

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

SPACE-TEMPORARY VARIATION OF THE DENSITIES OF ICTIOPLANKTON SPECIES AND THEIR RELATIONSHIP WITH TEMPERATURE AND SALINITY IN BAHÍA DE BANDERAS, MEXICO.

Cristian Eduardo Torres-Barajas, María del Carmen Navarro-Rodríguez, Liza Kelly-Gutiérrez y Ramiro Flores-Vargas
Centro de Investigaciones en Recursos Naturales (CIRENA), Centro Universitario de la Costa, Universidad de Guadalajara.

Recibido: 02 de diciembre de 2021

Aceptado: 20 de diciembre de 2021

RESUMEN

El presente estudio analiza la variación espacio temporal de las densidades de las especies ictioplanctónicas y su relación con la temperatura y la 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 1000 m³. De las 182 muestras ictioplanctónicas analizadas, la densidad total en primavera fue de 854.65 org/1000m³ (54.43%), en verano fue de 213.72 org/1000m³ (13.61%), en tanto que, en invierno fue de 501.59 org/1000m³ (31.94%). Se lograron identificar 13 familias, 4 géneros y 32 especies de primavera a invierno. Las familias más representativas fueron Bathymasteridae, Gobiidae y Bregmacerotidae, el género y las especies más representativas fueron *Eucinostomus* sp y *Engraulis mordax*, *Seriola lalandi* y *Sardinops sagax* (respectivamente). Las mayores densidades registradas en espacio y tiempo fue en primavera Costa vida (5) y Río Améca (18), en verano Darsena (1) y Río Cuale (4), e invierno Sheraton (3) y Río Pitillal (2). Con respecto a la regresión lineal mostró que no existe una

diferencia significativa entre la densidad con la temperatura, ($p=0.45$) y con la salinidad ($p=0.38$). El análisis de Cluster mostró similitudes entre los sitios (16) que presentaron las densidades más bajas (85.26%) y las más altas Costa Vida y Río Améca (69.93%), Río Cuale (100%) y Río Pitillal y Sheraton (68.78%). Por otro lado, la mayoría de los valores de las densidades fueron registradas en la categoría “escasa” (0-99), y categoría “media” (100-199). Costa Vida, Río Améca y Darsena fueron los sitios 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: Ictioplancton, densidades y especies, temperatura, salinidad, Jalisco, Nayarit.

ABSTRACT

The present study analyzes the spatio-temporal variation of the densities of ichthyoplanktonic species and its relationship with temperature and salinity in Bahía de Banderas during an annual cycle. A total of 54 samples were obtained of zooplanktonic, semicircular and diurnal trawls. Values of abundance were normalized to 1000 m³. Of the 182 ichthyoplankton samples analyzed, the total density in spring was 854.65 org / 1000m³ (54.43%). in summer it was 213.72 org / 1000m³ (13.61%), while in winter it was 501.59 org / 1000m³ (31.94%). 13 families, 4 genera and 32 species were identified from spring to winter. The most representative families were Bathymasteridae, Gobiidae and Bregmacerotidae, the genus and the most representative species were *Eucinostomus* sp and *Engraulis mordax*, *Seriola lalandi* and *Sardinops sagax* (respectively). The highest densities recorded in space and time were in spring Costa Vida (5) and Río Améca (18), in summer Darsena (1) and Río Cuale (4), and winter Sheraton (3) and Río Pitillal (2). Regarding linear regression, it showed that there is no significant difference between density with temperature, ($p = 0.45$) and with salinity ($p = 0.38$). The Clúster analysis showed similarities between the sites (16) that presented the lowest densities (85.26%) and

the highest Costa Vida and Río Améca (69.93%), Río Cuale (100%) and Río Pitillal and Sheraton (68.78%). On the other hand, most of the density values were registered in the “scarce” category (0-99), and the “medium” category (100-199). Costa Vida, Río Améca and Darsena were the most representative sites. The highest densities were present in the sites located near the east coast and the lowest densities in the north and south oceanic zone of the bay, in addition to presenting a coast-ocean distribution gradient.

Key words: Ichthyoplankton, densities and species, temperature, salinity, Jalisco, Nayarit.

INTRODUCCIÓN

El ictioplancton es uno de los componentes más importantes dentro de las comunidades planctónicas, debido a que presenta la mayor relevancia en términos de potencialidad pesquera. En la biología pesquera, se estima la talla de un stock reproductor a partir del número de huevos o larvas producidos, lo que conlleva a conocer la cantidad de nuevos organismos que se integran a las poblaciones de peces adultos (Navarro-Rodríguez *et al.*, 2011). Así como determinar las relaciones tróficas de las poblaciones adultas en desove. En el país, las evaluaciones de los estudios larvarios de peces son necesarios e importantes para la estimación del potencial comercial de los recursos pesqueros susceptibles de ser explotados y establecer las medidas para su aprovechamiento sustentable (Navarro-Rodríguez *et al.*, 2006; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2018).

A pesar de su importancia en la alimentación de algunos grupos faunísticos relevantes y de manera general en los sistemas marinos, son pocos los trabajos realizados que identifican especies en fases larvarias (Navarro-Rodríguez, *et al.*, 2015). Esta fase del ciclo de vida es una de las etapas más complicadas para su correcta identificación taxonómica, pues las larvas cambian constantemente y conforme a que su desarrollo avanza se sucede cambios morfológicos anatómicos estructurales y de comportamiento (Álvarez-Cadena *et al.*, 2007).

Los estudios que existen referente al ictioplancton

en el Pacífico mexicano se refieren en su mayoría, al Golfo de California y a la costa occidental de la Península de Baja California (Blakcbum, 1966; Castro-Barrera, 1975; Amezcua Linares 1985; Funes *et al.*, 1991; Aceves *et al.*, 1992; Acal *et al.*, 1994; Aguilar-Palomino *et al.*, 1995; Fischer *et al.*, 1995; Funes-Rodríguez *et al.*, 1995; Funes *et al.*, 1998; Franco-Gordon *et al.*, 1999).

En lo que respecta a las investigaciones en el Pacífico centro, se tiene conocimiento de los trabajos de Ahlstrom, 1971 y 1972; Acal, 1991; González-Armas *et al.*, 1993; Acal y Corro Espinoza, 1994; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2001; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2006; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2018. En términos generales, el ictioplancton constituye un elemento primordial para comprender la biología, ecología y patrones de distribución de las especies de peces en su estado adulto, además de ser un elemento esencial en los procesos de flujo de energía y estabilidad de los ecosistemas acuáticos (Köster *et al.*, 2001; Frederiksen *et al.*, 2006; Montagnes *et al.*, 2010; Zhou *et al.*, 2011). En el área de estudio se hace evidente la falta de estudios en comunidades ícticas que aborden las primeras fases de vida y los pocos que se han realizado sólo se centran de manera general en grandes grupos filogenéticos (Navarro-Torres, 1995; Franco-Gordo *et al.* 1999; Navarro-Rodríguez *et al.* 2006).

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

Variación espacio–temporal de las densidades de especies ictioplanctónicas

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).

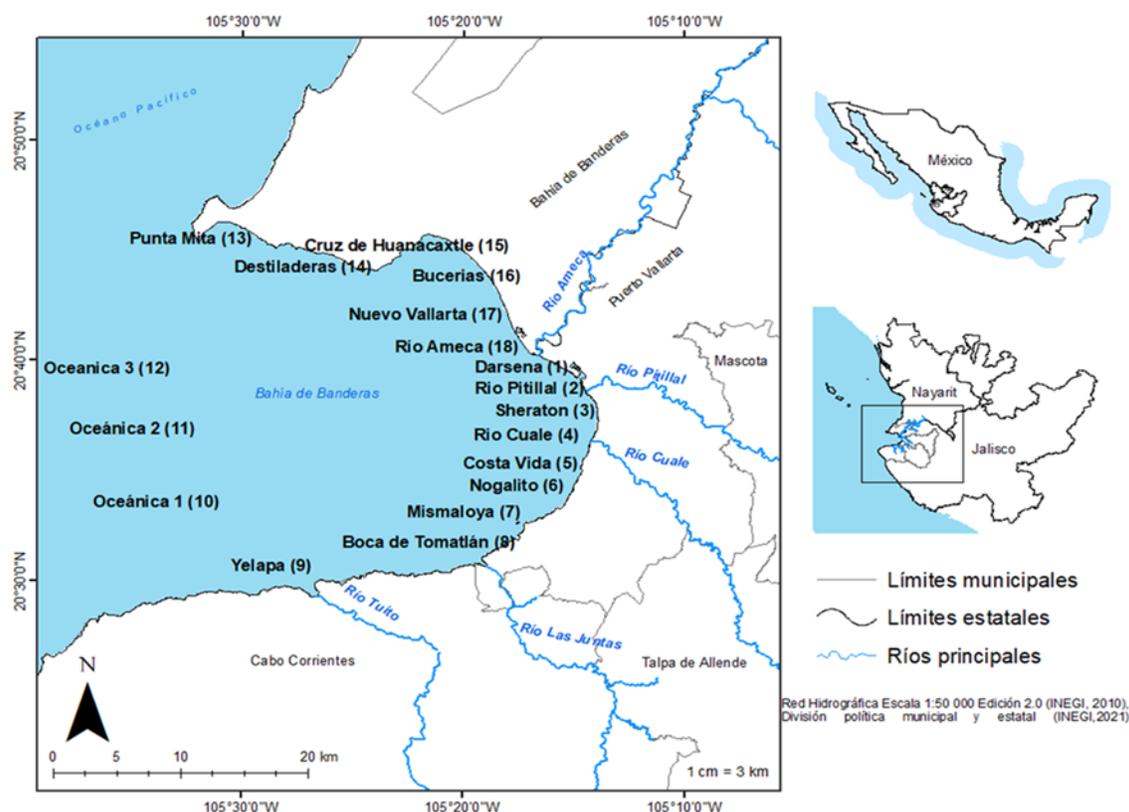


Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo en la Bahía de Banderas.

Trabajo en 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. 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 en laboratorio

Las larvas de peces fueron contadas 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%.

Se llevaron a cabo las identificaciones hasta el nivel de especie cuando es posible. Las principales fuentes bibliográficas utilizadas fueron: Sumida *et al.*, (1985); Moser *et al.*, (1993); Moser *et al.*, (1994); Moser *et al.*, (1996); Watson (1996); Leis y Carsons-Ewart (2000). Los organismos se contabilizaron y

estandarizaron a un volumen de 1000 m³ 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, m³

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

$\pi = 3,1416$

r^2 = 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. Determinando cuatro categorías, **escasa** (0-99 org./1000m³), **media** (100-199 org./1000 m³), **alta** (200-299 org./1000m³) y **muy alta** (300-399 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 integrales en el que se consideró la variación espacio temporal de las densidades del ictioplancton y su relación con la temperatura y salinidad, por lo que se utilizó el Análisis de Regresión Lineal, el Análisis de Conglomerados/ Cluster mediante el programa Minitab.

RESULTADOS

Variación espacio-temporal de la densidad de las especies del ictioplancton

De un total de 1, 216 larvas de peces obtenidas en primavera (639), verano (180) e invierno (397), se realizaron las identificaciones obteniendo 13 familias, 4 géneros, y 32 especies. Las familias más representativas fueron Bathymasteridae, Gobiidae y Bregmacerotidae, el género y las especies más representativas fueron *Eucinostomus* sp y *Engraulis mordax*, *Seriola lalandi* y *Sardinops sagax* (respectivamente).

Una vez normalizadas las densidades ictioplanctónicas (1,570.15 org./1000m³) se obtuvieron en primavera densidades de 854.65 org./1000m³, seguido de invierno con 501.77 org./1000m³ y finalmente verano con 213.73 org./1000m³ (Fig. 2), *Eucinostomus sp* y *Engraulis mordax*, representaron el 76.04% del total de los organismos identificados, mientras que, el resto de las especies representaron el 23.95%

Por su parte, los sitios de muestreo que presentaron los mayores aportes de densidades en primavera fueron, CostaVida con 362.63 org./1000m³ y Río Ameca con 263.94 org./1000m³, siendo *Eucinostomus sp.*, el más representativo en ambos sitios (256.43 org./1000m³ y 250.78 org./1000m³, respectivamente), en tanto que, los valores más bajos se reflejaron en Punta mita y Yelapa con 0.31 org./1000m³ y 0.91 org./1000m³ respectivamente (Fig. 3).

Para la temporada de lluvias (verano), los sitios que presentaron mayores densidades fueron Dar-sena con 90.70 org./1000m³, siendo Bregmacero-

tidae la más representativa (50.05 org./1000m³) y Río Cuale con 78.58 org./1000m³, siendo *Engraulis mordax* la especie más frecuente (77.05 org./1000m³), mientras que las de menor densidad se presentaron en Oceánica 1 con 0.37 org./1000m³, Punta Mita con 0.52 org./1000m³, Oceánica 3 con 0.70 org./1000m³ y Boca Tomatlán con 0.76 org./1000m³. Cabe mencionar que siete sitios de muestreo (Costa Vida, Mismaloya, Yelapa, Destiladora, Cruz de Huanacastle, Bucerías y Nuevo. Vallarta) no presentaron larvas de peces (Fig. 3)

En invierno (época fría) las densidades más altas se presentaron en Sheraton (167.82 org./1000m³) y Río Pitillal (103.41 org./1000m³), siendo de nueva cuenta *Eucinostomus sp.* la más representativa (128.75 org./1000m³ y 93.42 org./1000m³, respectivamente) mientras que, los valores más bajos se reflejaron en Oceánica 2 con 0.33 org./1000m³, Nuevo Vallarta con 1.05 org./1000m³, Oceánica 3 con 1.06 org./1000m³ y por último Punta Mita con 1.87 org./1000m³, asimismo, cabe señalar que Oceánica 1 y Bucerías, no registraron valor alguno (Fig.3).

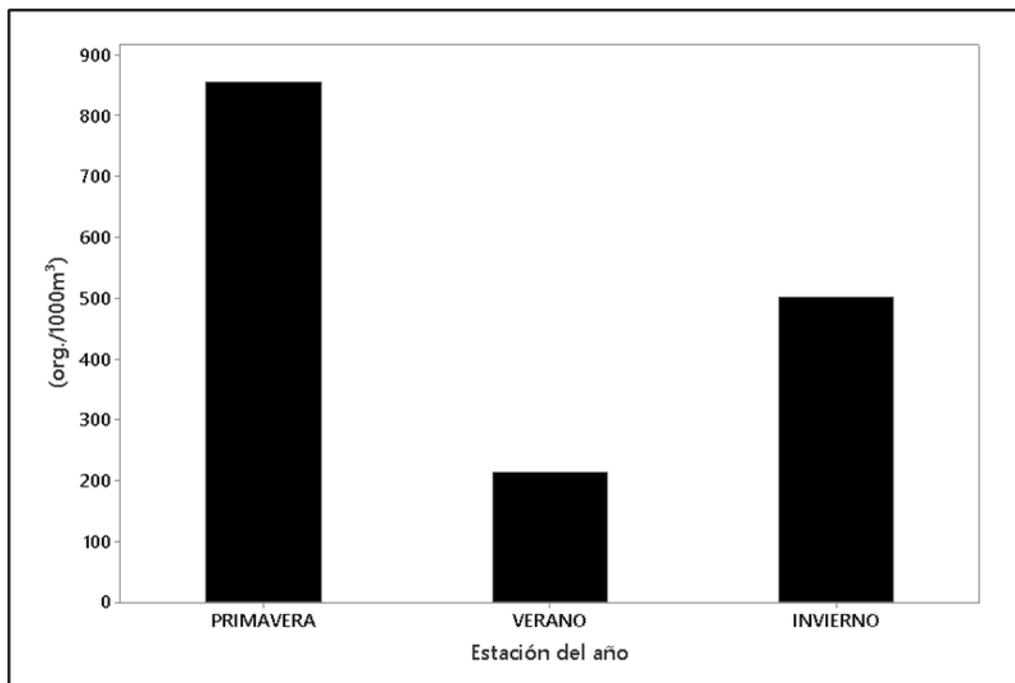


Figura 2. Densidad estacional de larvas de peces en Bahía de Banderas durante 2005

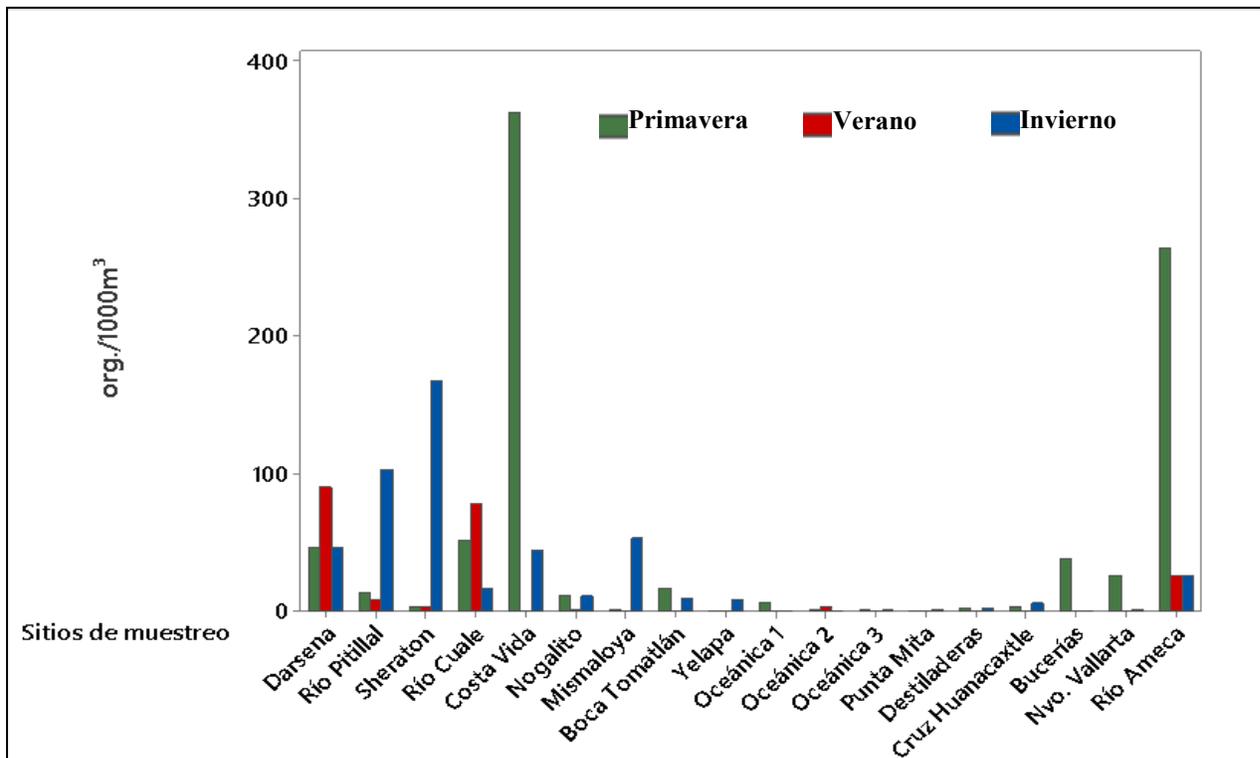


Figura 3. Densidad larval espacio-temporal de los sitios de muestreo en Bahía de Banderas durante 2005.

Categorías de la distribución y abundancia del ictioplancton.

La mayoría de las densidades registradas de cada sitio de muestreo en el ciclo anual se ubicaron dentro de la categoría, **escasa** (0-99 org./1000m³) representando el 92.59% , las tres categorías restantes representaron el 7.5%.

De acuerdo con los resultados de las tres estaciones del año se observó que, en primavera las especies *Eucinostomus sp.* (presentándose en 11 sitios de muestreo) y *Engraulis mordax* (registrado en 8 sitios), obtuvieron los valores más altos de la densidad (570.1 y 175.77 org./1000 m³ ,respectivamente). Mientras que las especies que reflejaron niveles bajos de densidad fueron, *Oligoplites saurus inornatus* (0.25 org./1000 m³), *Elegatis bipinnulada* (0.3 org./1000 m³), *Chloroscombrus orqueta* (0.35 org./1000 m³), la Familia Mullidae (0.74 org./1000 m³), *Hyporhamphus rosae* y *Chaeto-*

dipterus zonatus (0.78 org./1000 m³), y las familias Osmeridae, Dactyloscopidae y Labrisomidae (0.83 org./1000 m³) (Fig. 4).

Para verano las especies con valores altos de densidad fueron *Engraulis mordax* con 111.18 org./1000 m³ (registrándose en 5 de los 18 sitios de muestreo) y Bregmacerotidae con 50.05org./1000 m³ (con registro único en Darsena), cabe mencionar que la especie *Eucinostomus sp.*, fue la más recurrente, con registros en 7 de los 18 sitios. Las especies de menor densidad fueron *Lutjanus guttatus* con 0.35 org./1000 m³, *Eusydogobius newberryi* y *Chaetodipterus zonatus* con 0.33 org./1000 m³ , finalmente *Caranx caballus* con 0.25 org./1000 m³ (Fig. 5).

Variación espacio–temporal de las densidades de especies ictioplanctónicas

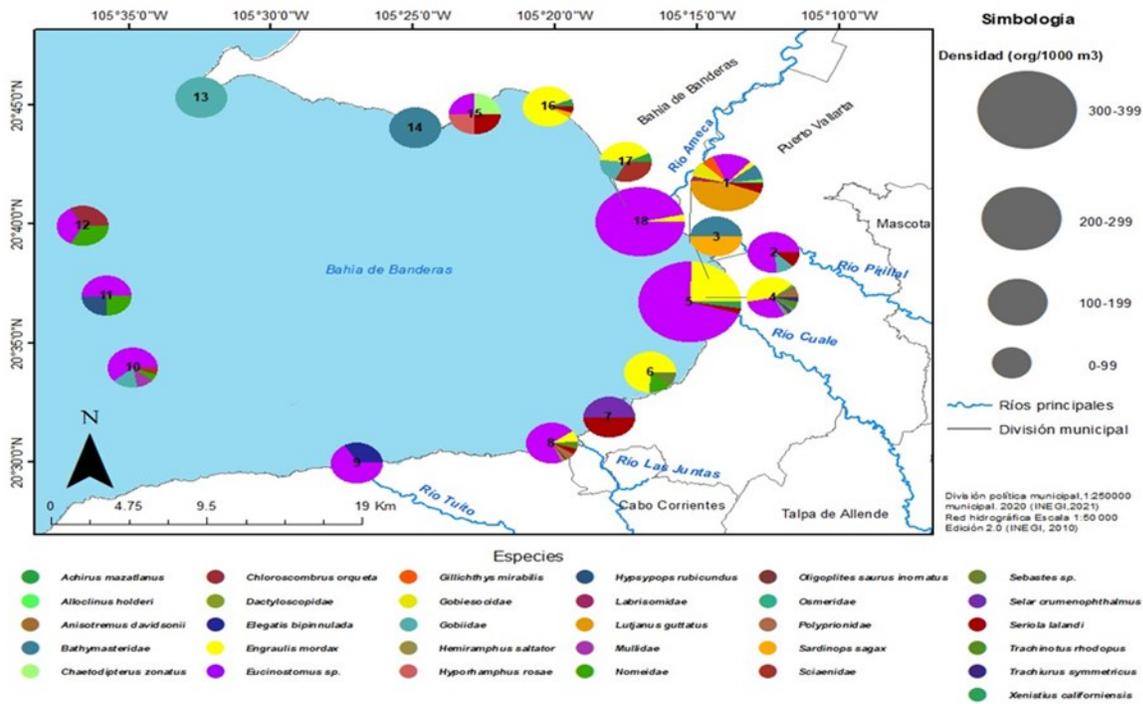


Figura 4. Distribución y abundancias del ictioplancton durante primavera de 2005 en Bahía de Banderas.

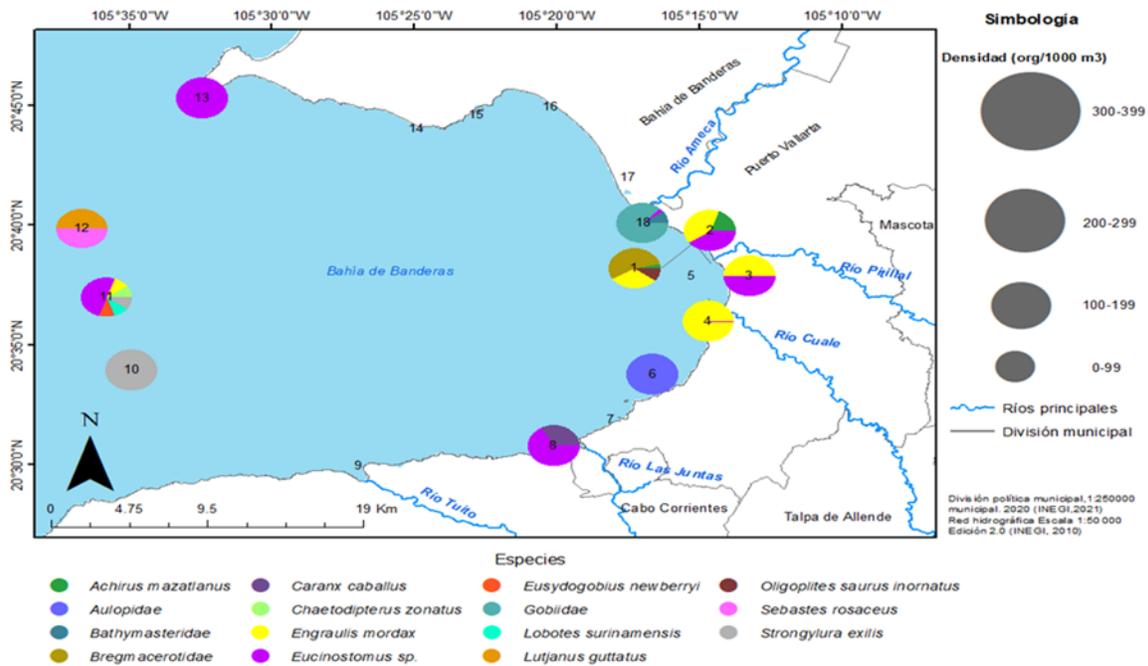


Figura 5. Distribución y abundancias del ictioplancton durante verano de 2005 en Bahía de Banderas.

Finalmente, en invierno, los valores más altos de la densidad fueron registrados para *Eucinostomus sp.*, (con registros en 13 de los 18 sitios de muestreo) y la familia Bathymasteridae (registrada en 9 sitios) con 273.01 y 64.03 org./1000 m³ respectivamente. Por otra parte, los valores de densidad ba-

jos, estuvieron representados por *Caranx caballus*, *Cubiceps pauciradiatus* y la familia Haemulidae con 0.3 org./1000 m³, por otro lado, la familia Mullidae y la especie *Gillichthys mirabilis* presentaron valores de 0.63 org./1000 m³ (Fig. 6).

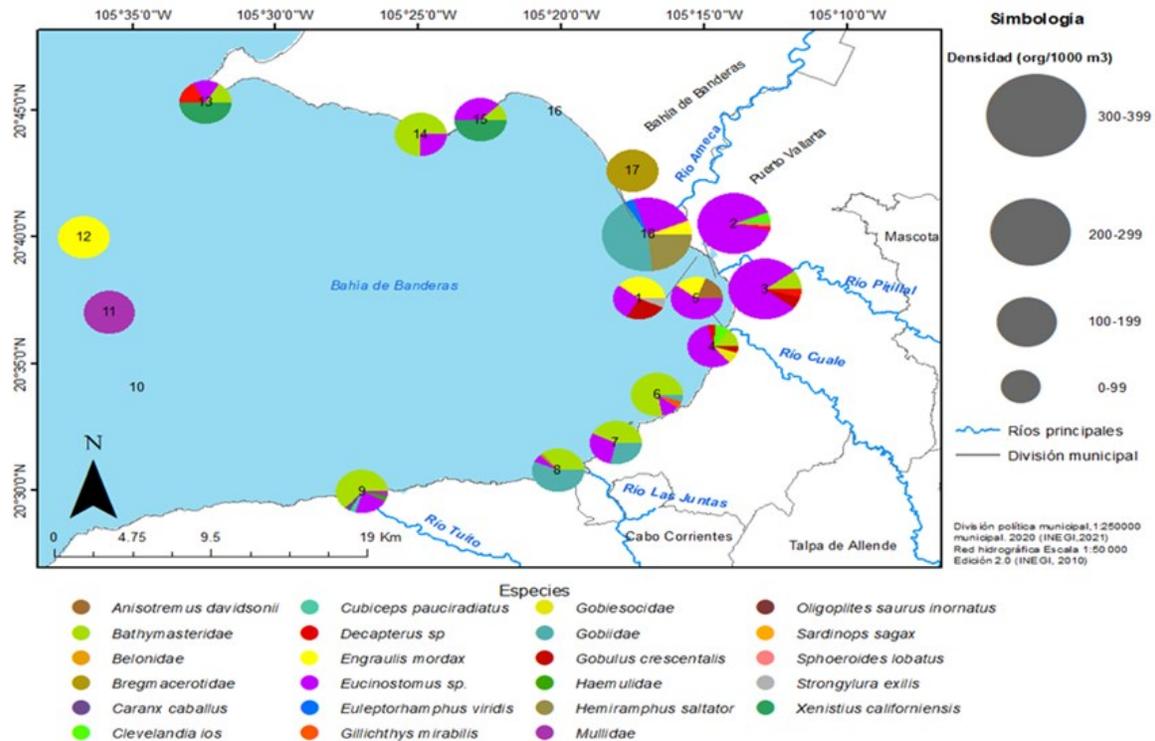


Figura 6. Distribución y abundancias del ictioplancton durante invierno de 2005 en Bahía de Banderas.

Cabe señalar, que en primavera se registraron 5 familias, 1 género y 8 especies que no estuvieron presentes en verano e invierno. Asimismo, en verano se registraron 1 familia y 4 especies, mientras que, en invierno se registraron 3 familias, 1 género y 5 especies, representando el 58.3% del total de los organismos. En la tabla 1 se muestra el listado de dichos organismos considerados como "raros". El ordenamiento sistemático se realizó de acuerdo con Nelson (1994 y 2006).

En lo que respecta a la variación espacio-temporal de la densidad del ictioplancton y su relación con

la temperatura y la salinidad, el análisis de regresión lineal, mostró que no hubo diferencia significativa ($p=0.45$) entre la densidad-temperatura y la densidad-salinidad ($p=0.38$), esto mismo fue observado con la densidad-sitio de muestreo ($p=0.30$) y densidad- estación del año ($p=0.19$). Cabe destacar, que en verano se observó una disminución en la densidad y riqueza de especies, presentando los valores más altos de temperatura promedio (28.32°C) y salinidad promedio (34.70 ups) (Tabla 2).

Variación espacio–temporal de las densidades de especies ictioplanctónicas

Tabla 1. Listado de larvas de peces “raras” en Bahía de Banderas durante las estaciones del año de 2005.

PRIMAVERA	VERANO	INVIERNO
Osmeridae (familia) <i>Hyporhamphus rosae</i> (Jordan & Gilbert, 1880) <i>Hypsypops rubicundus</i> (Girard, 1854) <i>Chloroscombrus orqueta</i> (Jordan & Gilbert). Dactyloscopidae (familia) <i>Elegatis bipinnulata</i> (Quoy & Gaimard, 1825) Polyprionidae (familia) <i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch 1793) <i>Seriola lalandi</i> (Cuvier & Valenciennes, 1833) <i>Trachurus symmetricus</i> (Ayres 1855) Sciaenidae (familia) <i>Roncador sp.</i> <i>Alloclinus holderi</i> (Lauderbach, 1907) Labrisomidae (familia).	Aulopidae (familia) <i>Sebastes rosaceus</i> (Girard 1854) <i>Lutjanus guttatus</i> (Steindachner, 1869) <i>Eucyclogobius newberryi</i> (Girard 1856) <i>Lobotes surinamensis</i> (Bloch 1790)	Belonidae (familia) <i>Euleptorhamphus viridis</i> (van Hasselt, 1823) Gobiesocidae (familia) <i>Decapterus sp.</i> Haemulidae (familia) <i>Clevelandia ios</i> (Jordan & Gilbert 1882) <i>Gobulus crescentalis</i> (Gilbert 1892) <i>Cubiceps pauciradiatus</i> (Günther, 1872) <i>Sphoeroides lobatus</i> (Steindachner 1870)

Tabla 2. Análisis de varianza de las variables, temperatura, salinidad, sitios de muestreo y estación del año.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Regresión	21	41.6822	1.9849	1.13	0.36
T	1	0.9890	0.9890	0.56	0.45
S	1	1.3494	1.3494	0.77	0.38
Sitio muestreo	17	36.3742	2.1397	1.22	0.30
Estación del año	2	6.1295	3.0648	1.75	0.19
Error	32	56.1710	1.7553		
Total	53	97.8532			

El análisis de conglomerados (densidades) en las tres estaciones del año (primavera, verano e invierno) señala las similitudes entre los 18 sitios de muestreo. Se crearon dendogramas usando una partición final de cinco conglomerados.

En primavera se observan dos grandes grupos con 0 % de similitud entre ellos, el primer grupo lo conforman los sitios Costa Vida y Río Ameca con el 69.93 % de similitud, cabe mencionar que estos sitios presentaron las densidades más altas (362.53 y 263.94 org./1000 m³ respectivamente), siendo *Eucinostomus sp.* la especie de mayor abundancia

con 507.21 org./1000 m³. Mientras que el segundo grupo lo conforman los 16 sitios restantes, teniendo una similitud del 85.26 %, nuevamente, *Eucinostomus sp.* fue la especie más abundante (48.27 org./1000m³). Este segundo grupo se caracteriza por presentar dos subgrupos a la vez, el primer subgrupo lo conforman los sitios de muestreo que se ubican en la parte central de la costa y el segundo incluye a los sitios de la zona sur, este (zona oceánica) y norte de la bahía (Fig. 7).

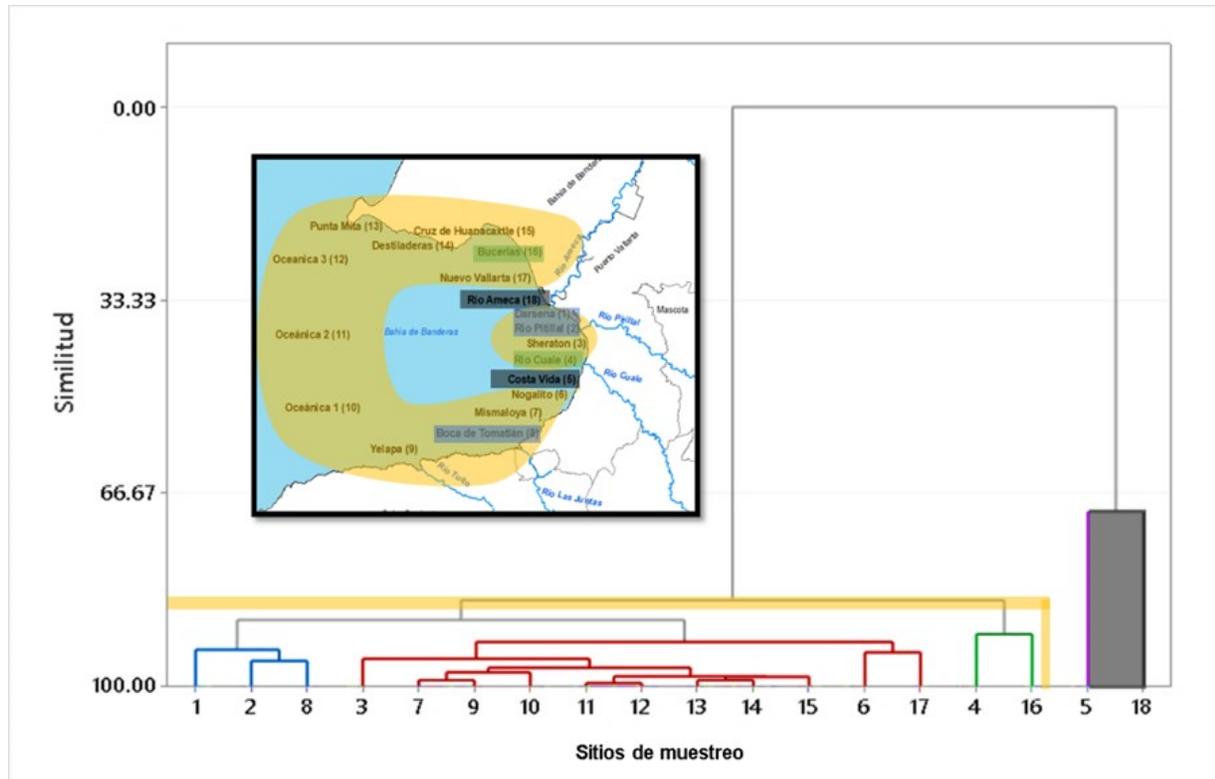


Figura 7. Dendrograma de similitud entre los sitios de muestreo, durante primavera de 2005, en Bahía de Banderas.

En cuanto a verano, refleja un patrón similar al de primavera, puesto que, el sitio de muestreo Río Cuale (4) se diferencia del resto de los sitios de muestreo (0 % de similitud), *Engraulis mordax* es la especie que reporta el valor más alto de la densidad ictioplanctónica (77.75 org./1000 m³). Por otro lado, el grupo que presentó mayor similitud entre los sitios (color amarillo) estuvo conformado por 15 de ellos, los cuales estuvieron distribuidos en toda el área de estudio y formando dos subgrupos, el primer subgrupo abarca 8 sitios de muestreo, los que se conforman por aquellos que se encuentran en la región central de la bahía con la influencia de las desembocaduras de los ríos (88.08 % de similitud), y el segundo subgrupo que incluye los 7 sitios restantes y que agrupa el área oceánica y la zona norte de la bahía (90% de similitud), con densidades ictioplanctónicas considerablemente bajas (Fig. 8).

En invierno el grupo (color negro) que incluye a los sitios Río Pitillal y Sheraton se separan del

resto de sitios de muestreo (0 % de similitud), presentando los valores de densidades más altos (103.41 org./100m³ y 167.82 org./1000 m³ respectivamente), *Eucinostomus sp.*, es la especie con el valor más alto de la densidad para ambos sitios (93.42 org./1000 m³ y 128.75 org./1000 m³ respectivamente), ambos sitios presentan el 68.78 % de similitud. El grupo que incluye los 14 sitios de muestreo (color amarillo), se encuentran distribuidos hacia la zonas noreste, sureste y centro de la bahía, con registros de densidades ictioplanctónicas bajas, sin embargo, fueron frecuentes *Eucinostomus sp.* (presente en 9 de los 14 sitios) y la familia Bathymasteridae (en 8 de los 14 sitios). Por otra parte, tanto Oceánica 2 (sitio 11) como Mismaloya (sitio 7) conformaron sitios completamente diferentes entre ambas y entre el resto de los sitios, puesto que, el porcentaje de similitud de Oceánica 2 fue del 66.11% con 15 sitios, en cambio, para Mismaloya se registró un 73.23% de similitud con respecto a 14 sitios de muestreo (Fig. 9).

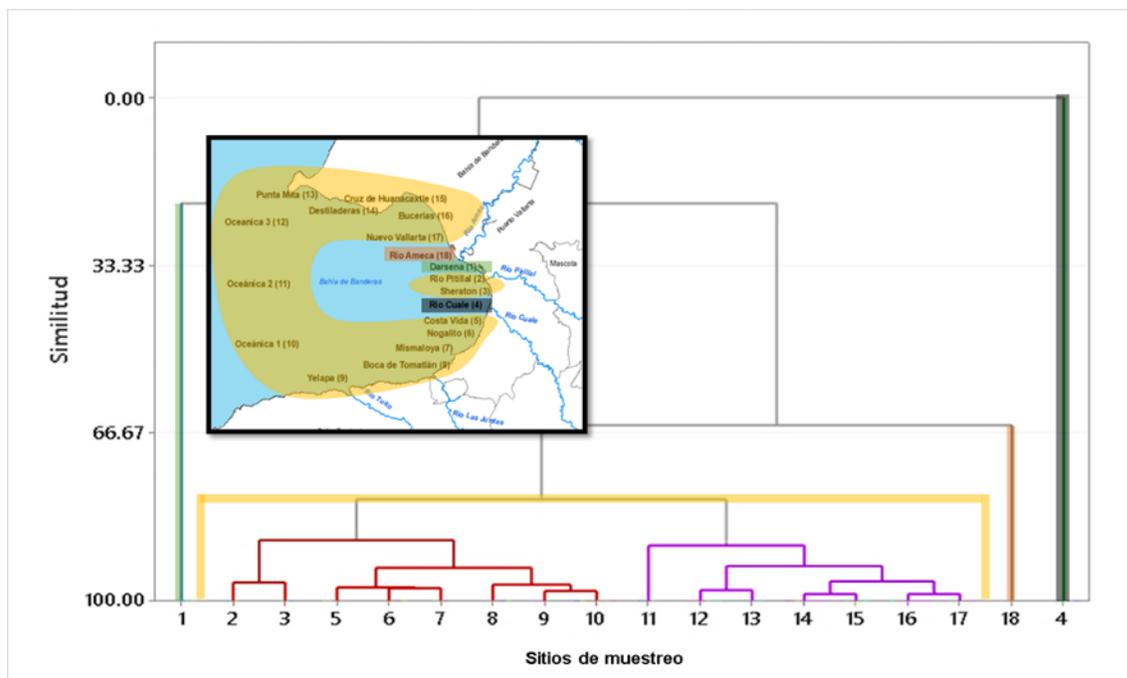


Figura 8. Dendrograma de similitud entre los sitios de muestreo, durante verano de 2005, en Bahía de Banderas.

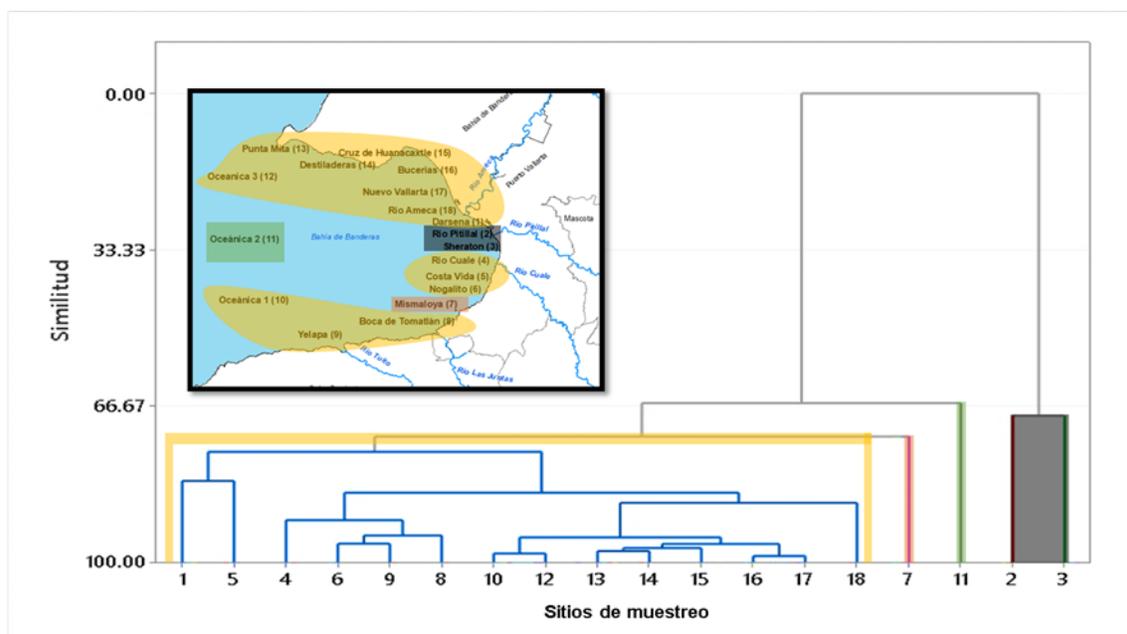
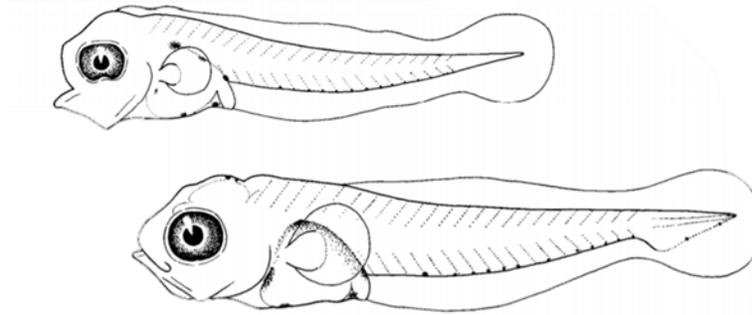


Figura 9. Dendrograma de similitud entre los sitios de muestreo, durante verano de 2005, en Bahía de Banderas.

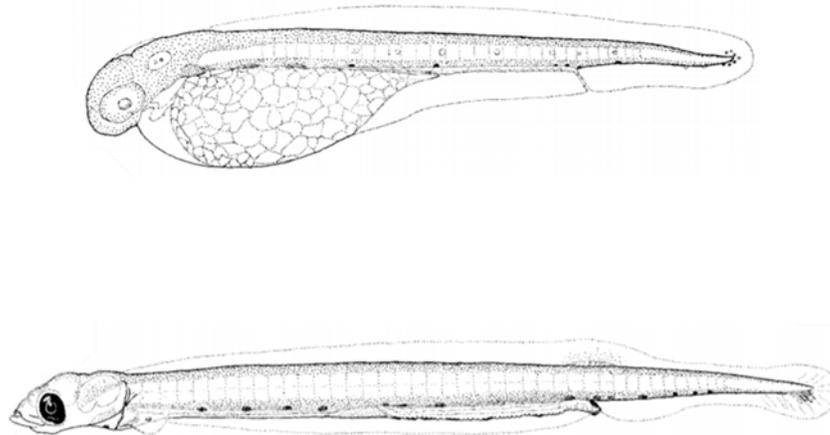
Especies representativas de la Bahía de Banderas en el ciclo 2005
Familia Gerreidae



Referente a la variación espacio-temporal de *Eucinostomus sp.*, se registró en las tres estaciones del año, resultando ser la más abundante (852.46 org./1000m³) de la diversidad registrada, prima-

vera, es la estación que reportó la mayor concentración representada en 11 de los 18 sitios de muestreo.

Familia Engraulidae



Engraulis mordax (Girard, 1854)

Llamada Anchoveta norteña, se registró en las tres estaciones del año, presentándose en primavera la mayor concentración de la densidad (175.77 org./1000m³), principalmente en 8 del total de los sitios de muestreo.

Cabe mencionar, que el porcentaje del resto de la diversidad de organismos fue del 23.95%. Lo que indica que se presentó una mayor diversidad en el área de estudio y que la abundancia fue más representativa en las especies ya mencionadas.

DISCUSIÓN

La variación espacio temporal del ictioplancton, mostró densidades a manera de gradiente, esto es, mayores densidades en los sitios cercanos a la costa y menores hacia los sitios oceánicos, lo que concuerda con los trabajos de Gili *et al.*, (1987); Navarro-Rodríguez *et al.*, (2001 y 2004); Navarro-Rodríguez y Flores-Vargas (2006b) y Navarro-Rodríguez *et al.*, (2015 y 2018), encontrando el mismo patrón de gradiente costa-océano, asociado con las densidades elevadas ya que pueden aprovechar las condiciones biológicas de las aguas costeras en zonas de surgencias, lo que permite establecer patrones de distribución y/o migración de las especies (Sánchez-Ramírez, 1997 y Navarro-Rodríguez *et al.*, 2002 y Navarro-Rodríguez *et al.*, 2018). Por otro lado, varios autores indican que los aportes de los nutrientes terrígenos de los ríos a través de las desembocaduras de estos al interior de las bahías presentan efectos favorables la mayor parte del año (Álvarez-Cadena *et al.*, 1984; Contreras-Espinoza, 1993; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2001; 2006; 2015 y 2018).

A lo largo del estudio, se identificaron tres periodos que se relacionan con el patrón estacional de las corrientes del Pacífico Oriental (Wirtki 1966, Badan, 1997. Un periodo “cálido”, que es caracterizado por altas temperaturas (29.7°C) durante el verano, y que puede ser relacionado con la intensi-

ficación de la Corriente Costera de Costa Rica, que a su vez es alimentada por la Cotracorriente Ecuatorial. Un segundo periodo de menor temperatura en invierno (23.0°C), que puede ser relacionado con el desplazamiento de la Convergencia Intertropical hacia el sur, al mismo tiempo que la Corriente Costera de Costa Rica se encuentra debilitada. Finalmente, un tercer periodo de “transición” entre primavera y verano (28.0 y 29.7°) relacionado con el regreso de la Convergencia Intertropical, este mismo patrón fue señalado por Navarro-Rodríguez *et al.*, (2001). Lo que puede sugerir que las variaciones en espacio y tiempo del ictioplancton estuvieron influenciadas directamente por los patrones estacionales.

Esto es notorio, ya que en primavera se registraron los valores más alto de la densidad larval con temperaturas cálidas y bajas salinidades (28 ups), en tanto que en verano las densidades fueron menores con registros altos de temperatura y salinidad, mientras que, invierno presento moderadas densidades con valores bajos en la temperatura (24°C) y altos en la salinidad (32.3 ups). Sanvicente-Añorve *et al.*, (1997) señala que en la reserva de la biósfera de SianK’an el análisis de las variaciones de la abundancia relativa de las especies ictioplanctónicas estuvieron relacionadas con la época cálida que bien podría ser indicativo del periodo de reproducción de los organismos en la zona estudiada. El presente trabajo muestra este mismo patrón en cuanto a las altas densidades con registros elevados de temperaturas y que posiblemente indique el pico más alto del periodo reproductivo, en la zona de estudio. Por otro lado, Navarro-Rodríguez *et al.*, (2018) reportan este mismo patrón de la variación estacional relacionado con los valores de la temperatura y salinidad para la misma zona.

Referente a las especies identificadas, *Eucinostomus* *sp* y *Engraulis mordax*, reflejaron los valores más

altos de densidad, representando el 76.04 % del total, además de aparecer en las tres estaciones del año, lo que puede indicar la presencia de una alta actividad reproductiva en la zona para ambas especies. Navarro Rodríguez y Flores Vargas (2006b) señalan que en el Pacífico central mexicano se observa la presencia de un gradiente costa océano que parece corresponder a las áreas de desove de las especies, que a su vez está íntimamente ligada al hábitat de los adultos. Esto mismo ha sido observado en la costa occidental de Baja California, donde se observa una coherencia entre la abundancia de las larvas y el hábitat de los adultos (Funes-Rodríguez *et al.*, 1995). Por otro lado, Navarro-Rodríguez *et al.*, (2006) reporto para la Laguna El Quelele, a la especie *Engraulis mordax*, como la de mayor abundancia para esa zona. Mientras que, Navarro-Torres (1995) reporto al grupo de los engraulidos como los más abundantes (38 %) en la Bahía Navidad.

Los sitios cercanos a la costa, si bien, registraron valores de cero organismos, es importante señalar que fueron los sitios en los que obtuvieron las mayores densidades larvales, mientras que los sitios alejados (oceánicos) registraron los valores más bajos de la densidad ictioplanctónica, este patrón fue observado por Navarro Rodríguez y Flores Vargas (2006b) en el Pacífico central mexicano (Jalisco y Colima) donde indican el gradiente costa-océano en cuanto a la distribución de las densidades de las especies del ictioplancton.

Por otro lado, este tipo de distribución (costa-océano) en el área de estudio, se le puede atribuir a que son especies de hábitos costeros, ya que pueden aprovechar las condiciones biológicas de las aguas costeras en zonas de surgencias (Gili *et al.*, 1987; Navarro-Rodríguez y Flores Vargas 2006b y Navarro-Rodríguez *et al.*, 2015). Asimismo, la biomasa del plancton como indicador de la disponibilidad de alimento, puede ser determinante en los patrones de distribución de las larvas y migración de las especies (Sánchez-Ramírez, 1997). Concluimos que la distribución en espacio y tiempo del ictioplancton están relacionados tanto con factores abióticos como bióticos, entre ellos, las surgencias, la dirección de las corrientes, la

disponibilidad de alimento (biomasa zooplanctónica), los patrones de temperatura y salinidad, así como los hábitos de las especies adultas.

LITERATURA CITADA

- Acal, D.E. 1991. Abundancia y diversidad del ictioplancton en el Pacífico Centro de México. Abril, 1981. Ciencias Marinas 7(1):25-50.
- Acal, D.E. y D. Corro-Espinoza 1994. Reproducción y distribución de peces clupeidos en el sur del Golfo de California y el Golfo de Tehuantepec, México. Biología Tropical 42 (1/2):239-261.
- Aceves-Medina, G., R. A. González y R. J. Saldierna. 1999. Larvae development of *Shymfhurus williamsi* (Cynoglossidae:Pleuronectiforme) from the Golf of California. Fishs Bull. 97:738-745.
- Aguilar Palomino, B., J. Mariscal Romero, G. González Sansón, L. E. Rodríguez Ibarra. 1996. Ictiofauna demersal de los fondos blandos de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México, en la primavera de 1995. Ciencias Marinas, 22(4):469-481.
- Ahlstrom, E.H. 1971. Kinds and abundance of fish larvae in the Eastern Tropical Pacific basen of collections made on EASTROPAC . Fish. Bull 69(1):3-77.
- Ahlstrom, E.H. 1972. Kinds and abundance of fish larvae in the Eastern Tropical Pacific n the second multivessel EASTROPAC survey and observation on the anual cycle of larval. Fish Bull 70(4):1153-1242.
- Álvarez-Cadena, J.N., M.A. Aquino, F. Alonso, J.G. Millan 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., U. Ordóñez-López, A.R. Almaral-Mendivil, M. Ornelas-Roa, y A. Uicab-Sabido. 2007. Larvas de peces del litoral arrecifal del norte de Quintana Roo, Mar Caribe de México. Hidrobiológica 17(2): 139-150.

- Amezcuca Linares, F. 1985. Recursos potenciales de peces demersales capturados con redes camaroneras en la costa del Pacífico mexicano, Cap. 2:39-94. En: A. Yáñez Arancibia (ed.), Recursos pesqueros potenciales de México: La pesca acompañante del camarón. Prog. Univ. de Alimentos, Instituto Ciencias del Mar y Limnología. Instituto Nacional de la Pesca, UNAM, México, D.F. 748 pp.
- Badan, A. 1997. La corriente costera de Costa Rica en el Pacífico mexicano En: M.F. Lavín (ed.), Contribuciones a la oceanografía física en México, Monografía No. 3, Unión Geofísica mexicana. 99-112.
- Blakcburn, M. 1966. Biological Oceanography of the Eastern tropical Pacific: Summary of existing information USFWS Special Scientific Report- Fisheries No. 540 1-18 p.
- Castro-Barrera, T. 1975. Ictioplancton de Bahía Magdalena, Baja California Sur. Ciencias Marina 2(2):10-36.
- Contreras-Espinoza, F. 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. CONABIO y Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. 1-412 p.
- Chona-Gallegos, L., M.C. Navarro-Rodríguez, R. Flores-Vargas, L.F. González-Guevara. 2019. Variación espacio-temporal de las densidades de los quetognatos y su relación con la temperatura y salinidad en Bahía de Banderas, México. Acta Pesquera 5(10): 1-15
- 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.
- Fisher W., Krupp, F. Schneider, W. Sommer, C. Carpenter, K. E. y Niem, V.H. 1995. Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca. Pacífico centro oriental. Roma FAO. Vol. II y III: 647-1813.
- Franco-Gordo, C., R. Flores-Vargas, M.C. Navarro-Rodríguez, R. Funes-Rodríguez, R. Saldierna-Martínez. 1999. Ictioplancton de las costas de Jalisco y Colima, México (diciembre de 1995 a diciembre de 1996). Ciencias Marinas 25(1): 107-118.
- Funes Rodríguez, R., M.J. Haro y J. M. Esqueda. 1991. Atlas de distribución y abundancia de peces meso pelágicos en la costa occidental de Baja California Sur, México. 1982-1984.
- Funes Rodríguez, R., R. González-Armas y A. Esquivel-Herrera. 1995. Distribución y composición específica de larvas de peces durante y después del NIÑO, en la costa occidental de Baja California Sur (1983-1985). Hidrobiológicas 5(1-2): 113-125.
- Funes Rodríguez, R., M. A. Fernández y R. González Armas. 1998. Larvas de peces recolectadas durante dos eventos el NIÑO en la costa occidental de Baja California Sur, México 1958-1959 y 1983-1984. Océánides 13 (1):67-75.
- Frederiksen, M., M. Edwards, A.J. Richardson, N.C. Halliday and S. Wanless. 2006. From plankton to top predators: bottom-up control of a marine food web across four trophic levels. J. Anim. Ecol., 75(6): 1259-1268.
- Gallego-Zerrato, J.J., y A. Giraldo. 2018. Variación espacial y temporal de larvas de peces en una bahía hipersalina del Caribe Colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. Vol. 47 (1): 117-141.
- García, E. 1973. Modificaciones del sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlas a condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México 2a. Ed. 246 p.
- Gili, J.M., F. Pages y T. Riera. 1987. Distribución de las especies más frecuentes de sifonóforos calcíforos en la zona norte del Mediterráneo occidental. Investigaciones Pesqueras, Barcelona, 51 (3): 323-338.
- González Armas, R., R. Funes Rodríguez y V.A. Levy. 1993. Primer registro de larvas de marlín rayado (*Tretapterus audax*), (Scombroidei:Istiophoridae) en las costas de Jalisco, Pacífico Oriental de México. Biología Tropical Vol. 43(2):919-920.

- Köster, F.W., H. Hinrichsen, M.A. St.John, D. Schnack, B.R. MacKenzi, J. Tomkiewicz and M. Plikshs. 2001. Developing Baltic cod recruitment models. II. Incorporation of environmental variability and species interaction. *Can. J. Fish. Aq. Sci.*, 58(8): 1534-1556.
- Leis, J.M. y B.M. Carson-Ewart. 2000. The larvae of Indo-Pacific coastal fishes: An identification guide to marine fish larvae. 1a. edición. Sydney: Editorial Fauna Malesiana Handbooks, 2000. 846.
- Ludwig, J.A y J.F. Reynolds. 1988. Statistical ecology a primer on methods and computing. Edit. Jhon Wiley & Sons, Inc. 202 p.
- Montagnes, D.J., J.F. Dower and G.M. Figueiredo. 2010. The protozooplankton-ichthyoplankton trophic link: an overlooked aspect of aquatic food webs. *J. Eukaryot. Microbiol.*, 57(3): 223-228.
- Moser, H.G., Charter, R.L., Smith, P.E., Ambrose, D.A., Charter, S.R y Myer, C.A. 1993. Distributional atlas of fish larvae and eggs in the California Current region: Taxa with 1000 or more total larvae, 1951 through 1984. Atlas 31. La Jolla: Editorial Allen Inc, 233.
- Moser, H.G., R.L. Charter, P.E. Smith, D.A. Ambrose, S.R. Charter, C.A. Meyer, E. M. Sandknop y W. Watson. 1994. Distributional Atlas of fish larvae and eggs in the California current region: Taxa with less than 1000 total larvae, 1951 through 1994. California Cooperative Oceanic fisheries Investigation Atlas 33, pp. 1505.
- Moser, H.G. 1996. The early stages of fishes in the California current region. Atlas 33. La Jolla: Editorial Allen Inc. 1505 pp.
- Navarro-Torres, P. 1995. Ictioplancton de la Bahía Navidad, Jalisco México durante el ciclo anual 1993-1994. Tesis de Licenciatura Universidad de Guadalajara. 145.
- 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 Invest. Biol.* 35 (1): 1-24.
- Navarro-Rodríguez, M.C., R. Flores-Vargas y M. E. González Ruelas. 2002. Variabilidad espacio-temporal de la biomasa zooplanctónica y la estructura termohalina en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 36(3):217-374.
- Navarro-Rodríguez, M. C., R. Flores-Vargas, L.F. González Guevara y M.E. González Ruelas. 2004. Distribution and abundance of *Dormitator latifrons* (Richardson) larvae (Pisces: Elio-tridae) in the natural protected area "estero El Salado" in Jalisco, Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 39(1): 31-36.
- Navarro-Rodríguez, M.C., L.F. González Guevara, R. Flores-Vargas, M.E. González Ruelas y F.M. Carrillo González. 2006. Composición y variabilidad del ictioplancton de la laguna El Quelele, Nayarit, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 41(1): 35-43.
- Navarro-Rodríguez, M. C. y R. Flores-Vargas. 2006b. Distribución y abundancia de las larvas de peces y pleuronectiformes de las costas de Jalisco y Colima, México. En: Jiménez-Quiroz, M.C. Y Espino-Barr, RE. (eds). Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán, pp. 281-292. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Navarro-Rodríguez, M.C., L.F. González-Guevara, R.T. Amparán-Salido y J. Téllez López. 2011. Diversidad biológica y ambientes naturales en la costa de Jalisco: ensayos de divulgación científica. Centro Universitario de la Costa Sur. Puerto Vallarta, México.
- 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. *Revista Bio Ciencias* 3(2): 103-115.
- Navarro-Rodríguez, M.C., M.A. Lara-López, L.F. González-Guevara y R. Flores-Vargas. 2018. Biomasa zooplanctónica y densidad espacio temporal del ictioplancton en Bahía de Banderas. *Acta Pesquera*. 4(7): 1-11.
- Nelson, J. S. 1994. *Fishes of the world*. Third ed. John Wiley y Sons, Inc., New York. 600 p.
- Nelson, J. S. 2006. *Fishes of the World*. 4a ed. John Wiley and Sons, Nueva York. 601 p.

- Sánchez-Ramírez, M. 1997. Alimentación, crecimiento y mortalidad de larvas de *Chloroscombrus chrysurus* (orqueta) (Pisces: Carangidae), en el sur del golfo de México. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. UNAM., México D.F., 85.
- Sanvicente-Añorve, L., X. Chiappa-Carrara, M. Sánchez -Ramírez y A. Ocaña-Luna.1997. Seasonal variability of ichthyoplankton community in two lagoonal system of the Mexican Caribbean Sea, In IOUSP/ALICMARIFIESP (eds.)Resumos expandidos del VIICOLACMAR. Vol.n. Sao Paulo, Brasil. 413-415.
- Silvia-Segundo, C. A, R. Funes-Rodríguez, M.E. Hernández-Rivas, E. Ríos-Jara, E.G. Robles-Jarero y A. Hinojosa-Medina. 2008. Asociaciones de larvas de peces en relación a cambios ambientales en las Bahías de Chamela, Jalisco y Santiago-Manzanillo, Colima (2001-2002). *Hidrobiológicas* 18: 89-103
- Smith, P.E. y S.L. Richardson. 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, P. 101.
- Sumida, B.Y., H.G. Moser y E.H. Ahlstrom. 1985. Descriptions of larvae of California yellow-tail the Eastern Tropical Pacific California Cooperative, Oceanic Fisheries Investigation Reports 26: 139-159.
- Watson, W. 1996. Eliotridae. En: Moser HG, comp. The early stages of fishes in the California Current region. Atlas 33. La Jolla: Editorial Allen Inc, 1002-1011.
- Wyrтки, K. 1966. Oceanography of the Eastern Equatorial Pacific Ocean. En: Barnes (ed.) *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 4pp. 33-68.
- Zhou, M., Y. Lin, S. Yang, W. Cao and L. Zheng. 2011. Composition and ecological distribution of ichthyoplankton in eastern Beibu Gulf. *Acta Oceanol. Sin*, 30(1): 94-105.

