
VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LAS DENSIDADES DE LOS QUETOGNATOS Y SU RELACIÓN CON LA TEMPERATURA Y SALINIDAD EN BAHÍA DE BANDERAS, MÉXICO.

SPACE-TEMPORARY VARIATION OF THE DENSITIES OF THE QUETOGNATOS AND ITS RELATIONSHIP WITH THE TEMPERATURE AND SALINITY IN BAHÍA DE BANDERAS, MEXICO

Liliana Chona-Gallegos, María del Carmen Navarro-Rodríguez, Ramiro Flores-Vargas, Luis Fernando González-Guevara

Centro de Investigaciones en Recursos Naturales (CIRENA), Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara

Recibido: 30 de octubre de 2019

Aceptado: 18 de noviembre de 2019

RESUMEN

El presente estudio analiza la variación espacio temporal de las densidades de los quetognatos y su relación con la temperatura y salinidad en Bahía de Banderas durante un ciclo anual. Se obtuvieron un total de 54 muestras de primavera, verano e invierno de 2005, mediante arrastres zooplanctónicos, semicirculares y diurnos. Los valores de la abundancia fueron normalizados a 1000m³. La densidad total en primavera fue de 19,586.92 org./1000m³, representando el 57.51%, seguida de verano con una densidad de 9,325.55 org./1000m³, correspondiendo el 27.3% y finalmente invierno con solo 5,140.01 org./1000m³, con un 15.09% de la densidad total. Los resultados indican que en la temporada de secas los valores de las densidades fueron mayores que de la temporada de lluvias. La prueba de Kruskal Wallis, mostró una diferencia significativa (p=0.0064) entre las densidades temporales, en tanto que la prueba de Bonferroni nos indica que hubo diferencia significativa entre primavera y verano (p=0.01) y primavera con invierno (p=0.02), dominando en ambos casos

las densidades en primavera. El análisis de regresión lineal, mostró que no existe una relación significativa entre las variables densidad-temperatura (p=0.84) y densidad-salinidad (p=0.94). Sin embargo, se registró un incremento en las densidades con valores de temperaturas y salinidades moderadas (30.44° C y 31.1 ups, respectivamente). Por otro lado, la mayoría de los valores de las densidades fueron registradas en la categoría "alta" (4000-39,999), con el 40.42%. siendo Costa Vida el sitio de mayor representatividad. Las densidades más altas se presentaron en los sitios localizados cerca de la costa este y las menores densidades en la zona oceánica norte y sur de la bahía, además de pronunciarse un gradiente de distribución costa-oceano.

Palabras clave: Quetognatos, densidades, temperatura, salinidad, Jalisco, Nayarit.

ABSTRACT

The present study analyzes the temporal space variation of chaetognaths densities and its relationship with temperature and salinity in Banderas Bay during an annual cycle. 54 spring, summer and winter samples of 2005 by semicircular and diurnal zooplanktonic trawls, were obtained. The abundance values were normalized to 1000 m³. The density total in spring was 19,586.92 org./ 1000m³, representing 57.51%, followed by summer with a density of 9,325.55 org./1000m³, corresponding to 27.3% and finally winter with only 5,140.01 org./ 1000m³, with 15.09% of the total density. The results indicate that in the dry season the values of the densities were higher than the rainy season. The Kruskal Wallis test showed a significant difference (p = 0.0064) between temporal densities, while the Bonferroni test indicates that there was a significant difference between spring and summer (p = 0.01) and spring with winter (p = 0.02), dominating in both cases the densities in spring. The linear regression analysis, showed that there is no significant relationship between the variables density-temperature

($p = 0.84$) and density-salinity ($p = 0.94$). However, an increase in densities with temperature values and moderate salinities was recorded (30.44 °C and 31.1 ups, respectively). The most density values were registered in the “high” category (4000-39,999), with 40.42%. Costa Rica being the site of greatest representativeness. The highest densities occurred at the sites located near the east coast and the lowest densities in the north and south oceanic zone of the bay, besides pronouncing a distribution gradient from coast to ocean.

Key words: Chaetognaths, densities, temperature, salinity, Jalisco, Nayarit.

INTRODUCCIÓN

Los quetognatos constituyen dentro del zooplancton marino un grupo de especial interés, principalmente por sus grandes densidades, también son conocidos como gusanos flecha, son exclusivamente marinos que miden aproximadamente entre uno y 10 centímetros. La progenie joven se asemeja a los adultos sólo que, en miniatura, es decir, a diferencia de otros grupos no pasan por estadios larvales, y desde su nacimiento comienzan una vida de depredación activa (Navarro-Rodríguez *et al.* 2001). Este phylum es uno de los grupos carnívoros más abundantes del zooplancton (Raymont, 1983; Alvarino, 1985), tanto en aguas oceánicas como neríticas (McLelland y Perry, 1989; Stuart y Verheye, 1991; Álvarez-Cadena *et al.*, 1996). Su abundancia y alta capacidad depredadora, principalmente de copépodos (Álvarez-Cadena *et al.*, 1996; Oresland, 2000), lo convierte en un grupo importante dentro de las cadenas tróficas del sistema marino (Stuart y Verheye, 1991). A la vez son considerados como depredadores de larvas y huevos de peces, lo cual puede llegar a tener efectos negativos sobre la pesca de interés comercial, reconociéndose incluso, que llegan al grado del

canibalismo (Revé, 1996). Casanova *et al.* (2013) señalan que en la actualidad los quetognatos ya no deben de ser considerados como depredadores activos y que su papel en las redes tróficas debe ser analizado detalladamente, tema que debe de analizarse a detalle y que aún queda abierto al debate sobre sus hábitos y estrategias alimentarias.

Poco a poco los diferentes estudios que se han realizado sobre estos organismos han determinado la importancia que presentan dentro del zooplancton. Desde la década de los 60's se establece su relevancia en el papel que desempeñan como organismos indicadores de algunos fenómenos hidrográficos, de esta forma se han encontrado que algunas especies son indicadoras de cambios de temperatura en las masas de agua o bien de la presencia de corrientes marinas durante los procesos comúnmente conocidos como mezclas o surgencias (McLelland y Perry, 1989; Bone *et al.* 1991 y Navarro-Rodríguez *et al.* 2001).

Como indicadores pesqueros, se ha destacado que los quetognatos señalan las posibilidades y perspectivas pesqueras. Estudios indican que se han asociado a la presencia de *Sagitta crassa* y *Sagitta enflata* con la abundancia de escombridos en aguas de Corea, otros estudios señalan que se observó una clara relación inversa entre la abundancia de *Sagitta lyra* y la magnitud de la pesca del salmón en el Pacífico Noroeste (Alvarino, 1963; Boltovskoy, 1981 y Contreras Espinoza, 1993). Estos ejemplos muestran la utilidad de los estudios de los quetognatos para entender un poco más los factores hidrológicos y las interacciones biológicas que condicionan la distribución y abundancia de las poblaciones ícticas.

La información sobre los quetognatos en el Pacífico Central, es escasa si se compara con otras regiones del Pacífico Mexicano, principalmente en el Golfo de California (Cota-Meza y Fernández-Álamo, 2012).

En la región de Bahía de Banderas la información sobre quetognatos es casi nula, puesto que solo se cuenta hasta el momento, con los trabajos de Fernández-Álamo (2000), Mar Castellanos (2004) y González-Padilla *et al.* (2017), por lo que es necesario llevar a cabo estudios sobre este grupo principalmente por el papel que desempeñan en la trama alimentaria de las comunidades pelágicas y la importancia que presentan como indicadores de la productividad y dinámica de las masas de agua. El presente trabajo tiene como finalidad, generar información sobre la variación en espacio y tiempo de la densidad de los quetognatos, recolectados en la bahía, durante el 2005.

Métodos

Área de estudio

La Bahía de Banderas se impone como una de las grandes bahías del litoral centro occidente del Pacífico mexicano. Sus costas bañadas por las aguas del Océano Pacífico, se dividen con fines prácticos en tres: la costa norte, con una longitud de 24 km, se extiende desde Punta de Mita hasta Bucerías, Nayarit; la costa este, mide 39 km desde Bucerías, Nayarit hasta Boca de Tomatlán, Jalisco; y la costa sur la más vasta (52 km), se dispersa desde Boca de Tomatlán hasta Cabo Corrientes, Jalisco (Cupul-Magaña, 1998, 1999 y 2000). La costa norte en su mayoría, está formada por playas arenosas relativamente amplias, a diferencia de la parte sur de la costa este y toda la costa sur; que son particularmente rocosas y escarpadas, con una importante carencia de playas arenosas, debido probablemente, a la presencia de un cañón submarino o fosa tectónica de 1,436 a 1,754 m de profundidad (frente a las costas de

Quimixto y Yelapa), en la parte sur de la bahía. El cañón submarino tiene la particularidad de atrapar el sedimento de las descargas de los ríos Ameca, Pedrera, palo María Pizota, Tecomate, Horcones y Chimo (al sur de Puerto Vallarta), evitando de esta manera la formación de nuevas playas, presentando un caudal considerable que desemboca en la bahía. Se localiza geográficamente entre los 20° 15' y 20° 47' de Latitud Norte y los 105° 15' y 105° 42' de Longitud Oeste (Fig. 1). Los límites morfológicos de este cuerpo marino son: al norte Punta de Mita, Nayarit, y Cabo Corrientes, Jalisco al sur. Dicha Bahía presenta con respecto a la línea de costa, una longitud aproximada de 115 km, y un ancho promedio de 42 km con una profundidad de hasta 200 m en su parte norte, y en su parte sur de hasta 1700 m, abarcando una superficie total del área de 1,407 km² (Cupul-Magaña, 1998 y 2000).

Su clima es de tipo semiárido subhúmedo fresco, con lluvias en verano. En esta categoría, se presentan tres subtipos climáticos: el más húmedo AW2 (W), comprendido entre Punta de Mita y Yelapa; el de humedad media AW1 (W) desde Yelapa a Chimo y el húmedo AW (W) delimitado entre Chimo y Cabo Corrientes. La temperatura y precipitación pluvial promedio anual, oscilan entre los 26 a 28°C y de 930.8 a 1668.0 mm respectivamente (García, 1973).

Trabajo de Campo

Se ubicaron 18 sitios de muestreo a lo largo y ancho de la Bahía de Banderas cubriendo una longitud aproximada de 115 km y un ancho promedio (norte-sur) de 42 km.

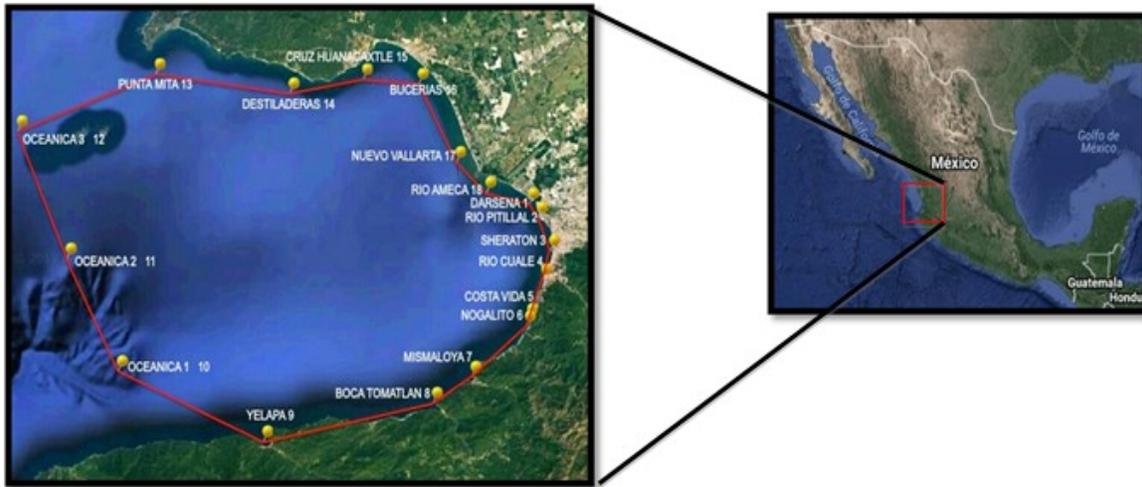


Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo en la Bahía de Banderas

La ubicación de los sitios de muestreo fue de acuerdo con la configuración de la bahía, la batimetría del área y a la influencia de la desembocadura de ríos sobre la misma.

Las muestras se obtuvieron mediante arrastres zooplanctónicos en primavera, verano e invierno de 2005, cabe mencionar que en otoño no fue posible obtener datos debido a una falla en la red. Dichos arrastres se iniciaron durante el día empleando la técnica descrita por Smith y Richardson (1979); utilizando una lancha con motor fuera de borda y una red tipo “Zeppelin” de luz de malla 505 μm por 1.50 m de longitud y 0.60 m de diámetro de boca. Para estimar los volúmenes de agua filtrada en metros cúbicos, la red se equipó con un flujómetro digital tipo torpedo GENERAL OCEANIC. Los arrastres fueron semicirculares con una duración de 10 minutos y a 10 cm por debajo de la superficie del agua para evitar tomar materia orgánica suspendida. El material colectado se colocó en frascos transparentes de plástico con una capacidad de 1lt, fijándose con formol al 10% y 20 ml de una solución saturada de borato de sodio. Simultáneamente fueron tomadas la temperatura y la salinidad de cada sitio con un multiparámetro YSI 556.

Trabajo de laboratorio

Los quetognatos fueron contados y separados

del resto de los grupos zooplanctónicos, utilizando una caja de Petri, microscopio estereoscópico, lámpara con lupa y pinzas de relojero. Los especímenes fueron almacenados en frascos transparentes de plástico de 50 ml de capacidad, previamente etiquetados con información referente a localidad, fecha, número de estación y finalmente fueron preservados en una solución de formalina al 4%.

Las fuentes bibliográficas utilizadas para reconocer los quetognatos de los otros grupos zooplanctónicos fueron Boltovskoy (1981), Gómez-Aguirre (1988), Jiménez y Lara (1990), Palomares *et al.*, (1998).

El número de quetognatos por muestra fue normalizado a org. /1000 m^3 mediante la siguiente fórmula:

$$N = n \times 1000 / V$$

Donde:

N = número de individuos en 1000 metros cúbicos

n = número de organismos en la muestra analizada

V = volumen de agua filtrada por la red, m^3

Para estimar el volumen de agua filtrada, se empleó la siguiente fórmula:

$$V = \pi \times r^2 \times d$$

Donde:

V = volumen de agua filtrada en m³

π = 3,1416

r² = radio de la boca de la red

d = distancia recorrida del arrastre

Una vez obtenidos los valores de la densidad mediante la normalización de los datos, se elaboraron mapas de distribución y abundancia (densidad). Determinando cuatro categorías, **escasa** (1-39 org./1000m³), **media** (40-399 org./1000 m³), **alta** (400-3999 org./1000m³) y **muy alta** (4000-39999 org./1000m³). Para la elaboración de los mapas se utilizó el programa ArcView Gis 3.2. y ArcMap 10.3., Se llevaron a cabo los análisis de Variancia no paramétrica de Kruskal Wallis para tres muestras independientes), así como

la prueba de Bonferroni por medio del programa estadístico PAST

RESULTADOS

Variación espacio-temporal de la densidad de quetognatos

Por orden de abundancia y estacionalmente en primavera se registró un total de 19,586.92 quetognatos representando el 57.51% sigue verano con una densidad de 9325.55 (org. /1000m³) correspondiendo el 27.38% de la densidad total y finalmente invierno en el que se registró una densidad de 5140.01 (org. /1000m³) correspondiente al 15.09% (Fig.2). De acuerdo con las densidades obtenidas, primavera es la estación del año donde se presentó la densidad máxima de la reproducción de los quetognatos para 2005. Así mismo los resultados indicaron que en la temporada de secas los valores de las densidades son mayores que en la temporada de lluvia (verano).

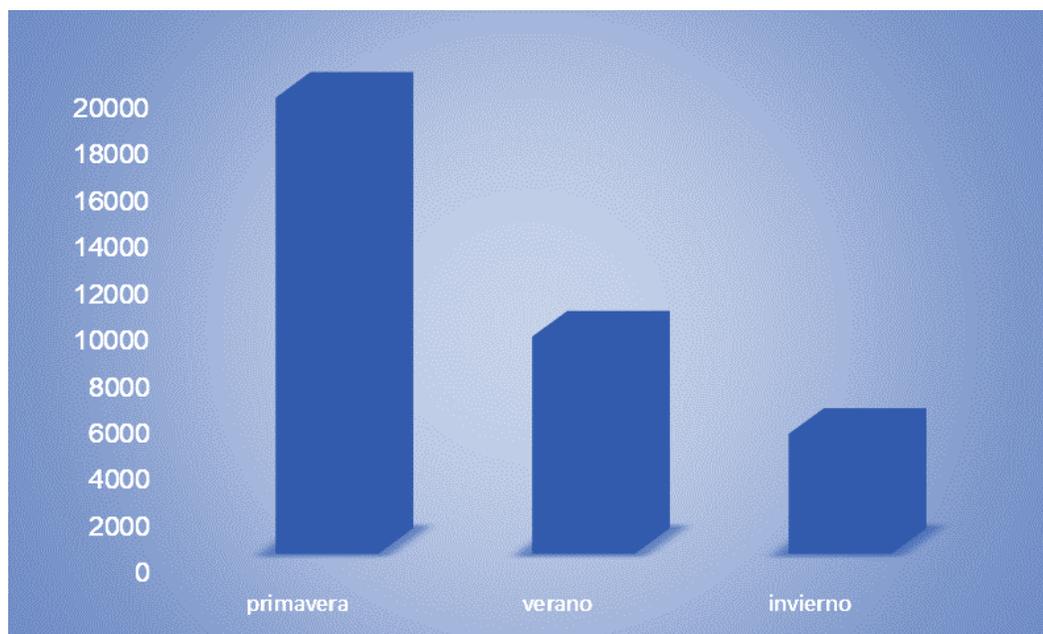


Figura 2. Densidad estacional de quetognatos en Bahía de Banderas en 2005

La densidad espacial durante el 2005 nos indicó la presencia de dos picos de densidades importantes durante el año; en Costa Vida (5) con 14,148.01 org. /1000m³, un segundo pico importante en Bucerías (6) con 5,539.7 org. /1000m³, con una diferencia de hasta 8,608.31 org. /1000m³. Concentraciones menores, pero no menos importantes se presentaron en Dársena (1) 3,394.11 org. /1000m³, Sheraton (3) con 2,896.24 org./1000m³ y Río Pitillal (2) y Cruz de

Huanacaxtle (15) con 1564.86 y 1402.2 org. /1000m³ respectivamente (Fig. 3). Las 11 estaciones restantes presentaron valores menores a los 1000 org. /1000m³. Sin embargo, es importante señalar que se registraron densidades menores de 100 org. /1000m³ (Fig. 3). Las altas densidades principalmente en Costa Vida, nos indica que esa área es idónea (concentración de nutrientes y condiciones hidrográficas) para la agregación de estos individuos.

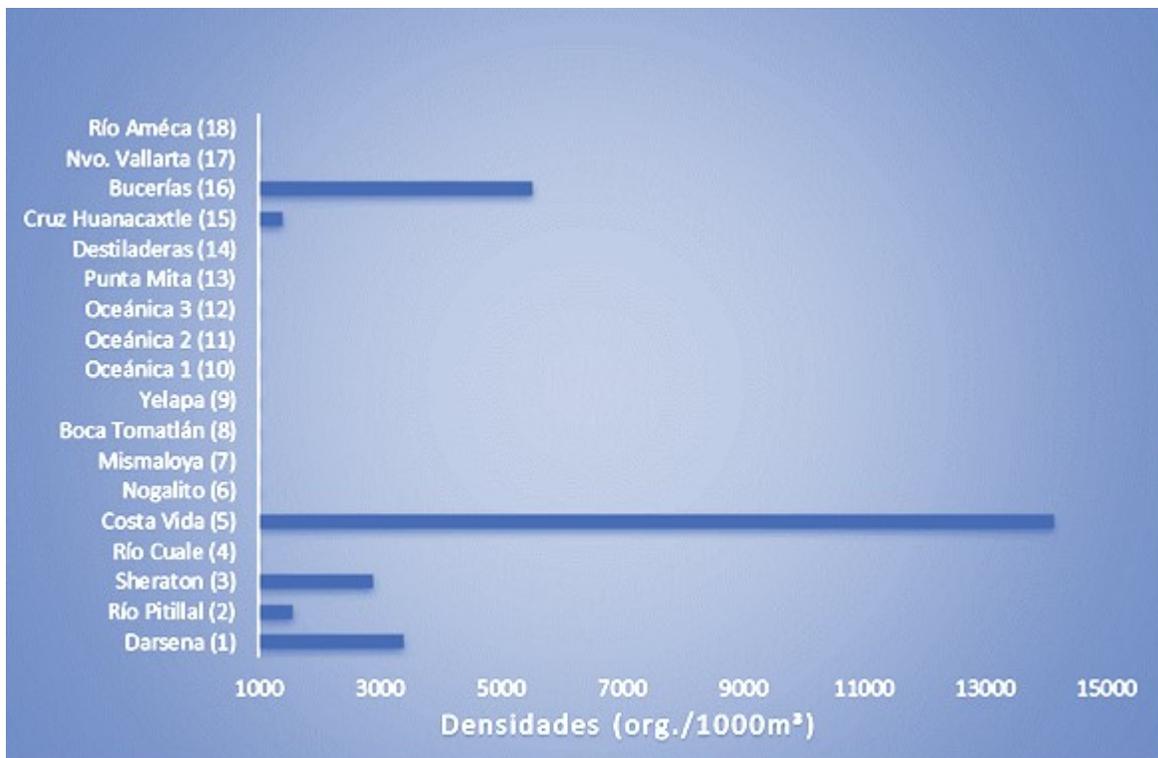


Figura 3. Densidad espacial de quetognatos en Bahía de Banderas en 2005.

Durante primavera las densidades más altas se presentaron en Costa Vida (7,878.68 org./1000m³), seguida de Bucerías (5,522.43 org./1000m³), Cruz de Huanacaxtle (1,253.87 org./1000m³) y Nuevo Vallarta (709.46 org./1000m³). En tanto que las densidades menores se registraron en Río Pitillal (185.18 org./1000m³), Sheraton (124 org./1000m³), Mismaloya (72.45 org./1000m³), Río Améca

(57.93 org./1000m³) y finalmente Destiladeras (29.03 org./1000m³) el resto de las estaciones registraron valores que fluctuaron entre los 656.92 y los 388.54 org./1000m³ (Fig. 4). Sin embargo cabe mencionar que Destiladeras y Punta Mita fueron los sitios con los valores más bajos de densidades registrados durante primavera (29.03 y 1.56 org./1000m³ respectivamente).

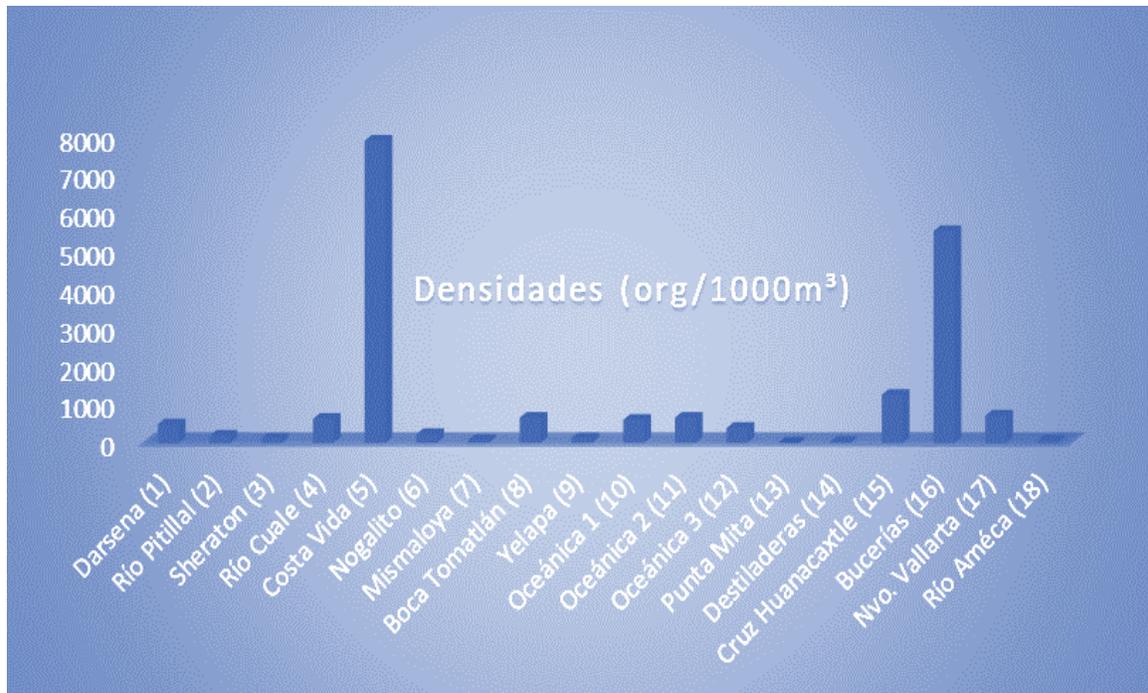


Figura 4. Densidad espacio temporal (primavera) de quetognatos en Bahía de Banderas en 2005.

En tanto que en verano los registros de las densidades fueron menores que en primavera. De igual forma, Costa Vida es el sitio con mayor densidad (6,136.7 org. /1000m³), Dársena (1883.19 org. /1000m³) y Río Pitillal (487.14 org. /1000m³), en tanto que, los sitios de muestreo que presentaron valores de 0.71 a 9.09 org. /1000m³, fueron Oceánica 3, Oceánica 2, Boca de Tomatlán, Yelapa y Punta Mita. Nueve del total de los sitios de muestreo presentaron fluctuaciones desde los 323.09 hasta los 11.72 org. /1000m³ (Fig.5). Tal parece que Costa Vida es el sitio idóneo del periodo de muestreo, ya que presenta los valores de densidades más elevados durante primavera y verano, aun cuando en primavera se presenta una diferencia de hasta 1,741.98 org. /1000m³ con respecto a verano.

Finalmente, en invierno, se observó una concentración importante en Sheraton con la mayor densidad (2,655.04 org./1000m³) y dos más, aunque con densidades menores pero importantes en Dársena (1,029.18 org. /1000m³) y Río Pitillal (892.54 org. /1000m³). Por otro lado, los sitios con registros menores a 150 fueron Costa Vida, Cruz de Huanacaxtle, Yelapa, el Nogalito y Río Améca, el resto de las estaciones registraron valores aún más bajos (29.0 hasta 2.11 org./1000m³), con amplios rangos de densidades entre el total de sitios de muestreo (Fig.6).

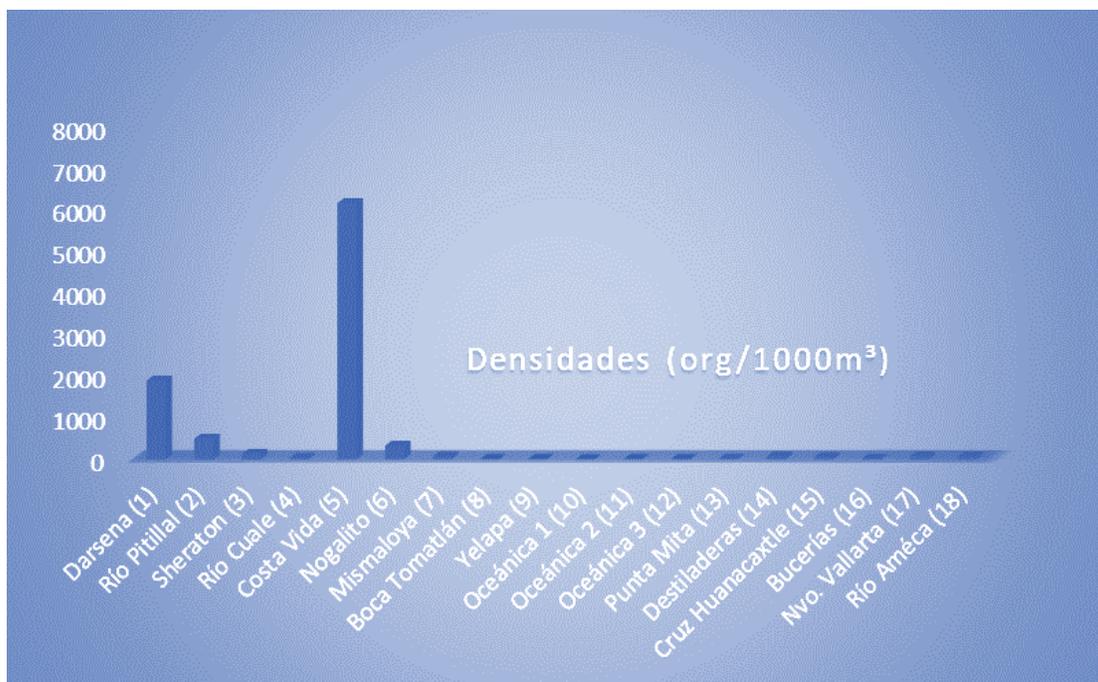


Figura 5. Densidad espacio temporal (verano) de quetognatos en Bahía de Banderas en 2005.

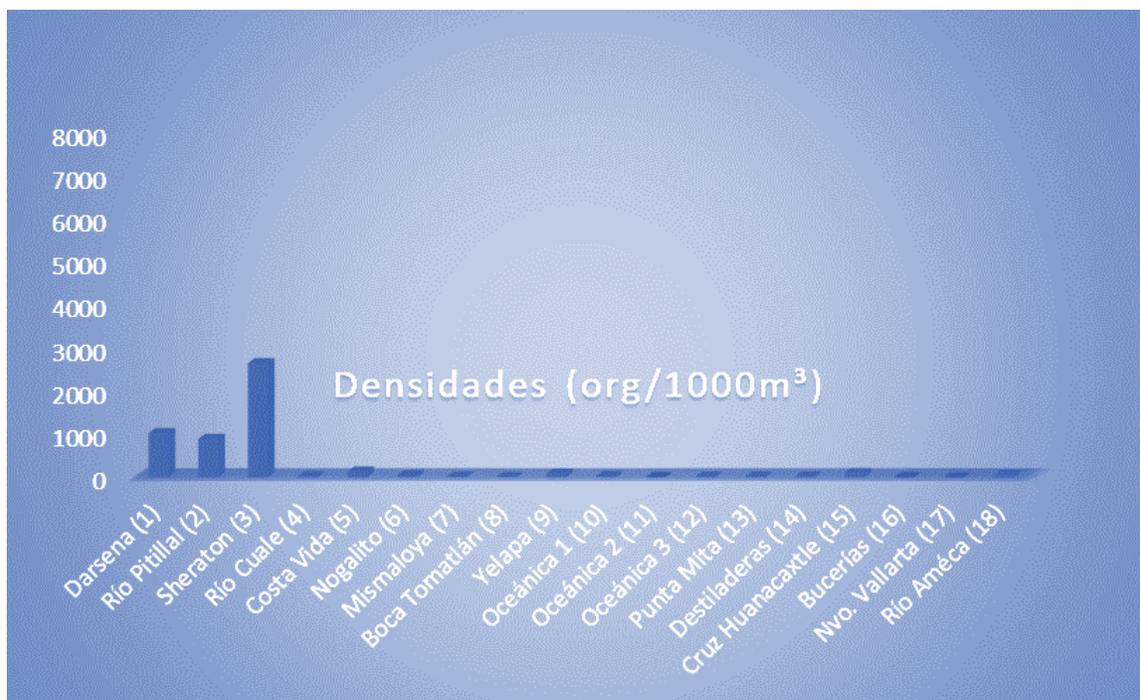


Figura 6. Densidad espacio temporal (invierno) de quetognatos en Bahía de Banderas en 2005.

De acuerdo a la prueba de Kruskal Wallis, mostró una diferencia significativa ($p= 0.0064$) entre las densidades temporales, en tanto que la prueba de Bonferroni nos indica que hubo diferencia significativa entre primavera y verano ($p=0.01$) y primavera con invierno ($p= 0.02$), dominando en ambos casos las densidades en primavera.

En lo que respecta a la variación temporal de la densidad de los quetognatos y su relación con la temperatura y la salinidad, se realizó un análisis de regresión lineal con promedios y sugiere que no existe una relación entre las variables, es decir son independientes, obteniendo una $p= 0.84982$ entre densidad-temperatura y un valor de $p= 0.94558$ densidad-salinidad. Sin, embargo se observó un incremento en las densidades (19,586.92 org./1000m³) con valores de temperatura de 30.44°C y salinidades de 31.1 ups; y un decremento en la temperatura (24.13°C), mientras que la salinidad aumentó hasta los 32.2 ups, al mismo tiempo que las densidades disminuyeron considerablemente en verano (9325.55 org./1000m³) continuando su decremento hasta invierno (5149.55 org./1000m³). Observando bajas densidades con bajas temperaturas y altas salinidades (Fig. 7A).

Asimismo, se pudo observar que la variación espacial de la temperatura es más estable en los primeros cuatro sitios de muestreo (27.0 a 27.6 °C), mientras que la salinidad es más variable (27.3 a 30.5 ups) y con bajas densidades (3394.11 hasta 686.44 org./1000 m³). Por otra parte, en el resto de los sitios de muestreo la temperatura se mantiene entre los 27.6 y 28.3°C, en tanto que la salinidad varió constantemente de 21 hasta 32.3 ups, con densidades por debajo de los 800 org./1000m³), para posteriormente presentar un incremento importante (5539.7 org./1000m³) en Bucerías (16) y posteriormente disminuyo drásticamente en Nuevo Vallarta

(17). Cabe señalar que en Costa Vida (5) se observó un pico con altas densidades (14148.01 org./1000m³), altas salinidades (31.5 ups) y temperaturas más estables (27.3 °C) (Fig.7 B). Tal parece que durante el verano y en ciertos puntos como Río Cuale y Costa Vida (4 y 5 respectivamente) se presento una asociación entre la densidad con el aumento en la salinidad y no así para la temperatura.

Categorías de la distribución y abundancia de quetognatos

La mayoría de las densidades registradas durante primavera, verano e invierno quedaron dentro de la categoría, "alta" (4000-39999) con un 40.42%, seguida la categoría escasa (1-39 org./1000m³) representando el 38.29% finalmente la categoría media (40-399 org./1000m³) representando el 21.27%.

En este caso primavera y verano fueron las estaciones con mayor registro en la distribución y abundancia. Cabe señalar que el 0.02% representó a la categoría de <1 (Figs.8-10).

Al relacionar los resultados de las tres estaciones del año se observó una densidad mayor en los sitios de muestreo que se localizan cerca de la costa este. En cambio, donde se obtuvo una densidad menor coincidió con los sitios de muestreo que se localizan en la zona oceánica, norte y sur de la bahía. Además, se observó un gradiente en la distribución y abundancia costa-océano.

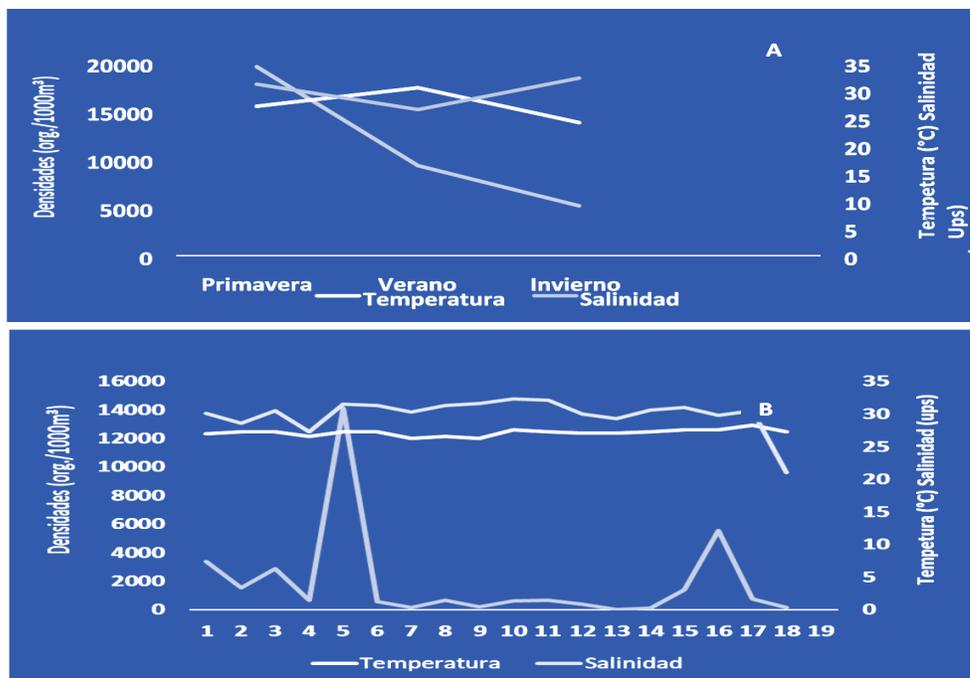


Figura 7. Variación espacio temporal (A y B) de las densidades de quetognatos, salinidad y temperatura en Bahía de Banderas en 2005.

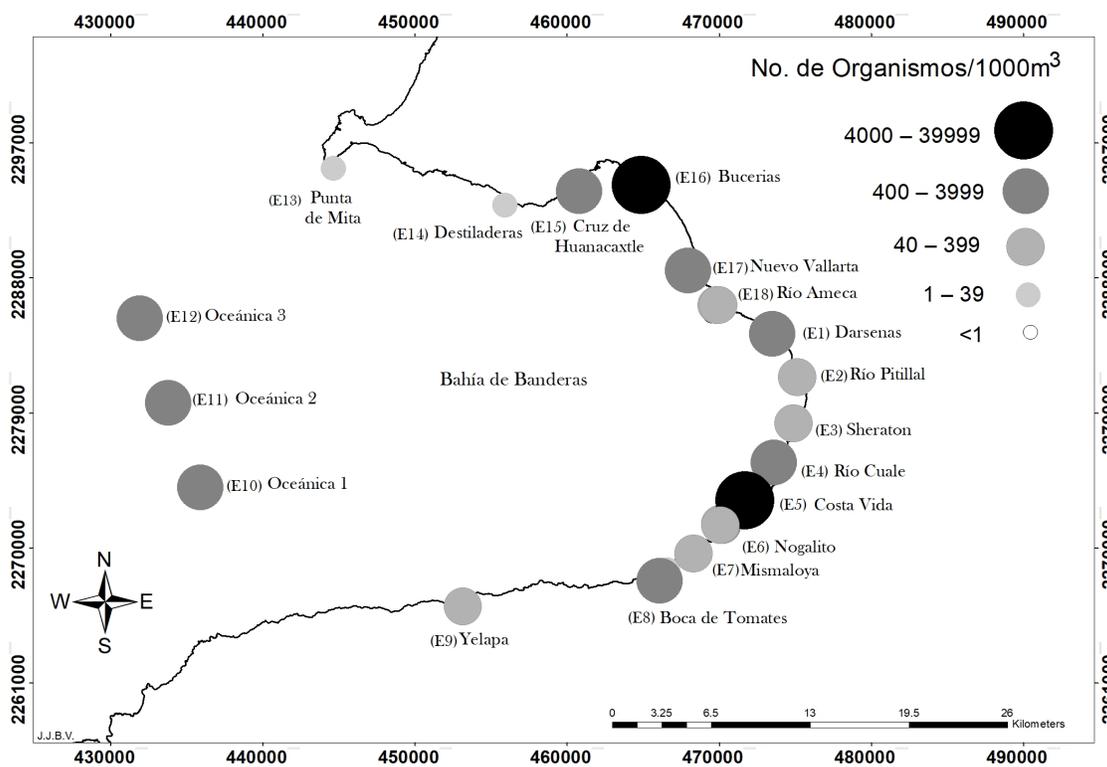


Figura 8. Distribución y abundancia (densidades) durante primavera en la Bahía de Banderas, 2005

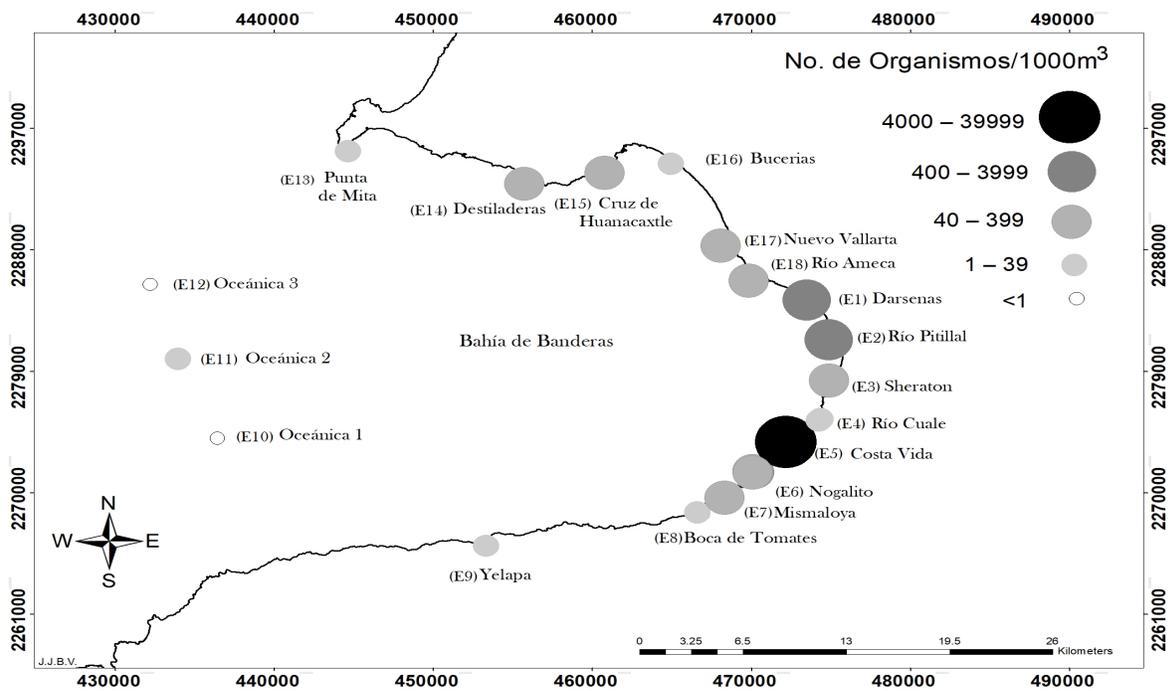


Figura 9. Distribución y abundancia (densidades) durante verano en la Bahía de Banderas, 2005.

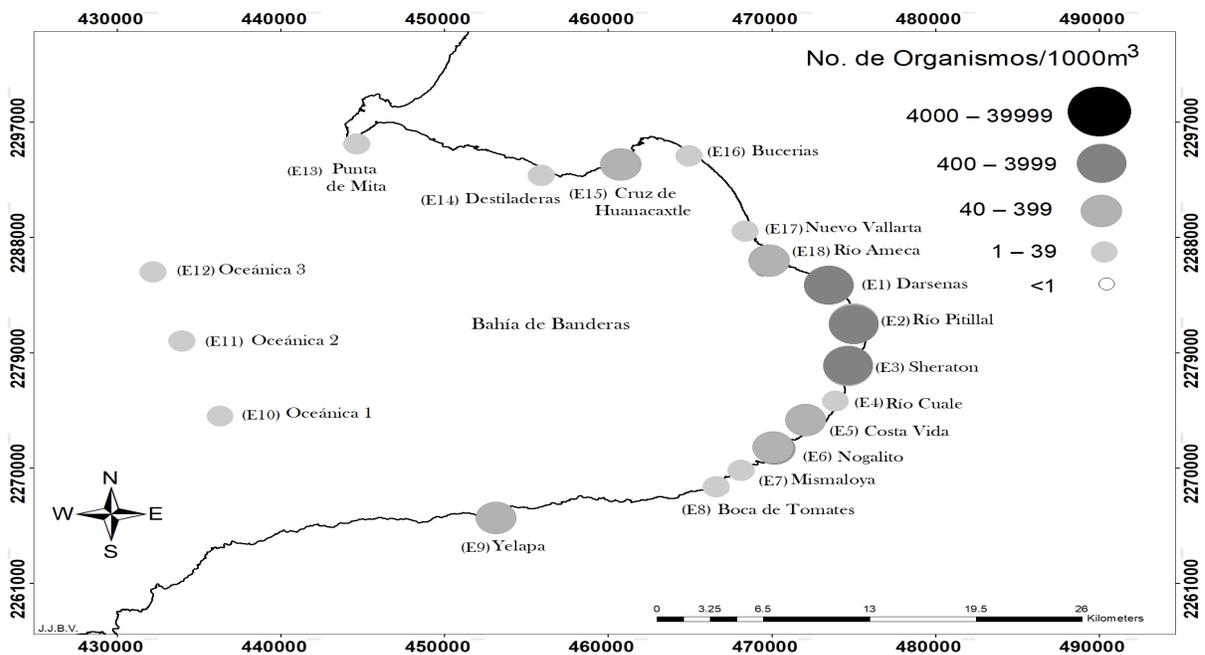


Figura 10. Distribución y abundancia (densidades) durante invierno en la Bahía de Banderas, 2005.

DISCUSIÓN

Algunos autores han reportado que el incremento de la biomasa zooplanctónica en algunas localidades de Jalisco y Colima se debe a la gran cantidad de nutrientes aportados por los ríos al interior de las bahías, con efectos favorables la mayor parte del año (Álvarez-Cadena *et al.*, 1984; Contreras Espinoza, 1993; Navarro-Rodríguez *et al.*, 200; Navarro Rodríguez *et al.*, 2015). Sin embargo, cabe destacar que en este periodo de estudio es lo contrario, es decir algunos sitios con desembocadura de ríos fueron los que reportaron menores densidades tal es el caso de río Améca con un promedio de la densidad de 59.95 org./1000 m³, reportándose el valor más bajo (57.93 org./1000 m³) en el periodo seco (primavera), seguido de río Cuale y Nogalito, no así para río Pitillal que fue el sitio que registró el valor más alto (con respecto a los anteriores) reportando la mayor densidad en invierno (892.54 org./1000 m³), posiblemente estas diferencias se puedan deber principalmente al patrón de circulación de la bahía, a las escasas lluvias cuyos aportes de nutrientes terrígenos fueron escasos, entre otros factores. Suárez-Morales (1994), indica que la distribución del zooplancton no es uniforme en un sistema costero, sino que existen elementos que confirman, que la distribución se establece en parches, de modo que en ciertos espacios donde las condiciones son adecuadas el zooplancton tiende a concentrarse, no así en las desfavorecidas. Por otro lado, Álvarez-Borrego (1988) señala que durante el desarrollo de las surgencias existe una importación de nutrientes hacia las bahías, sin embargo, Cardona *et al.*, (1990) indican que estos nutrientes no son utilizados sino hasta el periodo de debilitamiento de este proceso, lo que pudiera estar asociado a los resultados obtenidos, además cabe señalar que los sitios con los valores de densidades más elevados fueron Dársena (1) y principalmente Costa Vida (5), esto puede ser explicado con lo comentado anteriormente por lo diferentes

autores, ya que Dársena se encuentra cerca de río Pitilla y Costa Vida se localiza en medio del río Cuale y Nogalito favoreciendo a estos dos sitios de muestreo el aporte de los nutrientes y materia orgánica en suspensión como el resultado del transporte efectuado por los ríos a través de las desembocaduras de éstos (Álvarez-Cadena *et al.*, 1984; Contreras Espinoza, 1993; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2015 y González-Padilla *et al.*, 2017). Por otro lado, Thibault *et al.*, (1994) (en Sánchez-Ramírez, 1997) señala, que la acumulación mecánica de los nutrientes, es un ejemplo, de la circulación convergente frecuentemente asociada con los frentes costeros, los cuales pueden funcionar como barreras hidrográficas, a la vez que se observan cambios notables en la composición y abundancia de los individuos. Acal (1991) señala que frente a las costas de Jalisco se encuentra una zona de convergencia de dos corrientes superficiales de norte a sur, por lo que Jalisco (principalmente), Colima, Michoacán y parte de Guerrero, constituyen una región de interfase de dos sistemas oceánicos de alta productividad se encuentra una zona de convergencia de dos corrientes, esto pudiese explicar en cierta forma las altas densidades en los sitios y estaciones del año registrados en este trabajo.

En cuanto a la variación temporal de los quetognatos ésta evidenció que las densidades más altas se registraron en primavera, estación que corresponde a la época de secas, representando el 57.51 % de la densidad. Lo anterior, coincide con lo reportado por Álvarez-Cadena *et al.* (2008) quienes mencionaron en su estudio sobre la composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe Mexicano que las densidades más altas se registraron durante la época de secas. Estas altas densidades se pueden deber a una mayor productividad en el hábitat que se registra en este periodo del año. Esto mismo es señalado por Cantor-Atlatenco (1996).

Respecto a la variación espacial de las densidades de quetognatos los valores más altos se registraron en los sitios correspondientes a la costa este, en cambio donde se obtuvo una densidad menor coincidió con los sitios de muestreo que se localizan en la zona oceánica, norte y sur de la bahía. Lo cual se podría atribuir a especies de hábitos costeros, debido a que estas pueden presentar densidades elevadas, ya que pueden aprovechar las condiciones biológicas de las aguas costeras en zonas de surgencia (Pineda, 1974; Gili *et al.*, 1987; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2015, González-Padilla *et al.*, 2017). Por su parte, Gili *et al.*, (1987) y Palma (1994), señalan un gradiente muy marcado de densidades presentando una concentración de mayor a menor, es decir de la costa hacia los océanos abiertos, este patrón fue observado claramente en el presente trabajo ya que las menores densidades fueron registradas en los sitios oceánicos y principalmente en verano (lluvias) en tanto en periodos secos fueron más elevadas las concentraciones en los sitios costeros y principalmente en primavera.

LITERATURA CITADA

- Acal, D.E. (1991). Abundancia y diversidad de ictioplankton en el Pacífico Centro de México. *Ciencias Marinas* 7(1):25-50.
- Álvarez-Borrego, S. (1988). The El niño Effect on the phytoplankton of a north-western Baja California coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 27:109-115.
- Álvarez-Cadena, J.N., M.A. Aquino, F. Alonso, J.G. Millán y T. Torres. (1984). Composición y abundancia de las larvas de peces en el sistema lagunar Huizache-Caimanero. Parte I Agua Dulce 1978. Instituto de Ciencias de Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México 11(1): 163-180.
- Álvarez-Cadena, J. N., E. Suárez-Morales y J. A. McLelland. (1996). Observations on an isolated population of *Sagitta hispida* Conant (Chaetognatha) in a tropical lagoon system of northeast Yucatan (Mexico) 9 (3):197-204.
- 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), 37-48. Recuperado en 06 de febrero de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018888972008000400007&lng=es&tlng=es
- Alvariño, A. (1963). Quetognatos epiplanctónicos del Mar de Cortes. *Sociedad Mexicana de Historia Natural* .1 (24):97-202.
- Alvariño, A. (1985). Predation in the plankton realm: mainly with reference to fish larvae. *Investigaciones Marinas CICIMAR* 2 (1): 72-77.
- Boltovskoy, D. (1981). Atlas de zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Instituto Nacional de investigaciones y desarrollo Pesquero, Mar del Plata, Argentina.
- Bone, Q.H., A.C. Pierrot-Bults.(1991). The Biology of Chaetognaths. Oxford University. Press, Oxford.
- Cantor-Atlatenco F. (1996). Contribución al conocimiento del zooplancton, de la plataforma occidental de la Península de Yucatán. Tesis de literatura. Escuela de biología, Universidad Autónoma de Puebla.
- Cardona, C.C., R. Millann, J.R. Lara y J.E. Valdez. (1990). Variabilidad espacio temporal de la clorofila en una zona de surgencias frente a Baja California. *Ciencias Marinas* 16(2):53-65.
- Casanova, J.P., R.M. Barthélémy, M. Duvert y E. Faure. (2013). Chaetognaths feed primrily on dissolved and fine particulate organic matter, not on prey: Implication of marine food web. *Hipoteses in the Liffe Sciences*. (2):20-29.

- Contreras Espinoza, F. (1993). Ecosistemas Costeros Mexicanos. CONABIO y Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. 1-412 p.
- Cota Meza, M.S., M.A. Fernández Álamo, J.N. Álvarez Cadena y E. González Rodríguez. (2012). Variación mensual de los estudios gonádicos de *Sagitta euneritica* (Chaetognatha) en el complejo lagunar, Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. *Hidrobiológicas*. 22(3):377-387.
- Cupul-Magaña, F.G. (1998). ¿Quién es la Bahía de Banderas? *Divulgare* 21:48-52.
- Cupul-Magaña, F.G. (1999). La laguna El Quelele, Nayarit, México, como hábitat de aves acuáticas. *Ciencia y Mar* 3(8):21-28.
- Cupul-Magaña, F.G. (2000). Notas sobre la avifauna acuática de las islas y los humedales costeros de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit, México. *Mexicoa*, 2(1):85-92.
- Esteves F.A., A Caliman, J.M. Santangelo, R.D. Guariento, V.F. Farjalla y R.L. Bozelli. (2008). Neotropical coastal lagoons: An appraisal of their biodiversity, functioning, threats and conservation management. *Brazilian Journal of Biology* 68(4): 967-981.
- Fernández Álamo, M.A. 2000. Sifonóforos, medusas, poliquetos y quetognatos pelágicos de Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit. Informe Final del Proyecto S147.CONABIO.
- Gili, J.M., F. Pages y T. Riera. (1987). Distribución de las especies más frecuentes de sifonóforos calicóforos en la zona norte del Mediterráneo occidental. *Invest. Pesq.*, Barcelona, 51 (3): 323-338.
- García, E. 1973. Modificaciones del Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlas a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, 2ª ed, 246 pp.
- Gómez-Aguirre, S. (1988). Comunidades planctónicas representativas de estuarios y lagunas costeras del Noroeste de México (105-110 W y 22-27 N), en los años de 1968 a 1973 (tesis de doctorado) México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jiménez, P.L.C. y J. R. Lara. (1990). Distribución de biomasa y estructura de la comunidad del zooplancton en el estero de Punta Banda. *Ciencia y Mar* 16 (1): 35-48.
- González-Padilla, J. A., M.C. Navarro-Rodríguez, L.F. González-Guevara y R. Flors Vargas. (2017). Variación espacio-temporal de los quetognatos de Bahía de Banderas durante un ciclo anual. *Acta Pesquera* 3(6):21-33.
- Mar Castellanos, M. (2004). Variación espacio temporal de la distribución y abundancia de quetognatos en la laguna Del Quelele, Nayarit, México. (primavera -invierno 2001). Tesis Profesional. Instituto tecnológico del Mar No.6. Bahía de Banderas, Nayarit.
- McLelland, J. A. y H. M. Perry. (1989). Records of deep-water chaetognaths from the northern Gulf of Mexico. *Gulf Research Reports* 8(2): 181-187.
- Navarro-Rodríguez, M.C., S. Hernández-Vázquez, R. Funes-Rodríguez y R. Flores-Vargas (2001). Distribución y abundancia de larvas de peces de las familias Haemulidae, Sciaenidae y Carangidae de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro de Invest. Biol.* 35(1):1-24.
- Navarro-Rodríguez, M.C., M.E. González-Ruelas, L.F. González-Guevara y R. Flores-Vargas. (2002). Quetognatos. *Instituto de Astronomía y Meteorología*. 16: 13-17.
- Navarro-Rodríguez, M.C., R. Flores-Vargas y M.E. González-Ruelas. (2002). Variabilidad espacio-temporal de la biomasa zooplánctónica y la estructura termohalina en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro Invest. Biol.* 36 (3):217-374.

- Navarro-Rodríguez, M.C., R. Flores-Vargas y L. F. González-Guevara. (2015). Variación estacional de los principales grupos zooplanctónicos del área natural protegida estero El Salado, Jalisco, México. *Bio Ciencias*. 3(2): 103-115.
- Oresland, V. (2000). Diel feeding of the chaetognath *Sagitta enflata* in the Zanzibar Channel, western Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series* 193: 117-123.
- Palma, S. (1994). Distribución del macroplankton gelatinoso en un área de desove de peces frente a la costa central de Chile (32°-33° S). *Biología Marina y Oceanografía* 29:23-45.
- Palomares, R., E. Suárez-Morales y S. Hernández-Trujillo. (1998). Catálogo de los copépodos (Crustacea) pelágicos del Pacífico Mexicano. ECOSUR 1a edición. México: Editorial Regina de los Ángeles S.A. de C.V. 352.
- Pineda, F. (1974). Seasonal distribution of the Chaetognaths in the Bight of Panama. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente*, 18 (1-2): 65:88.
- Plascencia-Palomera V. (2010). Estructura de la comunidad de chaetognatos (Chaetognatha) y su respuesta a las variaciones hidrológicas en la costa de Jalisco y Colima. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara. Autlán de Navarro, Jalisco.
- Raymont, J. E. G. (1983). Plankton and productivity in the oceans. Vol. II, Seg. Pp 824 Ed. Pergamon Press., USA.
- Revé, M. R. (1996). Observation of the biology of a chaetognath. Pp 613-630. En some contemporary studies in marine Science. Barnes Edt.
- Sánchez-Ramírez, M. (1997). Alimentación, crecimiento y mortalidad de larvas de *Chloroscombrus chrysurus* (orqueta) (Pisces:Carangidae), en el sur del Golfo de México. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. UNAM, México D.F. 85p.
- Smith, P.E. y Richardson, S.L. (1977). Técnicas modelo para prospecciones de huevos de larvas de peces pelágicos Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura No.175, 101.
- Stuart, V. y H. M. Verheye. (1991). Diel Migration and feeding patterns of the chaetognath, *Sagitta friderici*, of the west coast of South Africa. *Journal of Marine Research* 49: 493-515.
- Suárez-Morales, E. (1994). Comunidades zooplanctónicas de las lagunas costeras. En: de la Lanza Espino G. y Cáceres Martínez C. comp. *Lagunas costeras y el litoral mexicano*. Baja California Sur.

