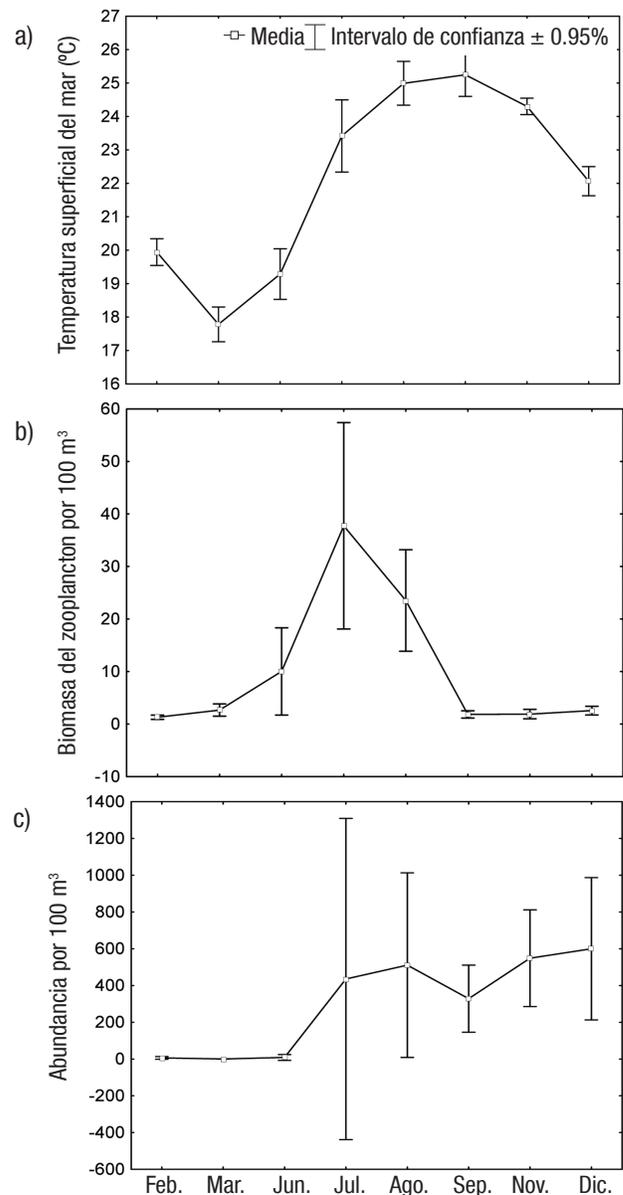
Los arrastres de zooplancton se realizaron en ocho cruceros, en un plan de estaciones, de aproximadamente 28 localidades dentro del SLBM (4 en ZC, 14 en BM y 10 en BA; Fig. 1). Los periodos de muestreo se realizaron en 1982, del 16 al 18 de febrero; del 23 al 25 de marzo; del 7 al 10 de junio; del 20 al 22 de julio; del 9 al 11 de agosto; del 7 al 10 de septiembre; del 17 al 19 de noviembre, y del 16 al 17 de diciembre.

Durante el ciclo circadiano se realizaron 24 arrastres de zooplancton en un punto fijo, ubicado en una localidad cercana a la boca principal de BM, el 1 y 2 de agosto de 1988.

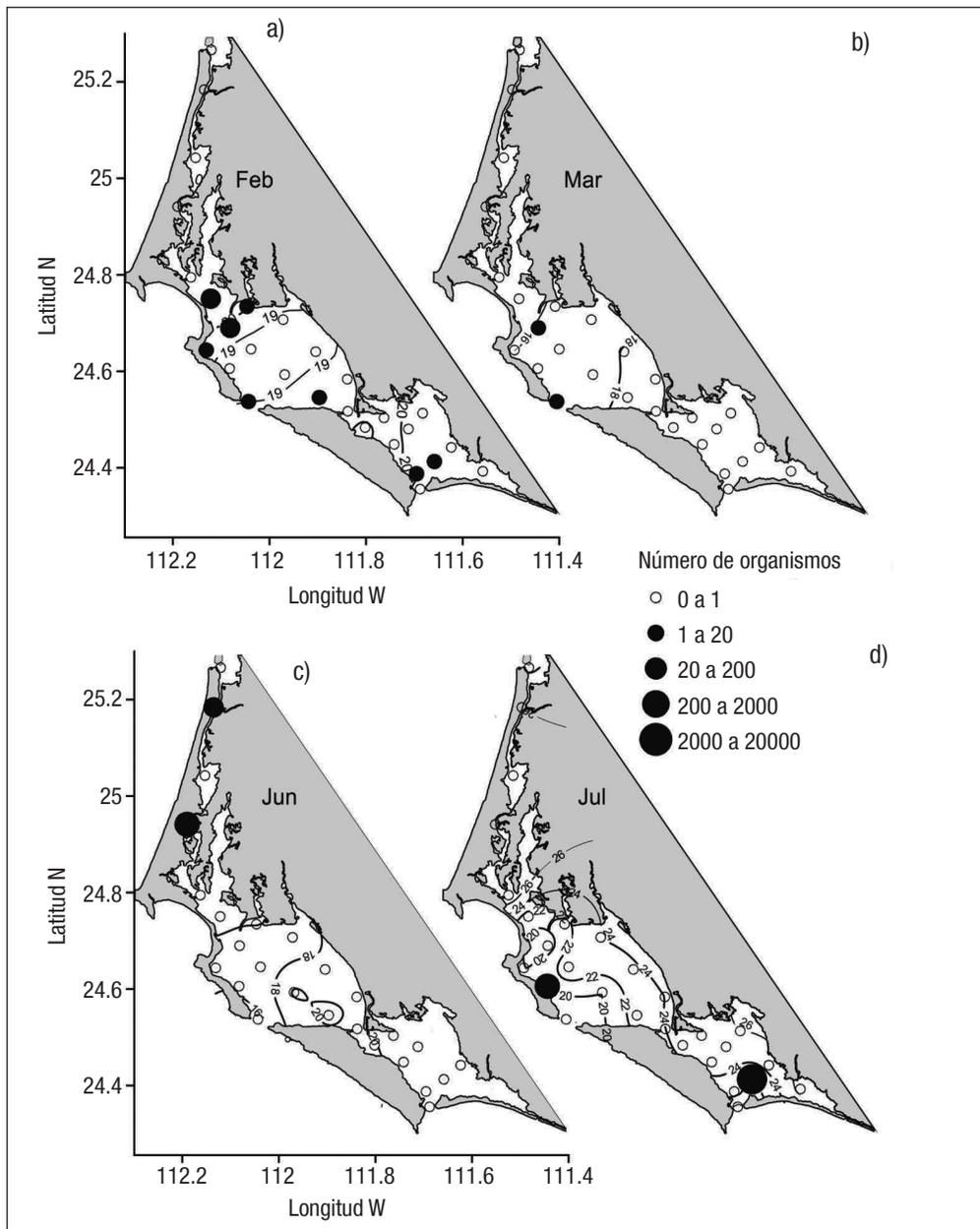
Las muestras de zooplancton se obtuvieron mediante arrastres superficiales durante 5 minutos a una velocidad aproximada de 4.0 kilómetros h⁻¹, con una red cónica estándar de 0.3 m diámetro en la boca, 1 m de largo y 0.3 mm de malla. La red estaba equipada con un flujómetro para estimar el volumen de agua filtrada. Las muestras se conservaron en formalina al 4% neutralizada con borato de sodio saturado (Steedman, 1976). La temperatura superficial del mar se registró en cada periodo de estudio, utilizando un termómetro de inmersión. La

biomasa de zooplancton (BZ) se estimó usando la técnica de volumen desplazado (Steedman, 1976).

Los quetognatos fueron separados de alicuotas de un octavo de la muestra completa (con un separador Folsom), excepto, cuando la biomasa zooplantónica fue menor o igual a 10 ml, en donde se analizó la muestra total. Los ejemplares de *Flaccisagitta enflata* fueron identificados, contados y medidos en su longitud total, excluyendo la aleta caudal.



Figuras 2a-c. Análisis de varianza (ANOVA) e intervalo de confianza $\pm 0.95\%$. a) temperatura superficial del mar ($^{\circ}C$), b) biomasa zooplantónica (mL por 100 m^3) y c) abundancia de *Flaccisagitta enflata* (individuos por 100 m^3) en el sistema lagunar Bahía Magdalena, B. C. S., México en 1982.



Figuras 3a-d. Distribución de *Flaccisagitta enflata* e isotermas superficiales (°C) en el sistema lagunar Bahía Magdalena, B. C. S., en a) febrero, b) marzo, c) junio, y d) julio de 1982.

Los valores de abundancia se estandarizaron a número de organismos por 100 m³ de agua filtrada. Los análisis de varianza (ANOVA, una vía) se utilizaron para probar las diferencias en la densidad de *F. enflata*, la biomasa del zooplancton y la temperatura de febrero a diciembre de 1982. La densidad total de cada una de las especies de quetognatos recolectados durante el muestreo circadiano estuvo relacionada con la altura de la marea de Puerto San Carlos, Baja California Sur (www.perdmar.cicese.mx) y la hora de muestreo. Las diferencias noche-día en las capturas de las especies de quetognatos fueron comparadas usando la prueba U de Mann-Whitney (Statistica Ver. 7).

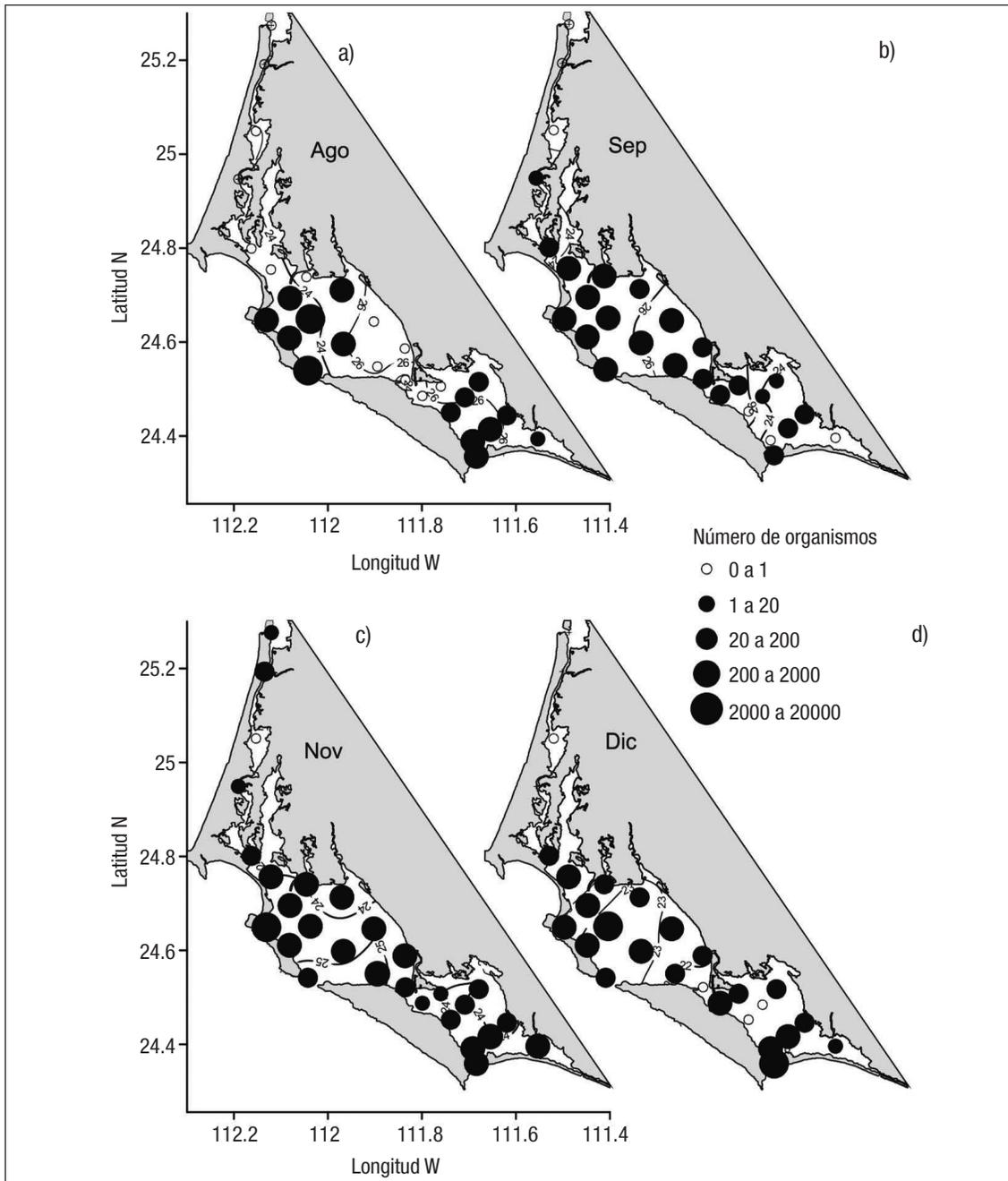
RESULTADOS

La variabilidad estacional de la temperatura superficial del mar mostró diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) a lo largo del periodo de estudio. Las temperaturas medias inferiores (19.9, 17.9, 19.2 °C) se observaron de febrero a junio, con un incremento en julio (23.6 °C) y temperaturas medias más altas de agosto a septiembre (24.9, 25.2 °C), seguida de una disminución en diciembre (22.0 °C) (Fig. 2a). En general, las temperaturas fueron homogéneas a lo largo del año en BM, con un gradiente térmico que se incrementó desde la boca de acceso hacia la parte central, que es más evidente en junio y julio (Figs. 3 y 4).

La biomasa del zooplancton mostró una tendencia similar a la temperatura durante la primera mitad de año, con valores significativamente ($p < 0.05$) menores de febrero a marzo (1.30-2.67 ml por 100 m⁻³) y los valores máximos se presentaron en julio-agosto (37.7 y 23.1 ml por 100 m⁻³, respectivamente), para disminuir otra vez entre septiembre y diciembre <3.0 ml por 100 m⁻³ (Fig. 2b).

En coincidencia con una disminución de la temperatura y biomasa del zooplancton, la abundancia de *F. enflata* fue menor de febrero a

junio (promedio de 0.5 a 9.0 organismos por 100 m⁻³) y mayor durante el segundo semestre del año, con valores promedio de 328 a 600 organismos por 100 m⁻³ de julio a diciembre, sin que hubiera diferencias significativas ($p < 0.05$), como es observado en el intervalo de confianza que fue amplio, particularmente en julio (Fig. 2c). En cuanto a la distribución *F. enflata* se encontró ampliamente representada durante la segunda mitad del año en el SLBM. No obstante, sus abundancias variaron considerablemente en BM, desde densidades medias (200-2,000 organismos) en junio y julio (Fig. 3) y mínimas (20 - 200 organismos) en



Figuras 4a-d. Distribución de *Flaccisagitta enflata* e isotermas superficiales (°C) en el sistema lagunar Bahía Magdalena, B. C. S., en a) agosto, b) septiembre, c) noviembre y d) diciembre de 1982.

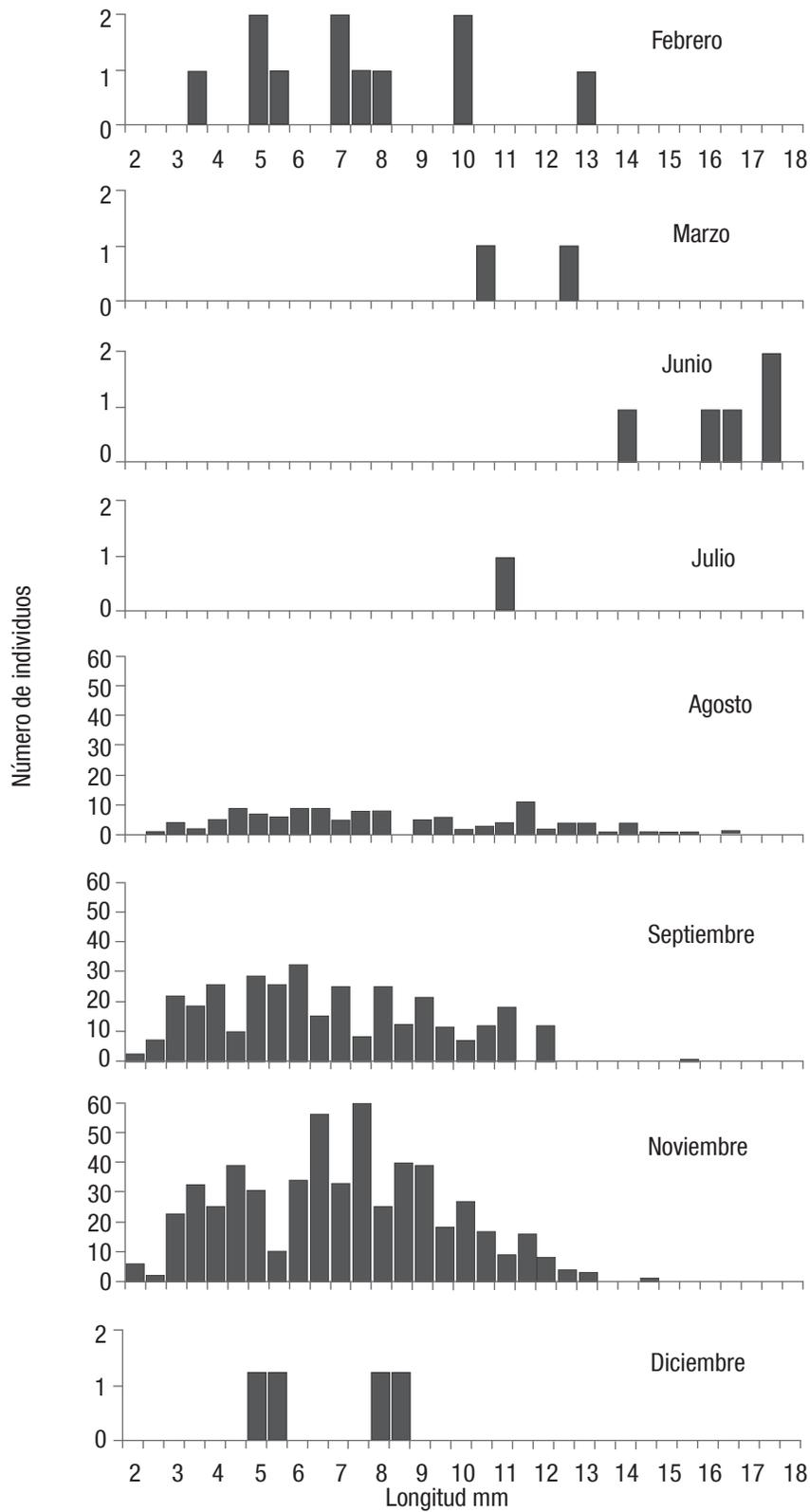


Figura 5. Estructura de tallas de *Flaccisagitta enflata* en el sistema lagunar Bahía Magdalena, B. C. S., en 1989. (Los cambios en las escalas de abundancia en los gráficos, responden a los periodos estacionales).

febrero y marzo a muy altas (2,000 – 20,000 organismos por 100 m⁻³) en la boca y al noroeste en agosto y diciembre (Fig. 4).

Estructura de tallas. El intervalo de tallas más amplio se encontró de agosto a diciembre, donde ocurrieron tallas pequeñas (<5.0 mm) y grandes (>10 mm) (Fig. 5). La presencia de individuos de 2 mm, posiblemente recién eclosionados de agosto a septiembre, sugiere que penetraron al sistema lagunar por las intrusiones de agua desde la zona costera adyacente. Es relevante mencionar que los organismos pequeños no se observaron de marzo a julio, mientras que los individuos de 5.0 a 9.0 mm fueron abundantes y predominaron en septiembre y noviembre, en tanto que los de tallas ≥ 4 mm fueron escasos en la mayoría de los muestreos (Fig. 5).

Ciclo circadiano. En las muestras obtenidas durante este muestreo se identificaron seis especies: *Parasagitta euneritica* (Alvariño 1962), *Mesosagitta minima* (Grassi 1881), *Flaccisagitta enflata* (Grassi 1881), *Serratosagitta bieri* (Alvariño 1961), *Zonosagitta bedoti* (Beranek 1895) y *Aidosagitta neglecta* (Aida 1897).

En general, la abundancia de quetognatos siguió una tendencia similar al ciclo de la marea, con incrementos durante el flujo y disminuciones durante el reflujo. No obstante, la máxima abundancia de quetognatos se observó en las primeras horas del día (07:00), al igual que *F. enflata* y *P. euneritica*, cuando iniciaba el ascenso de la marea (Fig. 6). El mayor incremento en la abundancia de *P. euneritica* y *F. enflata* ocurrió a las 07:00 horas y *M. minima* a las 20:00 horas. Sin embargo, *S. bieri* no presentó un patrón definido con el ciclo de la marea y su abundancia fue mayor a las 05:00 horas. Los quetognatos, *P. euneritica*, *M. minima* y *S. bieri* presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las horas de luz y oscuridad, mientras que no hubo diferencia con el resto de las especies analizadas (*F. enflata*, *Z. bedoti*, *A. neglecta*).

DISCUSIÓN

La temperatura superficial del mar en el área de estudio es compleja y está sujeta a fuertes variaciones estacionales, causadas por el equilibrio entre los procesos de intercambio de calor y los flujos oceánicos de la zona nerítica adyacente (Lynn & Simpson, 1987; Zaytzev *et al.*, 2002; 2007; 2010; Sánchez-Montante *et al.*, 2007), así como a la batimetría del área de estudio. *Flaccisagitta enflata* alcanzó su máxima abundancia durante el verano y el otoño, coincidiendo con un aumento de la temperatura, de forma similar a lo registrado en aguas de California y Baja California por Alvariño (1965).

El incremento en la biomasa zooplanctónica, probablemente promueve el aumento en la abundancia de *F. enflata* dentro de BM a principios de verano y la temperatura parece ser el principal factor limitante, ya que la densidad de esta especie disminuye en temperaturas relativamente más bajas (18–20 °C).

Por otro lado, la alta densidad de *F. enflata* en BM durante el verano-otoño también pudo haber estado relacionada con la intrusión de las aguas subtropicales y el ingreso de la biota subtropical, ya que de acuerdo a Sánchez-Montante *et al.* (2007), existe un mecanismo de transporte horizontal que es observado en los gradientes de la temperatura y la salinidad, con valores comparativamente menores en las bocas de acceso al sistema lagunar. Esto es consistente con la va-

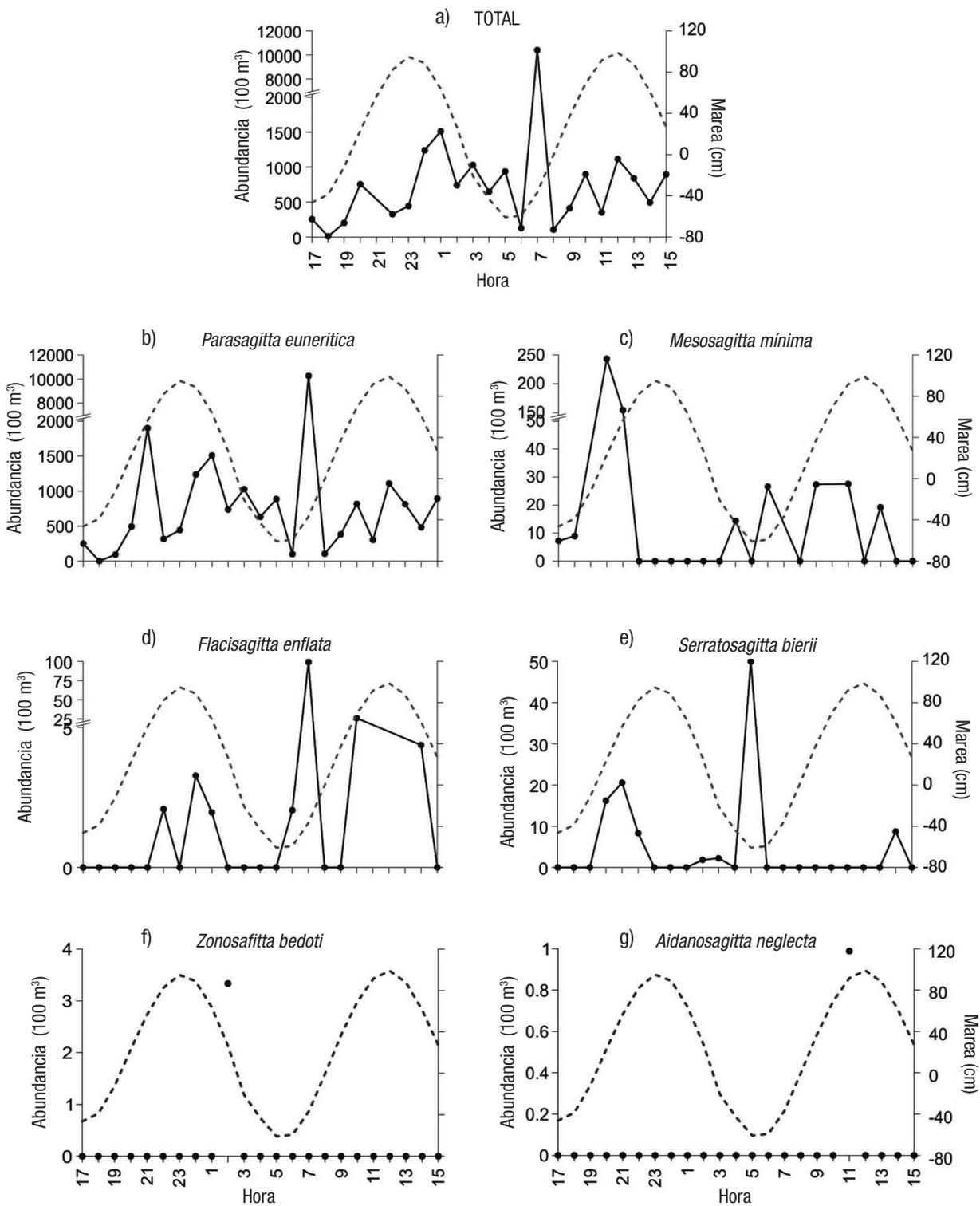
riación en la abundancia de quetognatos durante el ciclo circadiano, en estrecha relación con ciclo de la marea, más que con la variación día-noche; excepción hecha para *P. euneritica*, *S. bieri* y *M. minima*, al igual que ocurre con otros grupos del zooplancton (Aceves-Medina *et al.*, 1992; Avendaño-Ibarra *et al.*, 2004; Gómez-Gutiérrez & Robinson, 2006; Gómez-Gutiérrez *et al.*, 2007). En tanto que, la acción de las mareas mantiene una intensa mezcla vertical en las áreas de la boca principalmente, lo que explica las condiciones físicas homogéneas en todo el sistema lagunar (Sánchez-Montante *et al.*, 2007).

Nuestros resultados proporcionan evidencia de que *F. enflata* entra en el sistema lagunar, como en otras lagunas (Hossfeld, 1996; Marazzo & Nogueira, 1996; Mille-Pagaza & Carrillo-Laguna, 2003) y mantiene una población en el interior, principalmente durante la segunda mitad del año, cuando predominan los organismos de tallas medianas (5.0 a 9.0 mm), en tanto que los ejemplares más grandes (≥ 14 mm) fueron escasos en la mayoría de los muestreos. La escasez de tallas grandes durante la primera parte del año, podría interpretarse como una limitación del muestreo o evasión a la red de muestreo, debido a que los arrastres fueron realizados durante el día (06:00 a 18:00 hrs) y en la superficie. Sin embargo, *F. enflata* no presentó diferencias significativas entre la noche y el día, en el ciclo circadiano.

De esta información y tomando en consideración las tallas predominantes de los organismos estudiados, se infiere que la mayor densidad de *F. enflata*, debe ser propiciada por el incremento de la temperatura y la biomasa durante la segunda mitad del año. Época en que también se encuentra una mayor densidad de la biomasa zooplanctónica y con ella, una alta tasa de producción de huevos y densidad poblacional del copépodo *Acartia lilljeborgii* Giesbrecht, 1889 (Palomares-García & Silva-Dávila, 2007) y de una alta producción secundaria (Palomares-García & Gómez-Gutiérrez, 1996).

Se ha estimado que algunas especies de quetognatos pueden consumir el 10% del total de copépodos y de la producción secundaria diaria, así como, el 0.5% de la biomasa de zooplancton por día (Reeve, 1970; Feigenbaum & Maris, 1984; Terazaki, 1998; Brodeur & Terazaki, 1999), lo cual refuerza la idea de que estos organismos tengan un papel significativo como competidores y posibles depredadores de larvas de peces. Esta situación ha sido descrita por Baier & Purcell (1997) en diferentes regiones costeras y en diferentes pesquerías. En BM durante el periodo cálido del año, ocurre la mayor diversidad de larvas de peces (Funes-Rodríguez *et al.*, 1998, Avendaño-Ibarra *et al.*, 2004) y son más abundantes las larvas de *Opisthonema libertate* (Günther, 1867), y que justo coincide con la mayor densidad de *F. enflata* registrada en este trabajo.

Particularmente, Kimmerer (1984) ha registrado que *F. enflata* se alimenta de copépodos en un 20 % y en menor medida de nauplios (la presa varía dependiendo del tamaño del depredador). Estudios recientes demuestran que la ración diaria específica media en quetognatos aumenta antes y durante la maduración, pero los pequeños juveniles comienzan la alimentación activa a los 8 o 9 días después de la eclosión (Pearre, 1991), cuando un gran número de nauplios o copepoditos están disponibles (Giesecke & González, 2008). Se concluye que la abundancia de *F. enflata* fue mayor en verano-otoño, con la prevalencia de la contracorriente Mexicana (cálida) y el debilitamiento de la Corriente de California (fría) y de la surgencia costera. La estructura de



Figuras 6a-g. Distribución de la abundancia diaria de diferentes especies de quetognatos recolectados en una estación (estación 10) cercana a la boca del sistema lagunar Bahía Magdalena, B.C.S., en agosto de 1988.

talla de *F. enflata* varió de 2.0 mm hasta 18 mm de longitud. El predominio de los pequeños organismos y adultos en el sistema lagunar, sugiere que éstos penetraron por una intrusión de agua hacia la bahía, desde la zona costera adyacente. Se considera que la presencia, la densidad y la talla de *F. enflata* en el periodo de estudio, pudiera influir en la disponibilidad de presas para otras poblaciones del zooplancton. El incremento en su abundancia y tallas grandes, se relaciona principalmente con el aumento de la temperatura y la biomasa del zooplancton y por lo tanto, su papel como especie competidora es principalmente durante la segunda parte del año, mientras que *P. eunirítica* que se alimenta de copépodos de tallas pequeñas, ocurre durante la primera mitad del año (Cota-Meza & Fernández-Álamo, 2000). No obstante lo anterior, se requiere más investigación para entender las diferentes relaciones ecológicas, teniendo en cuenta la sincronía entre los depredadores y sus presas en el SLBM.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestros colegas en el Departamento de Plancton y Ecología Marina, CICIMAR-IPN, que colaboraron en la recolección del zooplancton y el registro de los datos físicos en el sistema lagunar de Bahía Magdalena, Baja California Sur. Queremos dar las gracias a los árbitros por su tiempo y excelentes comentarios sobre el manuscrito. Los autores agradecen al IPN, y su apoyo a los proyectos SIP-20150355, 20150637.

REFERENCIAS

- ACEVES-MEDINA, G. R. SALDIERNA-MARTÍNEZ J. Y M. E. HERNÁNDEZ-RIVAS. 1992. Variación diurna de la abundancia de larvas de peces en la boca de Bahía Magdalena, Baja California Sur., México. *Revista de Investigación Científica* 3 (1): 61-70.
- ACOSTA-RUIZ, M. & J. R. LARA-LARA 1978. Resultados fisicoquímicos de un estudio de variación diurna en el área central de Bahía Magdalena, Baja California Sur, *Ciencias Marinas* 5: 37-46.
- ALMEIDA-PRADO, M. S. 1968. Distribution and annual occurrence of Chaetognaths off Cananéia and Santos coast (São Paulo, Brazil). *Boletim do Instituto oceanográfico* San Paulo 17: 33-55.
- ÁLVAREZ-BORREGO, S. L., A. GALINDO-BECT & A. CHEE-BARRAGÁN. 1975. Características hidroquímicas de Bahía Magdalena, Baja California Sur. *Ciencias Marinas* 2: 94-110.
- ALVARINO, A. 1965. Chaetognaths. In: Barnes, H. (Ed.). *Oceanography and Marine Biology*. Annual Review 3, Allen & Unwing, London, pp. 115-195.
- ALVARINO, A. 1985. Predation in the plankton realm: mainly with reference to fish larvae. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 2 (1): 72-77.
- AVENDAÑO-IBARRA, R., R. FUNES-RODRÍGUEZ, A. HINOJOSA-MEDINA, R. GONZÁLEZ-ARMAS & G. ACEVES-MEDINA. 2004. Seasonal abundance of fish larvae in a subtropical lagoon in the west coast of the Baja California Peninsula. *Estuarine Coastal Shelf Science* 61: 125-135.
- BAIER, C Y J. M. PURCELL. (1997). Trophic interactions of chaetognaths, larval fish, and zooplankton in the South Atlantic Bight. *Marine Ecology Progress Series* 146: 43-53.
- BOLTOVSKOY, D. & E. MOSTAJO, E. 1974. Quetognatos del Mar Argentino y adyacencias. Consideraciones acerca de su utilización en calidad de indicadores hidrológicos. *Physis*, Buenos Aires, Sección A. 86: 239-255.
- BRODEUR, R. D. & M. TERAZAKI. 1999. Spring time abundance of chaetognaths in the shelf region of the northern Gulf of Alaska, with observations on the vertical distribution and feeding of *Sagitta elegans*. *Fisheries Oceanography* 8 (2): 93-103.
- COTA-MEZA, M. S. 2011. Chaetognatha in the Bahía Magdalena lagoon complex, Baja California Sur, México: Species composition and assemblages. *Journal Environmental Biology* 32 (4): 401-406.
- COTA-MEZA, M. S., M. J. HARO-GARAY & V. MASSÉ-ZENDEJAS. 1992. Distribución y abundancia de quetognatos en el complejo lagunar de Bahía Magdalena, Baja California Sur. México. Durante el ciclo estacional 1988-1989. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 7 (2): 47-59.
- COTA MEZA M. S. & M. A. FERNÁNDEZ ÁLAMO. 2000. Análisis de la composición alimenticia del quetognato *S. eunirítica* colectada en Bahía Magdalena Baja California Sur. In: E. Ríos Jara, E. Juárez Murillo, M. Pérez Peña, E. López Uriarte. E. G. Robles-Jarero, D. U. Hernández Becerril & M. Silva Briano (Eds.). *Estudios sobre el plancton en México y el Caribe*. Sociedad Mexicana de Planctología y Universidad de Guadalajara, pp. 27-28.
- FEIGENBAUM, D. L. & R. C. MARIS. 1984. Feeding in Chaetognaths. *Annual Review of Oceanography Marine Biology* 22: 343-392.
- FÉLIX-URAGA, R., R. M. ALVARADO-CASTILLO & R. CARMONA-PIÑA. 1996. The sardine fishery along the western coast of Baja California, 1981 to 1994. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations* 37: 188-192.
- FUNES-RODRÍGUEZ, R., R. GONZÁLEZ-ARMAS & R. AVENDAÑO-IBARRA. 1998. Distribución y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar de Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. *Hidrobiológica* 2: 55-66.
- FUNES-RODRÍGUEZ, R., J. D. LEAL-ESPIÑOZA, A. HINOJOSA-MEDINA, M. E. HERNÁNDEZ-RIVAS & C. FLORES-COTO. 2007. Composición, distribución y abundancia de larvas de peces en Bahía Magdalena. In: Funes-Rodríguez, R., J. Gómez Gutiérrez & R. Palomares-García (Eds.). *Estudios Ecológicos en Bahía Magdalena*, pp. 205-219.
- GARCÍA MARTÍNEZ, S. & E. A. CHÁVEZ-ORTIZ. 2007. La pesquería de camarón en Puerto San Carlos, Bahía Magdalena: una perspectiva socioeconómica. In: Funes-Rodríguez, R., J. Gómez-Gutiérrez & J. R. Palomares-García (Eds.). *Estudios Ecológicos en Bahía Magdalena*, pp. 277-287.
- GIESECKE, R & H. E. GONZÁLEZ. 2008. Reproduction and feeding of *Sagitta enflata* in the Humboldt Current system off Chile. *ICES Journal Marine Science* 65: 361-370.
- GLUYAS-MILLÁN, M. G. 2007. Bahía Magdalena: zona de crianza de la macarela *Scomber japonicus*. In: Funes-Rodríguez, R., J. Gómez-Gutiérrez & J.R. Palomares-García (Eds.). *Estudios ecológicos en Bahía Magdalena*. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México, pp. 235-239.

- GÓMEZ-AGUIRRE, S. & C. RIVERO-BELTRÁN. 1988. Variación estacional de *Sagitta euneritica* (Chaetognatha) en la laguna de Agiabampo, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM serie Zoología* 2: 697-706.
- GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J. & C. J. ROBINSON. 2006. Tidal current transport of epibenthic swarms of the euphausiid *Nyctiphanes simplex* in a shallow subtropical bay in Baja California Sur, México. *Marine Ecology Progress Series* 320: 215-231.
- GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J., S. MARTÍNEZ-GÓMEZ & C. J. ROBINSON. 2007. Influence of tidal fronts on surface zooplankton aggregation and community structure in a subtropical bay, Bahía Magdalena, Mexico. *Marine Ecology Progress Series* 346: 109-125.
- GUERRERO-GODÍNEZ, R., R. CERVANTES-DUARTE & A. R. JIMÉNEZ-ILLESAS. 1988. Nutrient variation during a tidal cycle at the mouth of a coastal lagoon in the Northwest of Mexico. *Indian Journal of Marine Science* 17: 235-237.
- HOSSFELD, B. 1996. Distribution and biomass of arrow worms (Chaetognatha) in Golfo de Nicoya and Golfo Dulce, Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 3: 157-172.
- KIMMERER, W. 1984. Selective predation and its impact on prey of *Sagitta enflata* (Chaetognatha). *Marine Ecology Progress Series* 15: 55-62.
- LYNN, R. J. & J. J. SIMPSON. 1987. The California Current System: The seasonal variability of its physical characteristics. *Journal Geophysical Research* 92: 12947-12966.
- MARAZZO, A. & C. S. R. NOGUEIRA. 1996. Composition spatial and temporal variation of Chaetognatha in Guanabara Bay, Brazil. *Journal Plankton Research* 18: 2367-2376.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, A. & G. VERDUGO-DÍAZ. 2000. Composición y dinámica del fitoplancton en el BAC de Bahía Magdalena, B. C. S. In: Lluch-Belda, D., J. Elorduy-Garay, S.E. Lluch-Cota & G. Ponce-Díaz, G. (Eds.). *Centros de actividad biológica del noroeste mexicano*. CIBNOR-CICIMAR. México, pp. 143-156.
- MILLE-PAGAZA, S. & J. CARRILLO-LAGUNA. 2003. Distribución y abundancia de los chaetognatos de la plataforma Tamaulipeca y océano adyacente en abril de 1987. *Hidrobiológica* 13: 223-229.
- ØRESLAND, V. 1990. Feeding and predation impact of the chaetognath *Eukrohia hamata* in Gerlache Strait, Antarctic Peninsula. *Marine Ecology Progress Series* 63: 201-209.
- PALOMARES-GARCÍA, R.J. & J. GÓMEZ-GUTIÉRREZ. 1996. Copepod community structure at Bahía Magdalena, México during El Niño 1983-1984. *Estuarine Coastal Shelf Science* 43: 583-595.
- PALOMARES-GARCÍA R. & SILVA-DAVILA, R. 2007. Variación estacional de la producción de huevos de copépodos en Bahía Magdalena. In: Funes-Rodríguez, R., J. Gómez-Gutiérrez & J.R. Palomares-García (Eds.). *Estudios ecológicos en Bahía Magdalena*. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México, pp. 175-188.
- PEARRE, S. JR. 1991. Growth and reproduction In: Q. Bone, H. Kapp & A.C. Pierrot-Bults (Eds.). *The Biology of Chaetognaths*. Oxford University Press. New York. pp. 61-76.
- RAYMONT, J. E. G. 1983. *Plankton and productivity in the oceans*. Vol. II, Seg. Ed. Pergamon Press., USA. 824 p.
- REEVE, M. R. 1970. The biology of Chaetognatha. 1. Quantitative aspects of growth and egg production in *Sagitta hispida*. In: Steele, J.H. (Ed.). *Marine Food Chains*. Oliver and Boyd, Edinburgh, pp. 168-189.
- RUÍZ-BOJISEAUNEAU, I., L. SANVICENTE-AÑORVE & M. A. FERNÁNDEZ-ÁLAMO. 2004. Chaetognath assemblages in Bahía de Banderas, México. *Bulletin Marine Science* 1: 51-61.
- SÁNCHEZ-MONTANTE O., O. ZAYTSEV & M. SALDÍVAR-REYES. 2007. Condiciones hidrofísicas en el sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas. In: Funes-Rodríguez, R., J. Gómez-Gutiérrez & J. R. Palomares-García (Eds.). *Estudios ecológicos en Bahía Magdalena*. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México, pp. 1-28.
- SATO, N. E., D. HERNÁNDEZ & M. D. VIÑAS. 2011. Hábitos alimentarios de *Sagitta friderici* Ritter-Záhony en las aguas costeras de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Boletín de Investigaciones Marinas Costeras* 40 (1): 59-74.
- STEEDMAN, H. F. 1976. General and applied data on formaldehyde fixation and preservation on marine zooplankton. In: Steedman, H. F. (Ed.). *Zooplankton fixation and preservation*. UNESCO Press, pp. 103-154.
- TERAZAKI, M. 1998. Life history, distribution, seasonal variability and feeding of the pelagic chaetognath *Sagitta elegans* in the Subarctic Pacific: A review *Plankton Biology Ecology* 1: 1-17.
- VAN DER SPOEL, S. & A. C. PIERROT-BULTS. 1979. *Zoogeography and diversity in plankton*. Halsted Press, New York. 410 p.
- ZAYTSEV, O., R. CERVANTES-DUARTE, O. SÁNCHEZ-MONTANTE & A. GARCÍA-GALLEGOS. 2002. Coastal upwelling activity on the Pacific shelf of the Baja California Peninsula. *Journal Oceanography* 59: 489-502.
- ZAYTSEV, O., O. SÁNCHEZ-MONTANTE & C. J. ROBINSON. 2007. Características del ambiente hidrofísico de la plataforma continental y zona oceánica adyacente al sistema lagunar Bahía Magdalena-Almejas. In: Funes-Rodríguez, R., J. Gómez-Gutiérrez & J.R. Palomares-García (Eds.). *Estudios ecológicos en Bahía Magdalena*. CICIMAR-IPN, La Paz, Baja California Sur, México, pp. 29-43.
- ZAYTSEV, O., O. SÁNCHEZ-MONTANTE & M. SALDÍVAR-REYES. 2010. Seasonal variations of the thermohaline structure in the Magdalena-Almejas Bay lagoon system and adjacent sea. *Ciencias Marinas* 4: 413-432.

Recibido: 31 de octubre de 2014.

Aceptado: 16 de noviembre de 2015.