

Fluctuaciones en la composición y abundancia del zooplancton en la laguna costera Barra de Navidad, Jalisco.

Fluctuations in the composition and abundance of zooplankton in the coastal lagoon Barra de Navidad of Jalisco.

Ramiro Flores-Vargas¹ y María del Carmen Navarro-Rodríguez²

¹Centro Universitario de la Costa Sur, Departamento de Estudios para el Desarrollo Sustentable de Zonas Costeras, Universidad de Guadalajara

²Centro Universitario de la Costa, Campus Vallarta, Departamento de Ciencias, Universidad de Guadalajara

Recibido: 09 de agosto de 2018

Aceptado: 28 de octubre de 2018

Resumen.

Se analizaron 48 muestras de zooplancton colectadas bimestralmente por un periodo de dos años (2002-2003) en la laguna costera Barra de Navidad, Jalisco, México. Fueron identificados 20 grupos zooplanctónicos, de los cuales, las larvas de braquiuros y carídeos fueron los grupos más representativos de la temporada de estudio. La biomasa (ml/1000m³), temperatura (°C), salinidad (ups) y oxígeno disuelto (mg/l), mostraron una serie de fluctuaciones en respuesta a los cambios climáticos presentes en el área de estudio, observando que durante la temporada de sequía, la densidad de la biomasa fue alta (10.31 ml/1000 m³), con valores promedios, de temperaturas cálidas durante el verano (31.6 °C), altas salinidades (33 ups) y concentraciones máximas de

oxígeno (6.1 mg/l); en tanto que, durante el periodo de lluvias, la biomasa zooplanctónica presentó una disminución (0.58 ml/1000 m³) en su abundancia, con bajos registros promedio de temperatura (24.7 °C), salinidad promedio de 22.8 (ups) y oxígeno disuelto de 4.4 (mg/l).

Palabras clave: Zooplancton, Ciclo bianual, Laguna Barra de Navidad

Abstract

Was analyzed 48 samples of zooplankton collected bimonthly for a period of two years (2002-2003) were analyzed in the coastal lagoon of Barra de Navidad, Jalisco, Mexico. Twenty zooplankton groups were identified, of which brachyuros and caridia larvae were the most representative groups of the study season. The biomass (ml / 1000m³), temperature (°C), salinity (ups) and dissolved oxygen (mg / l), showed a series of fluctuations in response to the climatic changes present in the study area, observing that during the season of drought, the density of the biomass was high (10.31 ml / 1000 m³), with average values, of warm temperatures during the summer (31.6 °C), high salinities (33 ups) and maximum oxygen concentrations (6.1 mg / l); whereas, during the rainy season, the zooplankton biomass showed a decrease (0.58 ml / 1000 m³) in its abundance, with low average temperature records (24.7 °C), average salinity of 22.8 (ups) and dissolved oxygen of 4.4 (mg / l).

Key words: Zooplankton, Biannual cycle, Laguna Barra de Navidad,

Introducción

El zooplancton es un importante componente en la trama alimentaria acuática, por ser un conjunto heterogéneo que abarca una gran variedad de taxas de diversos tamaños, morfología y composición química (Cifuentes *et al.* 1987). Su importancia en las lagunas costeras radica principalmente en su papel como transformadores de la energía originada por el fitoplancton y que es puesta a disposición de niveles tróficos superiores donde pueden encontrarse organismos de importancia comercial; debido a lo anterior, se puede afirmar que, de la abundancia de estos organismos en una zona determinada, dependen en gran medida la cantidad de recursos que puedan capturarse (Álvarez-Silva *et al.* 2006).

Los patrones de distribución y abundancia del zooplancton son afectados por fenómenos climáticos y oceanográficos de diferentes escalas de tiempo y espacio, tales como la estacionalidad, las corrientes, los giros y los afloramientos (Owen 1981, Denman y Powell 1984).

Estudios llevados a cabo en el área de trabajo son los desarrollados por, Filonov *et al.* (2000) llevaron una investigación sobre la variabilidad estacional de la temperatura y la salinidad en la zona costera de Jalisco y Colima, así como Bulgakov *et al.* (2006) los cuales realizaron un estudio numérico de la circulación tridimensional en la parte central del Pacífico mexicano. Por su parte Galicia-Pérez *et al.* (2006) estudiaron las condiciones hidrológicas y de circulación en el litoral del estado de Colima. En este mismo contexto, Olivos-Ortíz *et al.* (2006) realizaron un estudio en la plataforma continental de Colima, sobre

la distribución horizontal de los nutrientes inorgánicos, clorofila-a y su relación con las corrientes. Algunos trabajos desarrollados en la plataforma continental de Jalisco y Colima en los que se describen aspectos de la variabilidad de la biomasa zooplanctónica son: Franco-Gordo *et al.* (2001 y 2004) y Navarro-Rodríguez *et al.* (2002); sobre aspectos ecológicos del ictioplancton; Flores-Vargas *et al.* (2004), Navarro-Rodríguez *et al.* (2001 y 2006b), Franco-Gordo *et al.* (2008). En lo que respecta a temas desarrollados en sistemas estuarinos de Jalisco, sobre la distribución y abundancia del ictioplancton están los de Navarro-Rodríguez *et al.* (2004), Navarro-Rodríguez *et al.* (2006).

Referente a la laguna de Barra de Navidad, estudios que describen las asociaciones de la ictiofauna fueron abordados por Escobar *et al.* (1981); por su parte Rodríguez-Sánchez y Ramírez-Martel (1982) referente a las clases Bivalva y Gasterópoda; Álvarez del Castillo *et al.* (1992) sobre crustáceos decápodos; Rodríguez-Cajiga (1993), sobre ecología de la macrofauna se reporta el trabajo de Sandoval-Rojo *et al.* (1988) y el de Ramos-Ruíz (2005). El trabajo más reciente realizado en el área de estudio es el de Flores-Vargas *et al.* (2017). El principal objetivo del presente estudio, es conocer las fluctuaciones de la composición y la abundancia de los principales grupos zooplanctónicos presentes en la laguna de Barra de Navidad.

Métodos

Área de estudio

La laguna Barra de Navidad se ubica en la región sur del estado de Jalisco, en las coordenadas 19° 12' y 19° 14' de Latitud Norte

y los 104° 43' y 104° 45' de Longitud Oeste la cual cuenta con una extensión aproximada de 3.81 km². Este sistema constituye una laguna de boca efímera de comunicación permanente con la Bahía de Navidad. Descrita por Carranza Edwards *et al.* (1975), como un sistema ubicado en las unidades morfo tectónicas

tipo VIII continentales de las costas mexicanas; con una profundidad promedio de un metro en las áreas someras y de siete metros en el área de intercomunicación con el mar (Rodríguez-Sánchez y Ramírez-Martel 1982) (Fig.1).

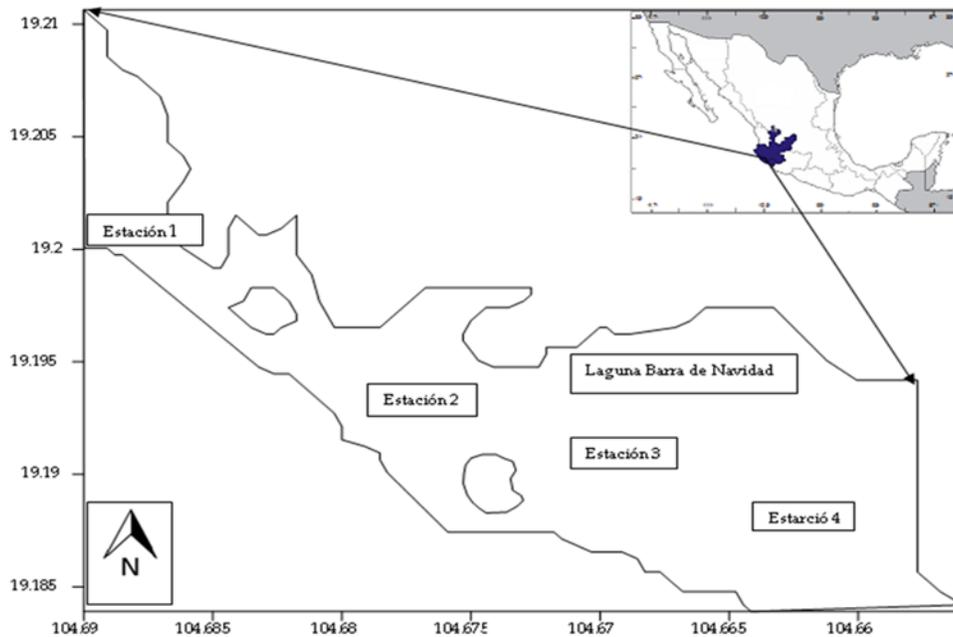


Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo

Trabajo de Campo

Se establecieron cuatro sitios de muestreo, cubriendo un área estimada de 2,964.2 m², y a una distancia aproximada de 150 m entre los sitios, en total se realizaron 48 arrastres planctónicos, diurnos con periodicidad bimestral de enero de 2002 a noviembre de 2003. Para la recolecta de las muestras biológicas, se empleó una lancha con motor fuera de borda según el método propuesto por

Smith y Richardson (1979) utilizando una red tipo Zeppelin de 0.60 cm de diámetro de boca, 1.5 m de largo y una luz de malla de 505 micras. Los arrastres fueron rectilíneos, con una duración de 10 minutos a una velocidad aproximada de tres nudos y a 10 cm por debajo del agua. Para estimar los volúmenes de agua filtrada en metros cúbicos la red se equipó con un flujómetro tipo torpedo GENERAL OCEANIC.

Simultáneamente a cada arrastre en los sitios establecidos se determinaron la transparencia mediante un disco de Secchi, la temperatura, la salinidad y el oxígeno con un múltiparametro YSI 556. Las muestras biológicas se depositaron en frascos plásticos transparentes de un litro de capacidad y preservadas con formalina al 10 % y saturadas con borato de sodio.

Trabajo de laboratorio

En el laboratorio, la biomasa zooplanctónica se estimó mediante el método de volumen desplazado por Beers (1976). y estandarizados a un volumen de mL/1000m³ de agua filtrada (Smit y Richardson ,1979). Los grupos zooplanctónicos fueron separados y colocados en frascos de (50mL) debidamente etiquetados e identificados a nivel de orden mediante la bibliografía especializada (Russell y Yonge, 1969; Boschi, 1996; Moser, 1996; Pierrot-Bults, 1996; Pugh, 1996; Buckland-Nicks *et al.* 2002; Harvey *et al.* 2002 y Todd *et al.* 2002) y normalizados a org/1000m³ mediante la fórmula:

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

Donde:

N= número de organismos por 1000 m³

n= número de organismos en la muestra analizada

V= volumen de agua filtrada (m³).

A través del coeficiente de correlación de Spearman (Zar 1996), se analizaron las relaciones de la biomasa zooplanctónica total normalizada con los parámetros ambientales; salinidad, profundidad, transparencia y concentración de oxígeno disuelto, cada sitio de muestreo.

Resultados

De las muestras colectadas durante el periodo de 2002 se identificaron un total de 20 grupos zooplanctónicos y 19 para 2003, cabe mencionar que también se incluyeron los huevos y larvas de peces por ser organismos temporales del zooplancton. La abundancia entre grupos fue variable, así para el 2002, las larvas de braquiuros fueron el grupo más importante con el 43 % de abundancia relativa total y una abundancia promedio de 3,784.54 org/1000 m³, con una desviación estándar de 4.934; seguido por los carideos con el 40.08 % de abundancia relativa total y promedio de 3.527 org/1000 m³, con una desviación estándar de 8.025, el resto de los grupos zooplanctónicos quedó por debajo del 10 % (Tabla I).

Durante el 2003 el zooplancton fue constituido por 19 grupos, de los cuales, la mayoría fueron similares a los identificados al ciclo anterior, a excepción de los pterópodos que estuvieron ausentes, los resultados obtenidos en este periodo mostraron que los grupos más representativos fueron principalmente larvas de carideos con el 36.11 % de abundancia relativa total, con una abundancia promedio de 1,565.6 org/1000 m³ y, una desviación estándar de 1.331, seguidas por las larvas de braquiuros que representaron el 28.11 % de abundancia relativa total con 1,218.6 org/1000 m³ de abundancia promedio, así como una desviación estándar de 1.236. En menor porcentaje se encontraron los copépodos (11.08 %) y larvas de anomuros (10.51 %), mientras que el resto de los grupos presentaron abundancias por debajo del 10 % (Tabla 2).

Tabla 1. Abundancia promedio (org/1000m³), desviación estándar y abundancia relativa (%) de los grupos zooplácticos identificados en la Laguna Barra de Navidad durante 2002.

| Grupos/mes | Ene. 02 | Mar. 02 | May. 02 | Jul. 02 | Sep. 02 | Nov. 02 | Abund.Promed.Org/10 00m ³ | Abund. Relativa % |
|----------------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|----------------------|
| Braquiuros | 9430,75 (564,4) | 11227,25 (352,1) | 335,75 (155,7) | 869,25 (158,3) | 679,75 (12,2) | 164,5 (139,5) | 3784,54 (4934,53) | 43,00 |
| Carideos | 5406,25 (3546) | 13255,25 (17466) | 916,75 (327,1) | 588,25 (178,0) | 377,75 (63,52) | 621,5 (112,0) | 3527,63 (8025,09) | 40,08 |
| Copépodos | 239,25 (218,2) | 3522,5 (182,4) | 109 (8,37) | 838 (914,6) | 628,75 (73,87) | 274,25 (175,4) | 935,29 (1419,62) | 10,63 |
| Huevos de pez | 159,25 (21,44) | 267,75 (153,3) | 133,75 (25,62) | 461,25 (190,0) | 231,5 (91,41) | 33,75 (24,17) | 214,54 (166) | 2,44 |
| Larvas de pez | 288 (74,24) | 73,75 (74,91) | 101 (17,22) | 69,25 (11,95) | 47,5 (22,28) | 34,25 (9,54) | 102,29 (96,13) | 1,16 |
| Anonuros | --- | --- | 76,5 (59,61) | 71,75 (60,83) | 129,75 (19,26) | 41,5 (23,84) | 53,25 (57) | 0,60 |
| Amfípodos | 9,5 (3,7) | 10,25 (0,96) | 148,25 (116) | 13,25 (8,46) | 3,5 (0,58) | 14,5 (11,09) | 33,21 (67,5) | 0,38 |
| Quetognatos | 4,25 (3,4) | 5,75 (7,68) | 39,5 (11,56) | 5,75 (4,35) | 96,75 (76,72) | 31,75 (10,24) | 30,63 (43,83) | 0,35 |
| Poliquetos | 4,5 (1,29) | 3,25 (4,57) | 2,75 (3,77) | 86,25 (9,46) | 2,5 (1,29) | 50,75 (38,39) | 25 (36,14) | 0,28 |
| Gasterópodos | 8,75 (3,59) | 4,25 (4,43) | 22,5 (23,36) | 49 (96,67) | 54,5 (37,04) | 10,5 (10,28) | 24,92 (43,55) | 0,28 |
| Estomatópodo | 18 (3,46) | 10,5 (4,04) | 8,25 (5,68) | 7,25 (2,63) | 22,25 (10,24) | 18,5 (6,61) | 14,13 (7,88) | 0,16 |
| Sifonóforos | --- | 1,25 (0,50) | 0,5 (1) | 0,5 (1) | --- | 55,25 (41,66) | 9,58 (25,73) | 0,11 |
| Salpas | 3 (2,94) | 20 (4,69) | --- | --- | --- | 29,25 (28,55) | 8,71 (15,85) | 0,10 |
| Apendiculados | 4,75 (6,6) | --- | 1,25 (1,5) | 2,25 (2,63) | 40,25 (10,78) | 1,75 (1,71) | 8,38 (15,38) | 0,10 |
| Ostrácodos | 28,5 (2,89) | 5,25 (3,4) | 2,5 (5) | 2,5 (5) | 2,5 (2,08) | 0,75 (0,96) | 7,00 (10,4) | 0,08 |
| Medusas | 8,25 (2,22) | 11,5 (3,11) | 2 (4) | 16,25 (15,35) | 5,25 (3,86) | 1,25 (1,26) | 7,42 (8,12) | 0,08 |
| Larvas nauplio | 4,5 (1,73) | 18,75 (22,5) | --- | --- | --- | 14,5 (7,94) | 6,29 (11,6) | 0,07 |
| Cumáceos | 9,25 (7,23) | 6,75 (5,56) | 12,25 (2,63) | 6,75 (3,86) | --- | --- | 5,83 (5,92) | 0,07 |
| Pterópodos | --- | 5,75 (4,86) | --- | --- | --- | 5,75 (5,19) | 1,92 (3,78) | 0,02 |
| Bivalvos | 2,75 (0,96) | 0,75 (0,5) | --- | 2,75 (1,71) | 1,25 (1,26) | 1,75 (1,71) | 1,54 (1,47) | 0,02 |
| Totales | 15629,5 | 28450,5 | 1912,5 | 3090,3 | 2323,8 | 1406,0 | 8802,1 | 100,0 |

Fluctuaciones en la composición y abundancia de zooplancton

Tabla 2. Abundancia promedio (org/1000m³), desviación estándar y abundancia relativa (%) de los grupos zooplácticos identificados en la Laguna Barra de Navidad durante 2003.

| Grupos/mes | Ene. 03 | Mar. 03 | May. 03 | Jul. 03 | Sep. 03 | Nov. 03 | Abund.Promed. Org/1000m ³ | Abund Relativa % |
|----------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|---|---------------------|
| Carideos | 2608,5 (1002) | 1077 (187,7) | 162 (33,73) | 1079 (425,07) | 714 (189,9) | 3753,25 (516,9) | 1565,6 (1331,07) | 36,11 |
| Braquiuros | 3066 (1246) | 1018,25 (145) | 268,5 (49,86) | 412 (79,95) | 175,25 (81,52) | 2371,5 (485) | 1218,6 (1236,56) | 28,11 |
| Copépodos | 1134 (595,13) | 914 (442,35) | 82,25 (12,69) | 542,5 (221,61) | 130,5 (48,61) | 78,5 (7,85) | 480,3 (512,91) | 11,08 |
| Ancmuros | 970,5 (263,43) | 471,5 (90,67) | 386 (75,87) | 557,5 (152,41) | 172,25 (3,77) | 176 (16,87) | 455,6 (300,50) | 10,51 |
| Huevos de pez | 77 (19,34) | 568,5 (374,52) | 11,5 (4,20) | 370,25 (128,03) | 42,75 (28,19) | 5,5 (4,20) | 179,3 (261,70) | 4,13 |
| Quetognatos | 920 (743,85) | 3,5 (1,91) | 19,75 (5,91) | 15,75 (4,35) | 16,75 (8,77) | 14,5 (6,14) | 165,0 (437,23) | 3,81 |
| Estomatópodos | 266,5 (81,36) | 48,25 (19,16) | 19,75 (9,29) | 13,5 (3,7) | 99,25 (52,3) | 139,5 (76,61) | 97,8 (100,11) | 2,26 |
| Larvas de pez | 173,5 (91,48) | 71,25 (36,85) | 11,75 (8,66) | 33,75 (12,71) | 9,75 (6,65) | 29,25 (17,39) | 54,9 (68,62) | 1,27 |
| Larvas nauplio | 40 (8,37) | --- | 33,5 (11,56) | --- | 10,25 (9,53) | 52,25 (20,07) | 22,7 (22,83) | 0,52 |
| Ostrácodos | --- | 83,25 (11,59) | 2 (4) | 10,5 (12,5) | 2 (1,63) | 16,5 (26,75) | 19,0 (32,07) | 0,44 |
| Amfipodos | 3,75 (1,71) | 5,75 (1,26) | 6,75 (5,12) | 6,25 (2,22) | 3,25 (2,36) | 79,25 (7,80) | 17,5 (28,47) | 0,40 |
| Poliquetos | 31 (27,63) | 2 (4) | 11,25 (18,71) | 9 (4,83) | 8,75 (6,4) | 13,75 (3,30) | 12,6 (15,52) | 0,29 |
| Gasterópodos | 10,5 (9,04) | 26,75 (8,26) | 3,25 (2,87) | 2,75 (3,40) | 3,75 (1,71) | 23 (6,38) | 11,7 (11,27) | 0,27 |
| Sifonóceros | --- | 47,5 (95) | 1,75 (3,5) | 6 (2,71) | 1,5 (3) | --- | 9,5 (38,56) | 0,22 |
| Medusas | --- | --- | 4,75 (9,5) | 0,75 (1,5) | 3,25 (4,72) | 40 (80) | 8,1 (23,63) | 0,19 |
| Apendiculados | --- | --- | 8 (1,41) | 1,75 (0,96) | 14,5 (27,68) | 22 (30,2) | 7,7 (17,02) | 0,18 |
| Salpas | 8,75 (6,24) | 6,5 (2,08) | 3,25 (2,06) | 1,25 (1,26) | 3,25 (2,06) | 13,25 (3,77) | 6,0 (5,09) | 0,14 |
| Cumaceos | --- | --- | 3,5 (2,89) | --- | 1,75 (2,06) | 7,25 (3,30) | 2,1 (3,22) | 0,05 |
| Bivalvos | 1,75 (1,26) | 3,25 (2,63) | --- | --- | --- | 4,5 (1,29) | 1,6 (2,15) | 0,04 |
| Totales | 9311,8 | 4347,3 | 1039,5 | 3062,5 | 1412,8 | 6839,8 | 4335,6 | 100,00 |

Respecto a la abundancia promedio de los tres grupos más importantes se identificó cierta variación de acuerdo a la época del año; de esta forma los carideos, grupo dominante capturado en 2002 presentó un valor promedio máximo de 13,255.25 org/1000 m³, durante marzo (primavera), en tanto que para 2003 su valor promedio fue de 3,753.25 (org/1000 m³), durante noviembre (otoño). Un segundo grupo fue el de las larvas de braquiuros que, capturadas en el 2002, mostraron una abundancia importante (11,277.25 org/1000 m³) durante el mes de marzo (primavera), para el 2003 la mayor abundancia (3,066 org/1000 m³) correspondió al mes de enero (invierno). Un tercer grupo fue el de los copépodos que en 2002 fueron abundantes en marzo (primavera) con un valor máximo de 3,522.05 (org/1000 m³) y en 2003 durante el mes de enero de con 1,134 (org/1000 m³) (Tablas 1 y 2).

Por otra parte, la temperatura promedio (°C) registrada en el periodo de 2002, presentó fluctuaciones que se vieron reflejadas en el valor mínimo (24 °C) correspondiendo al primer bimestre (enero-febrero) del año, para segundo bimestre (marzo-abril) el promedio fue de 25.8 °C, y para el tercero (mayo-junio) se presentó un incremento alcanzando los 29 °C, valores que corresponden a la temporada fría (invierno), para la segunda mitad del año correspondiendo a los meses de julio, septiembre y noviembre del cuarto, quinto y sexto bimestre los promedios fueron de 31, 31.5 y 31.6 °C respectivamente (Fig. 2a).

Respecto a 2003, la temperatura superficial promedio (TS), del primer bimestre (enero-febrero) presentó valores bajos (27.3 °C), para el segundo bimestre (marzo-abril) disminuye hasta los 24.7 °C, incrementándose

nuevamente para el tercer bimestre (mayo-junio), alcanzando los 27.6 °C. De acuerdo a los resultados refleja un periodo frío al inicio del año, manifestándose una temporada cálida a partir del cuarto bimestre (julio-agosto) alcanzando una temperatura promedio de 30 a 30.9 °C, ya para el final del año se registra un descenso alcanzando un valor promedio de 28.1 °C (Fig. 2b).

En ambos periodos fue observada una mayor variabilidad de los parámetros durante los meses de enero, marzo y mayo (los tres primeros bimestres) coincidiendo con los cambios de régimen térmico que anualmente se presenta en la región.

En cuanto a la variación en la concentración de la salinidad (ups) en 2002, es asociada a la época seca o de estiaje y a la influencia del ambiente marino, el cual predomina regularmente la mayor parte del año en el sistema, debido a la presencia de una boca perenne de intercomunicación entre la laguna y la bahía, así como cambios de menor intensidad que se presentan bajo condiciones de lluvia, de esta forma los promedios en el primer bimestre (temporada de estiaje, enero-febrero) fue de 33.3 ups, registrando un decremento (27.8 ups) para el segundo bimestre (marzo-abril), en tanto que para el tercer y cuarto bimestre (mayo-agosto) se presenta un incremento de 31.5 y 33.5 ups respectivamente, posteriormente en el quinto bimestre (septiembre-octubre) y bajo condiciones de lluvia, se obtuvo el promedio más bajo de toda la temporada con 26.0 (ups), finalmente para el sexto bimestre (noviembre-diciembre), se incrementa hasta alcanzar los 30.8 (ups) considerado el periodo más estable (Fig. 2a).

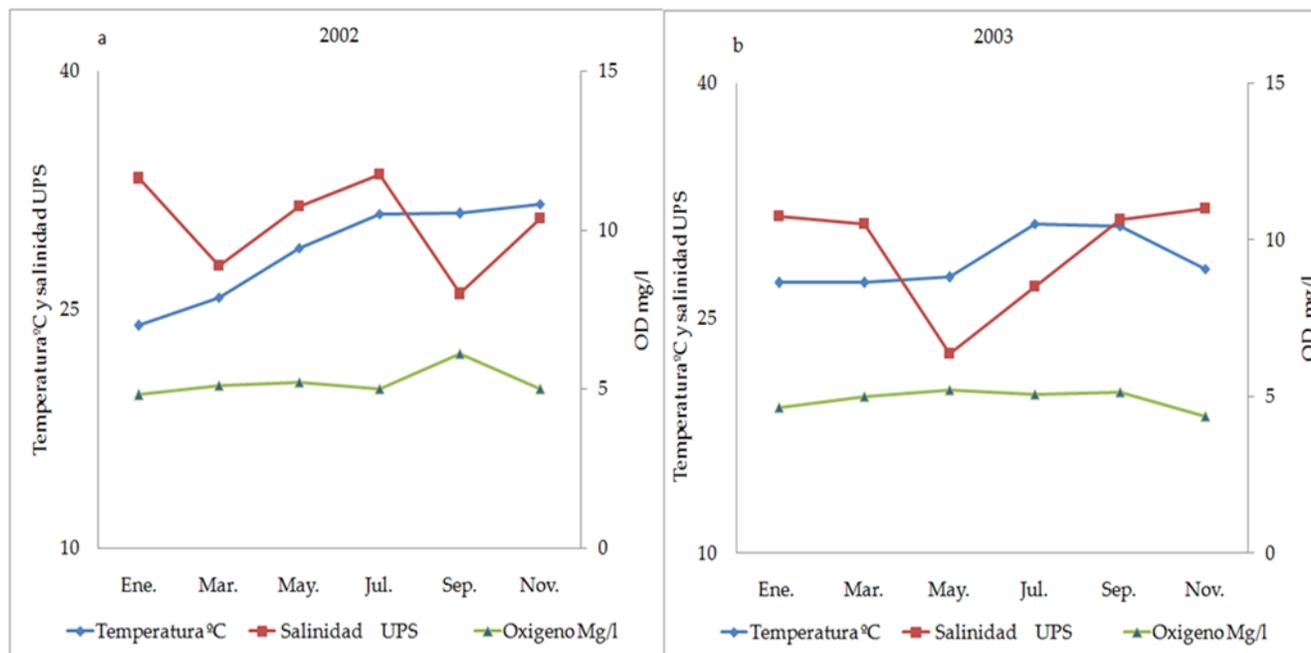


Figura 2. Variación de los parámetros físico-químicos analizados bimestralmente en la Laguna Barra de Navidad: a) periodo 2002 y b) periodo 2003.

Para 2003 la salinidad (ups) presentó un patrón muy similar al ciclo anterior, presentándose en el primer bimestre (enero-febrero) 31.5 (ups) mientras que en el segundo bimestre (marzo-abril) fue de (31.0 ups), para el tercero (mayo-junio), se obtuvo el promedio más bajo incluso de toda la temporada (22.8 ups) debido al temporal de lluvias en la región, posteriormente en el cuarto bimestre (julio-agosto) se presenta un incremento alcanzando los 27 (ups), así al finalizar la temporada (quinto y sexto bimestre, septiembre-diciembre) los valores fueron más elevados (31.3 y 32 ups, respectivamente), debido al periodo de sequía que se presentó en este intervalo de tiempo (Fig. 2b).

Referente al oxígeno disuelto (mg/l), éste fue relativamente homogéneo durante el periodo de 2002, sin embargo, los valores registrados

fueron regularmente bajos, de tal forma que para el primer bimestre (enero-febrero) el valor promedio registrado fue de 4.8 mg/l, para el segundo (marzo-abril) presenta un ligero incremento (5.1 mg/l), de igual forma se presentan para el tercero (mayo-junio) un registro de 5.2 mg/l, y de 5 mg/l, para el cuarto bimestre (julio-agosto), para finales del periodo (quinto bimestre, septiembre octubre) se presentó un incremento en el oxígeno (6.1mg/l) (Fig. 2a).

Asimismo, el periodo 2003 presenta similitud con el ciclo 2002, así para el primer bimestre (enero-febrero) el promedio fue de 4.7 mg/l, incrementándose a 5 (mg/l) para el segundo bimestre (marzo-abril), para el tercer bimestre (mayo-junio) fue registrado el valor de 5.2 (mg/l), en tanto que, para el cuarto y quinto bimestre (julio-octubre) presentaron 5.1 y 5.2 (mg/l), respectivamente, descendiendo a 4.4 mg/l al final de la temporada (Fig. 2b).

De acuerdo a los resultados del coeficiente de correlación de Spearman, la biomasa presentó una relación inversa con la temperatura (-0.744) y la concentración de oxígeno (-0.36) siendo significativas para ambas variables ($P > 0,05$). Por otra parte, la variación del oxígeno disuelto solo mostró una relación directa proporcional con la temperatura (0.307), es decir, a mayor concentración de oxígeno, mayor valor en la temperatura.

DISCUSIÓN.

De acuerdo a los resultados obtenidos, la comunidad zooplánctica en la laguna de Barra de Navidad, se registraron 20 grupos zooplanctónicos, en los que sobresalieron por su abundancia los carideos, larvas de braquiuros y copépodos en ambos periodos de muestreo (2002-2003) con abundancias relativas altas (93.71 y un 75.3 %), concordando con lo señalado por De Silva-Dávila *et al.* (2006) quienes reportan para el sistema lagunar de Navachiste, en Sinaloa, los principales grupos que contribuyeron con el 90% del total de la abundancia zooplanctónica fueron los copépodos, decápodos, cladóceros y quetognatos; además de reportar que la variación de algunos componentes del zooplancton se dio en función de la variación de la biomasa zooplanctónica, debido a los cambios estacionales como a la misma variabilidad estacional de la composición de los grupos que integran a esta comunidad, por otro lado destaca la presencia masiva de las postlarvas de camarón asociadas con la época de lluvias durante el verano. Sin embargo, Meyer-Willerer *et al.* (2006), reportaron para la laguna Barra de Navidad y sus estuarios que el principal componente del zooplancton estuvo constituido por rotíferos, copépodos, larvas de crustáceos y moluscos; siendo estos últimos

más abundantes en la zona de mezcla y durante la época de lluvias. Al respecto, en el presente trabajo difiere en cuanto a los rotíferos, no así para el resto de los grupos, posiblemente esta diferencia se pueda atribuir al diseño metodológico, ya que en el presente trabajo no se contempló el monitoreo de la periferia del sistema, excluyéndose el canal de agua dulce, trabajando hacia la región más profunda e influenciada por las aguas marinas, en donde sobresalieron por su abundancia las larvas y juveniles de carideos, copépodos, quetognatos, anomuros, así como la presencia de huevos y larvas de peces, larvas y juveniles de braquiuros, de crustáceos (*Penaeus* sp.), fauna endémica de organismos adultos asociados al sistema lagunar que se reproducen durante la época de lluvias en la región.

Respecto a la temperatura superficial del agua en los periodos 2002 y 2003, se estableció un periodo frío (24.6 °C) asociado en cierta medida a los cambios climáticos presentes en la zona de enero a mayo y un periodo cálido que por lo general se presenta de julio a noviembre, en este lapso de tiempo la temperatura superficial del agua alcanzo valores promedio entre los 30.9 y 31.6 °C, al respecto Meyer-Willerer *et al.* (2006) reportaron valores de bajas temperaturas (25.3 °C) específicamente en la zona somera durante el mes de marzo, en tanto que hacia la región más profunda se presentaron valores de 28.0 a 30.6 °C; mencionan que durante el verano la distribución del calor en el cuerpo de agua se debe principalmente a los cambios climáticos estacionales, que propiciaron en la época de lluvias, procesos de circulación en las zonas más profundas, así como procesos de mezcla por efecto de la intensidad del viento, coinci-

diendo con lo reportado para este trabajo, ya que las altas y bajas temperaturas fueron registradas en ambos periodos, aunque no a las mismas profundidades. En cuanto a la salinidad, durante las dos temporadas de monitoreo, se observó que los valores de ésta mostraron ciertas fluctuaciones coincidiendo con lo señalado por Navarro-Rodríguez (2002) y Navarro-Rodríguez *et al.* (2004), indican que para la región costera las variaciones en la salinidad, se deben principalmente a la presencia de lluvias, así como por el aporte de agua proveniente de ríos que desembocan a lo largo de la zona costera. En el área de estudio durante el periodo de 2002 en la época seca (invierno a primavera) el promedio máximo de la salinidad fue de 33.5 (ups) mientras que en la temporada de lluvias y los aportes fluviales de aguas vertida por los ríos tributarios durante el verano y el otoño, se presentan valores bajos (26 ups), este patrón coincide con el observado durante el periodo 2003, obteniéndose valores de 32.0 (ups) como máximos y como mínimos de 22.8 (ups), esto mismo es señalado por Meyer-Willerer *et al.* (2006) indican que para esta área de estudio se registró un valor mínimo de 20.5 (ups), debido a la presencia de agua dulce proveniente de la cuenca del río Marabasco.

En lo que respecta al oxígeno disuelto, mostró una relación directamente proporcional con la temperatura a lo largo del periodo de estudio, sin embargo, se obtuvieron valores que oscilaron entre los 6.5 (2002) y 4.5 mg/l (2003), valores que en cierta medida fueron bajos de acuerdo a lo señalado por Meyer-Willerer *et al.* (2006) quienes reportaron para el mismo sistema, valores de hasta 10 mg/l en la superficie, sin embargo también reportan valores bajos (2.2 mg/l) sobre todo para áreas

profundas, mencionan que el hecho de que en el sistema se halla presentado una elevada producción de oxígeno, pudiera deberse a la presencia de una cantidad considerable de nutrientes de origen continental suministrados por procesos fluviales que anualmente se depositan en el sistema lagunar, además de los aportes por actividades antropogénicas provenientes de aguas residuales domésticas, propiciando así el desarrollo del fitoplancton, que a su vez propició procesos fotosintéticos, observado en los cambios estacionales; por otra parte Ramos-Ruiz (2005) señala que este sistema al ser un cuerpo de agua abierto la energía generada por los procesos de mareas son también un mecanismo que interviene en el funcionamiento hidrobiológico a así como en la composición de la comunidad zooplanctónica de la misma.

LITERATURA CITADA

- Álvarez del Castillo, M., Hendrickx, M. E. y Rodríguez, S. (1992). Crustáceos decápodos de la laguna barra de Navidad, Jalisco, México. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History* 27:1-9.
- Álvarez-Silva, C., Miranda-Arce, G., De Lara-Isassi, G. y Gómez-Aguirre, S. (2006). Zooplancton de los sistemas estuarinos de Chantuto y Panzacola, Chiapas, en época de secas y lluvias. *Hidrobiología* 16(2): 175-172.
- Beers, J.R. (1976). Volumetric methods. En: Steedman HF (ed). *Zooplankton fixation and preservation*, pp. 56-60. UNESCO Press, Paris.

- Boschi, E. E. (1996). Larvas de crustácea Decápoda. En: Gasca, R. y Suárez-Morales, E. (eds). Introducción al estudio del zooplankton marino, pp. 342-405. Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Buckland-Nicks, J., Gibson, G. y Koss, R. (2002). Phylum Mollusca: Gasteropoda. En: Young C.M., Sewell, M.A. y Rice, M.E.(eds). Atlas of marine invertebrate larvae, pp. 261-287. Academic Press, New York.
- Bulgakov, S.N. y Martínez-Zatarain, A. (2006). Surgencias y vientos favorables en la costa oriental del Pacífico mexicano. En: Jiménez-Quiroz, M.C. y Espino-Barr, E. (eds). Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán, pp. 29-40. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Carranza-Edwards, R., Gutiérrez-Estrada, M. y Rodríguez-Torres, R. (1975). Unidades morfotectónicas continentales de las costas mexicanas. Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México 2(1): 81-88.
- Cifuentes, J.L., Flores-García, P. y Frías, M. (1987). El Océano y sus recursos. 5. Plancton: 1-161. Fondo de Cultura Económica, México.
- Denman, K.L. Powell, T.M. (1984). Effects of physical processes on plankton ecosystems in the coastal ocean. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 22: 125-168.
- De Silva-Dávila, R., Palomares-García, R., Zavala-Norzagaray, A., Escobedo-Urías, D.C. (2006). Ciclo anual de los grupos dominantes del zooplankton en Navachiste, Sinaloa. Pp. 26-39. En: Hendrickx, M.E. (Ed). Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans 4(1). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM.
- Escobar, J., y López, D. (1981). Contribución al estudio taxonómico de la ictiofauna de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, 98 p.
- Flores-Vargas, R., Navarro-Rodríguez, M.C., Hernández-Vázquez, S., Saldierna-Martínez, R y Funes-Rodríguez, R. (2004). Distribución y abundancia de larvas de Pleuronectiformes en la costa de Jalisco y Colima, México. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 38(2): 65-80.
- Flores-Vargas, R., Navarro-Rodríguez, M.C., González-Guevara, L.F. y Saucedo-Lozano, M. (2017). Variación estacional de los principales grupos zooplanctónicos y parámetros físicos del Área Natural Protegida Laguna barra de Navidad, Jalisco. *Acta Pesquera* 3(6):34-50.
- Franco-Gordo, C., Godínez-Domínguez, E. y Suárez-Morales, E. (2001). Zooplankton biomass variability in the Mexican eastern tropical Pacific. *Pacific Science* 55(2): 191-202.
- Franco-Gordo, C., Godínez-Domínguez, E., Filonov, A.E., Tereshchenko, I.E. y Freire, J. (2004). Plankton biomass and larval fish abundance prior to and during the El Niño period of 1997-1998 along the central Pacific coast of Mexico. *Progress in Oceanography* 63: 99-123.
- Franco-Gordo, C., Godínez-Domínguez, E., Suárez-Morales, E. y Freire, E. (2008). Interannual and seasonal variability of the diversity and structure of ichthyoplankton assemblages in the central Mexican Pacific. *Fisheries Oceanography* 17(3): 170-190.

- Filonov, A.E., Tereshchenko, I.E., Monzón, C.O., González-Ruelas, M.E. y Godínez-Domínguez, E. (2000). Variabilidad estacional de los campos de temperatura y salinidad en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Ciencias Marinas* 26(2): 303-321.
- Galicia-Pérez, M.A., Gaviño-Rodríguez, J.H., Torres-Orozco, E. y Sánchez-Barajas, M. (2006). Condiciones hidrológicas y de circulación en el litoral de Colima durante el año 2002. En: Jiménez-Quiroz, M.C. y Espino-Barr, E. (eds). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*, pp. 135-148. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Harvey, A.W., Martin, J.W. y Wetzer, R. (2002). Phylum Arthropoda: Crustacea. En: Young, C.M., Sewell, M.A. y Rice, M.E. (eds). *Atlas of marine invertebrate larvae*, pp. 337-369. Academic Press, New York.
- Meyer-Willerer AO, BB Velázquez-González & M Patiño-Barragán. 2006. Ciclo anual de variables hidrológicas en el estuario Barra de Navidad, México. En: Jiménez-Quiroz MC & E Espino-Barr (eds). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*, pp. 135-148. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Moser, H.G. (1996). The early stages of fishes in the California Current region. *CalCOFI Atlas* 33: 1-1505.
- Navarro-Rodríguez, M.C., Hernández Vázquez, S., Funes Rodríguez, R. y Flores Vargas, R. (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):1-94.
- Navarro-Rodríguez, M.C., Flores-Vargas, R. y González-Ruelas, M.E. (2002). Variabilidad espacio-temporal de la biomasa zooplanctónica y la estructura termohalina en la zona costera de los estados de Jalisco y Colima, México. *Bol. Centro Invet. Biol.* 36 (3):244-265.
- Navarro-Rodríguez, M.C., Flores-Vargas, R., González-Guevara, L.F. y González-Ruelas, M.E. (2004). Distribution and abundance of *Dormitator latifrons* (Richardson) larvae (Pisces: Eliotridae) 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., González-Guevara, L.F., Flores-Vargas, R., González-Ruelas, M.E. y Carrillo-González, F.M. (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 Flores-Vargas, R. (2006b). Distribución y abundancia de las larvas de peces perciformes y pleuronectiformes de las costas de Jalisco y Colima, México. En: Jiménez-Quiroz, M.C. y Espino-Barr, E. (eds). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*, pp. 281-296. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México.
- Olivos-Ortiz, A., Salas-Pérez, J.J., García-Uribe, G., Galicia-Pérez, M.A., Torres-Orozco, e. y Quijano-Scheggia, S.I. (2006). Distribución horizontal de nutrientes y clorofila-a sobre la plataforma continental del estado de Colima durante 2002. En: Jiménez-Quiroz, M.C. y Espino-Barr, E. (eds). *Los recursos pesqueros y acuícolas de Jalisco, Colima y Michoacán*, pp. 53-65. Centro Regional de Investigación Pesquera de Manzanillo, Instituto Nacional de la Pesca, México.

- Owen, R.W. (1981). Fronts and eddies in the sea: mechanisms interactions and biological effects. En: Longhurst AR (ed). Analysis of marine ecosystems, pp 197-233.
- Pierrot-Bults, A.C. (1996). Phylum Chaetognata. En: Gasca, E. y Suárez-Morales, E. (eds). Introducción al estudio del zooplancton marino, pp. 529-596. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Pugh, P.R. (1996). Phylum Cnidaria, Clase Hydrozoa. En: Gasca, R. y Suárez-Morales, E. (eds). Introducción al estudio del zooplancton marino, pp. 71-100. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Ramos-Ruíz, J.L. (2005). Diagnóstico ambiental de la laguna Barra de Navidad, Jalisco-Colima, México. Tesis de Licenciatura. CucSur-Universidad de Guadalajara, Guadalajara, 79 p.
- Rodríguez-Cajiga, S. (1993). Macrofauna de la laguna Barra de Navidad, Jalisco. En: Salazar-Vallejo, S.I. y González, N.E. (eds). Biodiversidad Marina y Costera de México, pp 499-508. CONABIO y CIQRO, México.
- Rodríguez-Sánchez, M. y Ramírez-Martell, J.A. (1982). Contribución al estudio taxonómico de la clase Bivalva y Gasterópoda del Phylum Mollusca, de la laguna de Barra de Navidad, Jalisco. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, 65 p.
- Russell, F.S. y Yonge, M. (1969). The biology of Euphassis. Advances in Marine Biology. Vol 7, 454 pp. Academic Press, New York.
- Sandoval-Rojo, L.C., Flores-Verdugo, J.E., Zaragoza-Araujo, U., Day, J.W. y Estrada-Mercado, J.A. (1988). Phytoplankton productivity in the Barra de Navidad coastal lagoon on the Pacific coast of Mexico. Revista Hidrobiología Tropical 21(2): 101-108.
- Smith, P.E. y Richardson, S.L. (1979). Técnicas modelo para prospecciones de huevos de larvas de peces pelágicos. FAO Documento Técnico de Pesca 175: 1-107.
- Todd, C.D., Laverack, M.S. y Boxshall, G.A. (2002). Coastal marine zooplankton. A practical manual for students, 106 pp. Cambridge University Press, Cambridge.
- Zar, J.H. (1996). Biostatistical analysis. Prentice-Hall, Upper Saddle River. 662 p.

