

**VARIACIÓN ESTACIONAL DE LOS
PRINCIPALES GRUPOS
ZOOPLANCTÓNICOS Y PARÁMETROS
FÍSICOS DEL ÁREA NATURAL
PROTEGIDA LAGUNA BARRA DE
NAVIDAD, JALISCO.**

Ramiro Flores-Vargas¹⁻², María del Carmen Navarro-Rodríguez², Luis Fernando González Guevara ² y Mirella Saucedo Lozano¹

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

Gómez Farías No. 82 San Patricio-Melaque, Jalisco, México. (UDG-CA-341)

²Centro Universitario de la Costa, Campus Vallarta, Departamento de Ciencias, Universidad de Guadalajara Av. Universidad, No. 203 Delegación Ixtapa Puerto Vallarta C.P. 48280, Jalisco, México. (UDG-CA-885)

Recibido: 05 de septiembre de 2017

Aceptado: 31 de octubre de 2017

RESUMEN

Se analizó la variación estacional de los grupos zooplanctónicos, la salinidad (ups), temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mg/l) del área natural protegida laguna Barra de Navidad, Jalisco, México, de invierno a primavera de 2009-2010. De 32 muestras zooplanctónicas recolectadas, se obtuvieron un total de 100,532.25 organismos representados en 23 grupos, sobresaliendo por su importancia en 2009, los carideos con una abundancia relativa del 41.64 %, braquiuros con el 41.42 % y los copépodos representando el 11.68 %. En el periodo 2010 la composición fue de 21 grupos, de los cuales, cuatro representaron la mayor abundancia, carideos con el 33.58 %, braquiuros con 27.57%,

copépodos con 15.47 % y anomuros con el 10.82%. La temperatura en ambos periodos, fue de 25 a 31.5°C en 2009 y de 25 a 28°C en 2010. La salinidad quedó definida por la temporalidad del año de 28.0 a 34.0 ups en 2009 en el periodo de estiaje, en tanto que en el de lluvias fue de 24.0 a 31.0 ups. Para 2010 los valores registrados fueron de 30.0 a 33.5 ups en secas y de 31.0 a 33.0 ups en lluvias. Por otra parte el oxígeno disuelto fue relativamente homogéneo en ambos periodos con intervalos de 4.5 a 6.6 mg/l en 2009 y de 4.3 a 5.4 mg/l en 2010. En lo que respecta a la presencia y distribución de los grupos zooplanctónicos en el sistema, los braquiuros, carideos y copépodos, entre otros, fueron organismos residentes, en tanto que medusas, poliquetos, estomatópodos bivalvos cumáceos, gasterópodos, isópodos, anfípodos, entre otros, se atribuye a la influencia que ejercieron las mareas sobre la circulación interna del sistema, a través de procesos turbulentos de mezclas de aguas. Condición que ocasiono procesos de transporte del fondo a la superficie, favoreciendo por breves periodos el transporte y movimientos migratorios de estos grupos.

Palabras clave: Zooplankton, parámetros físicos, laguna Barra de Navidad.

ABSTRACT

The seasonal variation of zooplankton groups, salinity (ups), temperature (° C) and dissolved oxygen (mg / l) of the natural protected area Barra de Navidad lagoon, Jalisco, Mexico, from winter to spring 2009-2010 were analyzed. From a total of 32 zooplanctonic samples collected, were obtained a total of 100,532.25 organisms represented in 23 groups, standing

out for its importance in 2009 the caridos with a 41.64% relative abundance, brachures 41.42% and copepods 11.68%. In 2010 period the composition was of 21 groups, of which four represented the greatest abundance, caridos with 33.58%, brachures 27.57%, copepods 15.47% and anomores with 10.82%. The temperature in both periods was representative for tropical areas, from 25 to 31.5 ° C in 2009 and from 25 to 28 ° C in 2010. The salinity was defined by the seasonality of the year from 28.0 to 34.0 ups in 2009 dry season, while in the rainy season it was from 24.0 to 31.0 ups. For 2010 the registered values were of 30.0 to 33.5 ups in dry ones and in 31.0 to 33.0 ups in rains. On the other hand, dissolved oxygen was relatively homogenous in both periods with intervals of 4.5 to 6.6 mg / l in 2009 and 4.3 to 5.4 mg / l in 2010. As regards the presence and distribution of zooplanktonic groups in the system, brachures, caridos and copepods, among others, were resident organisms, while jellyfish, polychaetes, bivalve stomatopods, gastropods, isopods, amphipods, among others, is attributed to the influence exerted by the tides on the internal circulation of the system, through turbulent processes of water mixtures. Condition that caused transport processes from the bottom to the surface, favoring transport for short periods and migration of these groups.

Key words: Zooplankton, hydrological parameters of the Barra de Navidad lagoon

INTRODUCCIÓN

El zooplancton es un componente fundamental en la estructura trófica de los

ecosistemas acuáticos (Conde-Porcuna *et al.*, 2004). Estos organismos presentan una amplia diversidad de tamaños en lagunas costeras y tienen la capacidad de distribuirse en la columna de agua; además de ser desplazados por efectos físicos como las corrientes, frentes, surgencias, vientos, estratificación de la columna de agua y acoplamientos estuarino-costeros, entre otros (Álvarez-Silva y Gómez Aguirre, 2000; Álvarez-Silva *et al.*, 2006).

El principal componente de la biomasa está constituido por los diferentes taxos: eufáusidos, copépodos, quetognatos, medusas, estomatópodos, salpas, tunicados, entre otros. Por este motivo, el estudio de la dinámica y la productividad de los ecosistemas costeros son de gran importancia ecológica (Castro-Longoria *et al.*, 1989). Estudio sobre los mecanismos que regulan la riqueza del zooplancton en sistemas acuáticos son esenciales para comprender el funcionamiento y conservación de estos ambientes (Aranguren-Riaño *et al.* 2011, en López Serrano *et al.* 2013).

Conocer, interpretar y describir el comportamiento entre los procesos físicos y la dinámica de las comunidades planctónicas, ha sido objeto de estudio, principalmente la región del Noroeste de México, en donde se ha aplicado un mayor esfuerzo sobre el conocimiento de la composición y abundancia del zooplancton tanto en lagunas costeras como en aéreas específicas del Golfo de California. Algunos de estos trabajos, se han realizado en Bahía de la Paz (Lavaniegos-Espejo y González-Navarro, 1999), en Bahía San Ignacio-Navachiste (De Silva-Dávila *et al.*, 2006), en Bahía de los Ángeles (Lavaniegos-Espejo *et al.*, 2012; Hernández-Nava y Álvarez-Borrego, 2013) y las Guácimas en Sonora

(Álvarez-Tello *et al.*, 2015).

Con respecto a la región del Pacífico Central Mexicano, específicamente para la costa de Jalisco, las aportaciones en torno a temas relacionados con la distribución y abundancia de grupos zooplanctónicos en lagunas costeras, incluyendo el área de estudio son limitados, solo se cuenta con trabajos realizados por Sandoval-Rojo *et al.*, (1988); Álvarez del Castillo *et al.*, (1992); Rodríguez-Cajiga (1993); Navarro-Rodríguez *et al.*, (2004, 2010 y 2015); Meyer-Willerer *et al.*, (2006) y Gómez García *et al.*, (2015). Cabe mencionar que el presente trabajo es el primer estudio sobre los grupos zooplanctónicos que se realiza en la laguna Barra de Navidad, por lo que el principal objetivo es conocer la variación de la abundancia de los grupos zooplanctónicos y los parámetros físicos en la laguna Barra de Navidad.

MÉTODOS

Área de estudio

La laguna Barra de Navidad se ubica en la costa sur del municipio de de Cihuatlán, Jalisco a los 19° 12' y 19° 14' LN y los 104° 43' y 104° 45' LO (Fig.1). Cuenta con una extensión aproximada de 3.81 km², geográficamente es un sistema clasificado de acuerdo a Lankford (1977) como parte de la región "D" (localizada en la costa del Pacífico Mexicano, desde Mazatlán hasta la región de Centro América) quedando incluidas dentro del tipo III (plataforma de barrera interna) A (barrera de Gilbert Beaumont). Descrita por Carranza-Edwards (1975), como un sistema que pertenece a las unidades morfo tectónicas tipo VIII continentales de las costas mexicanas (Fig.1).

El sistema lagunar se ubica en el área de influencia de la cuenca del Río Chacala-Purificación, cuenta con aportes de agua fluviales vertidos por el arroyo tributario Arroyo Seco (Fig. 1) descargando al sistema grandes cantidades de material terrígeno de origen continental específicamente durante el temporal de lluvias (Meyer-Willerer *et al.*, 2006). El clima predominante es tropical sub-húmedo (Aw) con temperaturas promedio de 26.4 °C, (García, 1981). Con un régimen de lluvias de mayo a noviembre y una precipitación máxima de 400 mm y una promedio anual de 1,200 mm (Meyer-Willerer *et al.*, 2006). La batimetría del área de estudio es de tres metros en áreas someras y de hasta siete metros en el área de comunicación con el mar (Rodríguez, 1985).

Trabajo de campo

En el área de estudio fueron ubicados cuatro sitios de muestreo de forma lineal cubriendo una superficie de área de barrido de aproximadamente 2,964.2m², con una distancia aproximada entre sitios de 100 m (Fig.1) Las muestras se obtuvieron mediante ocho arrastres de enero de 2009 a diciembre de 2010, empleando la metodología estándar descrita por Smith y Richardson (1977); utilizando una lancha con motor fuera de borda y una red tipo Zeppelin, con luz de malla de 505 µm por 1.50 m de longitud y 0.60 m de diámetro de la boca equipada con flujómetro digital para medir el volumen de agua filtrada. Los arrastres fueron realizados con una duración de 10 minutos y bajo condiciones de marea alta, apoyándose en las tablas de marea emitidas por el Departamento de Oceanografía Física del CICESE (Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada)

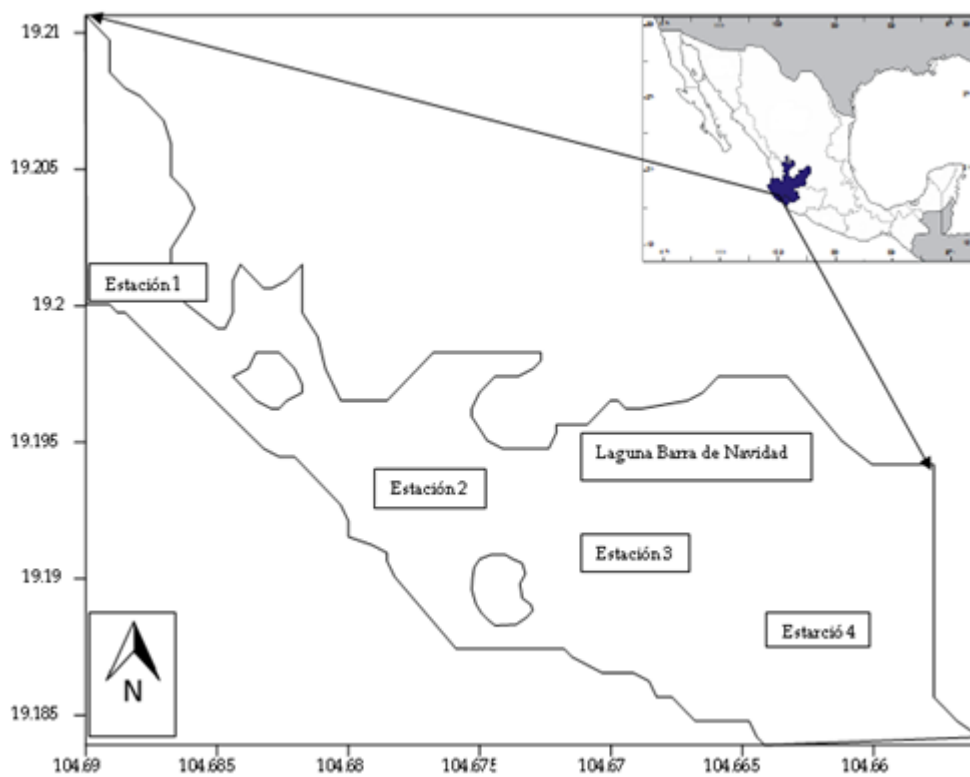


Figura 1. Área de estudio y ubicación de los sitios de muestreo en la laguna Barra de Navidad, Jalisco (2009-2010).

y a 10 cm por debajo de la superficie del agua para evitar tomar materia orgánica suspendida y sedimentos, de forma simultánea, en cada sitio de muestreo se obtuvieron los datos de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto superficiales por medio de un multiparámetro (Hach Sension 156). La profundidad y transparencia se determinaron mediante el disco de Sechii. El material recolectado fue colocado en frascos de plástico transparente de 1 litro de capacidad y preservado con alcohol al 50%

Trabajo de laboratorio

En el laboratorio, los grupos zooplanctónicos fueron separados y colocados en frascos (20mL) debidamente etiquetados para su posterior identificación, las principales fuentes bibliográficas utilizadas fueron Palomares *et al.*, (1998); Gasca y Suárez, (1996); Todd *et al.* 2000 y Miller y Kendall, (2009) y estandarizados a un volumen de mL/100m³ de agua filtrada mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{n}{V} \times 100$$

Donde:

E = abundancia normalizada

n = número de organismos

V = volumen filtrado de agua

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

$$\text{Vol. Filtrado} = \frac{\text{Distancia}}{\text{Área}}$$

Donde:

Distancia = (No. de revoluciones) (factor de calibración)

$\text{Factor de calibración}$ = 0.03671

$\text{Área} = \pi (3,1416) (r^2)$

r = radio de la boca de la red

RESULTADOS

Biomasa y composición zooplanctónica

La abundancia de los grupos zooplanctónicos estuvo influenciada por dos condiciones ambientales bien definidas en el área de estudio, la primera es en función a la comunicación permanente con el mar, a través de una boca efímera y bajo los efectos de los ciclos de mareas de tipo mixto, con dos pleamares y dos bajamares diarias, por lo que la distribución y abundancia estacional de la biomasa zooplanctónica fue moderada (Fig.2) principalmente durante la bajamar y la segunda condición fue durante el periodo de lluvias debido al aporte de nutrientes de mayo a noviembre por el cuerpo de agua Arroyo Seco. Meyer-Willerer *et al.* (2006) y Navarro-Rodríguez *et al.* (2015), señalan que estos procesos son importantes para variabilidad en la distribución y abundancia de la biomasa.

Por lo que el material recolectado estacionalmente de invierno a otoño 2009-2010, reportó un total de 100,532.25 organismos representados en 23 ordenes, de estos, tres grupos destacaron en 2009, por su abundancia, los carideos que registraron una abundancia relativa del 41.64 % y una abundancia promedio de 8,699.25 org/100 m³, seguido de los braquiuros con el 41.42 % y 8,653 org/100 m³ y finalmente los copépodos con el 11.68 % y 2,440.25 org/100 m³ (Tabla 1).

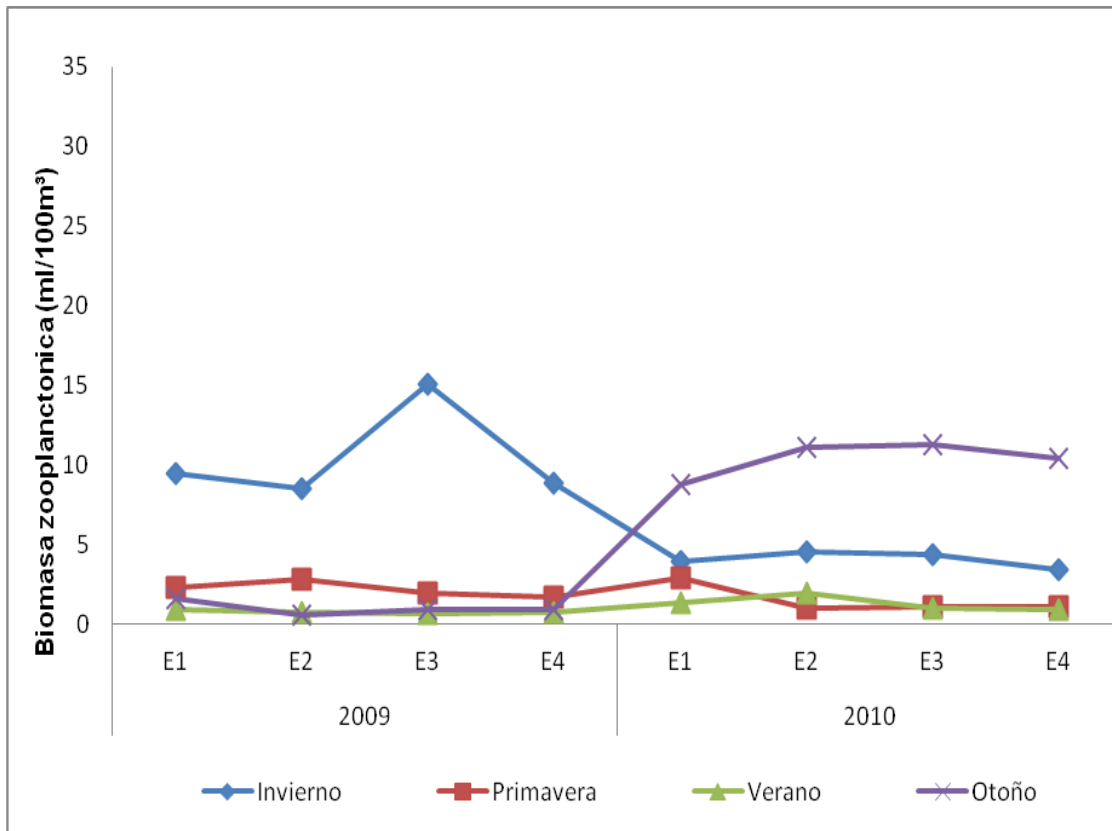


Figura 2. Variación estacional de la biomasa zooplanctónica en Barra de Navidad, Jalisco durante 2009-2010.

Por otro lado, los grupos que no presentaron una abundancia relativa significativa, se analizaron dentro del grupo de “otros” (larvas de peces, anomuros, quetognatos, entre otros) representando el 5% (Fig. 3).

Respecto al periodo de 2010 la composición de los grupos taxonómicos

estuvo constituida por 21 órdenes, de las cuales, presentaron la mayor abundancia relativa, los carideos constituyendo el 33.58 % y 2617.5 org/100 m³, seguido de los braquiuros con el 27.57% y 2149 org/100 m³ de abundancia promedio, los copépodos con el 15.47 % y 1206 org/100 m³ y finalmente los anomuros con el 10.82 % y 843.75 org/100 m² (Tabla 2).

Tabla 1. Abundancia promedio (org/100m³) y relativa (%) de los grupos zooplanctónicos capturados la laguna Barra de Navidad, Jalisco durante 2009.

Grupos Zooplanctónicos	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Abun.Promd. (Org/100 m ³)	Abundancia Relativa (%)
Carideos	18661	14172	966	998	8699.25	41.6
Braquiuros	20658	11561	1549	844	8653	41.4
Copépodos	3761	3631	1466	903	2440.25	11.7
Huevos de pez	427	401	692	264	446	2.1
Larvas de pez	361	174	116	81	183	0.9
Anomuros	0	76	200	170	111.5	0.5
Quetognatos	10	44	92	127	68.25	0.3
Anfípodos	19	158	16	17	52.5	0.3
Gasterópodos	13	26	103	64	51.5	0.2
Poliquetos	7	5	88	52	38	0.2
Estomatópodos	28	18	29	40	28.75	0.1
Apediculados	4	2	42	42	22.5	0.1
Salpas	23	20	0	29	18	0.1
Sifonóforos	2	2	1	55	15	0.1
Medusas	19	13	21	6	14.75	0.1
Larva zoeas	22	18	0	14	13.5	0.1
Cumáceos	16	19	6	0	10.25	0.0
Ostrácodos	22	7	3	3	8.75	0.0
Pterópodos	5	5	0	5	3.75	0.0
Cirripedios	5	4	3	3	3.75	0.0
Misidáceos	2	3	3	4	3	0.0
Bivalvos	3	1	3	3	2.5	0.0
Isópodos	2	1	1	2	1.5	0.0
Totales	44065	16189	5396	3721.3	20889.25	100

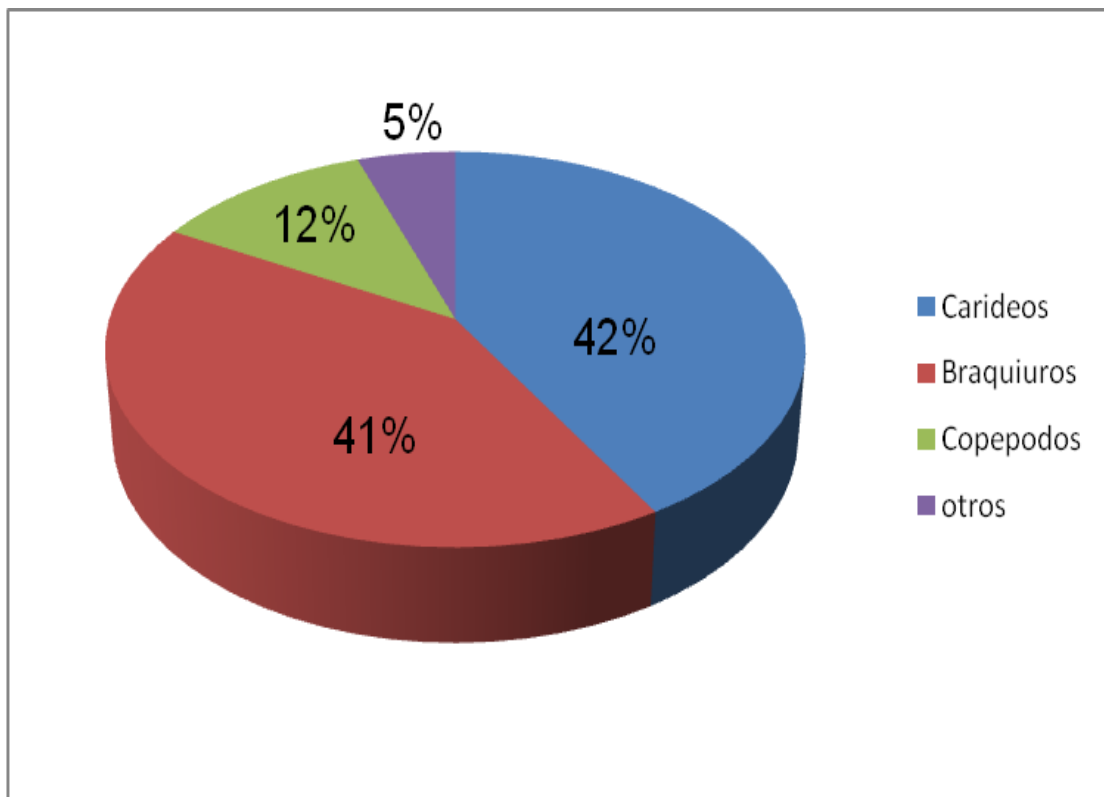


Figura 3. Porcentaje de abundancia de los grupos dominantes y los de menores densidades en Barra de Navidad, Jalisco durante 2009.

Variación estacional de los principales grupos zooplanctónicos

Tabla 2. Abundancia promedio (org/100m³) y relativa (%) de grupos zooplanctónicos capturados estacionalmente en la laguna Barra de Navidad, Jalisco durante 2010

Grupos Zooplanctónicos	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Abun.Porom. (Org/100 m ³)	Abund. Retativa (%)
Carideos	3685	1239	1793	3753	2617.5	33.6
Braquiuros	4084	1286	680	2546	2149	27.6
Copépodos	2948	996	672	208	1206	15.5
Anomuros	1441	857	729	348	843.75	10.8
Huevos de pez	663	579	412	48	425.5	5.5
Estomatópodos	314	75	112	238	184.75	2.4
Larvas de pez	214	82	25	39	90	1.2
Ostrácodos	83	85	12	18	49.5	0.6
Quetognatos	95	23	32	31	45.25	0.6
Larva zoeas	40	33	10	62	36.25	0.5
Anfípodos	8	12	9	82	27.75	0.4
Sifonóforos	47	48	7	2	26	0.3
Gasterópodos	36	29	6	26	24.25	0.3
Poliquetos	33	13	17	22	21.25	0.3
Apediculados	0	8	15	34	14.25	0.2
Medusas	0	4	4	43	12.75	0.2
Salpas	14	9	4	15	10.5	0.1
Cumaceos	0	0	3	9	3	0.0
Bivalvos	5	3	0	4	3	0.0
Misidáceos	2	1	3	5	2.75	0.0
Cirripedios	3	2	1	4	2.5	0.0
Totales	13710	5381	4542	7528	7795.5	100

Los grupos que no presentaron una abundancia relativa significativa, se ubicaron dentro del grupo de los “otros” donde se incluyeron a los estomatópodos, quetognatos, anfípodos, poliquetos, medusas, entre otros (Fig. 4).

Navarro-Rodríguez *et al.* (2015), señalan que la mayor diversidad se registró en invierno en donde el componente principal fueron los quetognatos, copépodos y carideos, en verano, braquiópodos, carideos y copépodos, para otoño por braquiuros, quetognatos y carideos y en primavera braquiuros, carideos y estomatópodos. López Serrano *et al.* (2013) mencionan que la tendencia de la distribución espacial del meso zooplancton mostró una respuesta diferencial, con alternancia entre agregaciones importantes en la temporada secas, indicando que los copépodos conformaron el grupo dominante en las temporadas de secas y lluvias. Coincidiendo con los autores, ya que en el presente trabajo en ambas temporadas dominaron ampliamente los braquiópodos, carideos y copépodos, con mayores abundancias en la temporada seca (otoño, invierno y primavera) y bastante frecuentes en las estaciones someras.

Por otro lado Contreras Espinoza (1993) y Suárez Morales (1994), señalan que la relación marea-volumen y el tiempo de permanencia del agua dentro del estero, propician un tiempo mayor de residencia del zooplancton. Es importante resaltar que la ocurrencia y la abundancia de diversos organismos mero planctónicos en sistemas lagunares dependen de los hábitos de reproducción y permanencia de los diversos estadios del ciclo de vida de las especies zooplanctónicas (Pantaleón-López *et*

al. 2005). Ruiz (1985), señala que en aguas someras de lagunas costeras, bahías, esteros y desembocaduras de los ríos, la temporada de reproducción de los crustáceos decápodos se lleva a cabo de primavera a verano en condiciones de temperaturas mayores de los 23°C, cubriendo un periodo de desove que se prolonga de siete a nueve meses al año, debido a este proceso numerosas larvas de crustáceos decápodos presentan una constante permanencia en los componentes zooplanctónicos.

Para el presente trabajo grupos como los braquiuros y carideos presentaron afinidad a las condiciones salinas del sistema, así como, una mayor distribución en las estaciones protegidas esta condición se atribuye a que estos dos grupos se pueden reproducir en la laguna debido a que las concentraciones salinas son similares a la del mar y a la condición de protección que brinda, lo que les permite mantenerse en este hábitat, contribuyendo al incremento de la biomasa, este hecho puede ser la causa probable de la dominancia de estos dos grupos sobre el resto de los organismos zooplanctónicos .

Los copépodos por su parte estuvieron presentes en los cuatro sitios de muestreo y en tres de las cuatro estaciones del año (secas), López-Serrano *et al.* (2013) señalan que la composición por grupos y abundancia del zooplancton en la Laguna Inferior (Sistema Lagunar Huave, Oaxaca) fueron los copépodos los que representaron el 80% del componente total de la biomasa, además de estar presentes tanto en las temporadas de secas y lluvias. En el presente trabajo los copépodos representaron al tercer grupo dominante en ambas temporadas (2009 y 2010) con el 11.68

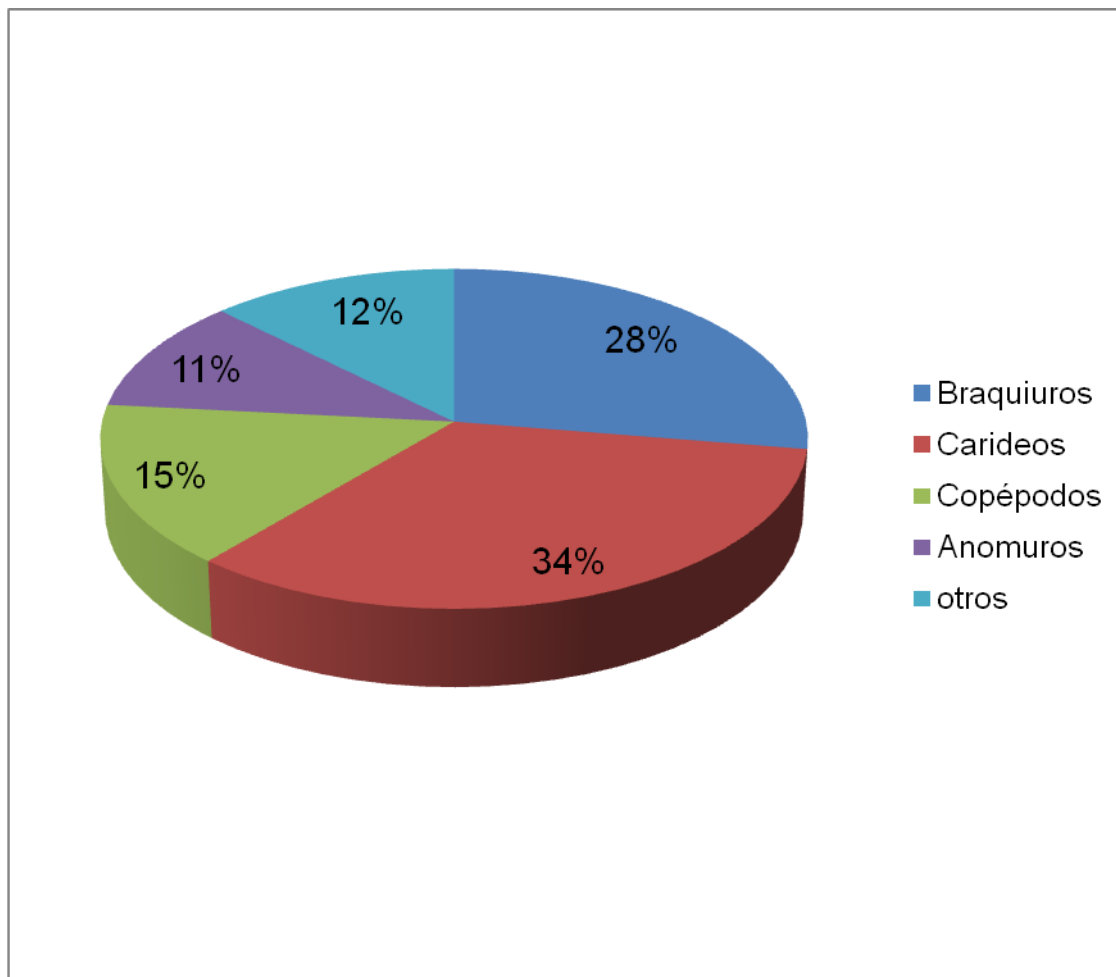


Figura 4. Porcentaje de abundancias de los grupos dominantes y los de menores densidades en Barra de Navidad, Jalisco durante 2010.

(2440.25 org/100 m³) y el 15 % (1206 org/100 m³) respectivamente, estuvieron ampliamente distribuidos debido a los procesos de mareas con respecto al resto de los organismos, puesto que la ocurrencia de otros grupos solo se determinó en ciertos meses, Yáñez-Arancibia, (1986, en Pantaleón-López *et al.* 2005) señala que la frecuencia de las especies en este tipo de hábitats se debe a sus estrategias alimentarias o bien reproductivas lo que les permite utili-

zarlos constantemente.

En lo que respecta a la presencia de medusas así como organismos bénticos como poliquetos, estomatópodos bivalvos cumáceos, gasterópodos, isópodos, anfípodos, entre otros, se atribuye a la influencia que ejercieron las mareas sobre la circulación interna del sistema, a través de procesos turbulentos de mezclas de aguas.

Condición que ocasiono procesos de transporte del fondo a la superficie, favoreciendo por breves periodos el transporte y movimientos migratorios de estos grupos debido a la poca profundidad del sistema lagunar, concordando con lo descrito por Meyer-Willerer *et al.* (2006).

Parámetros físicos

Con respecto, a la variación estacional de la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, se observó una clara influencia por las condiciones climáticas de la temporada. Es importante señalar que durante la el desarrollo del presente estudio fue “año niño” (El Niño-Oscilación del Sur) (ENSO 1009-2010) en el cual se describe para la primera mitad del año una etapa cálida y para la segunda mitad una fría. La temperatura registrada presentó variaciones con valores máximos y mínimos para las estaciones de invierno a primavera de 2009, de los 26.0 °C a 25.0 °C y de 31.0 a 29.0 °C respectivamente, aun cuando al final de primavera se presentó un ligero incremento en los promedios registrados para la temporada, de forma subsecuente en verano se presentó un incremento registrando valores de hasta 31.2°C, y en otoño donde los valores se establecieron a 31.5°C (Fig. 6). En cuanto al periodo de 2010 la variación de la temperatura en invierno presentó valores máximos de 29.0° C y mínimos 25.0 °C, en tanto que en primavera fueron de 31.5 a 28 °C, en verano los promedios fuero similares de 31.0 a 28.0 °C, hacia la parte final de otoño los valores promedios presentaron un descenso (27 °C) en la temperatura (Fig. 5). Meyer-Willerer *et al.* (2006), indican que la temperatura en la laguna barra de Navidad fue representativa para cuerpos tropicales, cálida en verano con promedios de (28.0-30.6°C) y templada en

época de secas de (25.0-28.9°C), por su parte Navarro-Rodríguez *et al.* (2001), mencionan que en la región norte de Jalisco la temperatura del mar estuvo altamente influenciada por el patrón estacional de la corriente del Pacífico Oriental, por lo que en la primera mitad del año de invierno a primavera las temperaturas fueron bajas (22.4 °C), en tanto que de abril a octubre se presentaron valores altos 28.8 a 29.8 °C (cálidas).

En el área de estudio, fue evidente identificar dos temporadas, una templada de invierno a primavera y una cálida de verano a otoño, es importante señalar que durante el periodo de estudio del presente trabajo, se presentaron durante el temporal de lluvias remanentes de agua continental por escorrentías y por el arroyo tributario Arrollo Seco con temperaturas más bajas por lo que en gran medida esta situación generó una baja en los valores bajos registrados en la temperatura, Navarro-Rodríguez *et al.* (2001), en un estudio realizado en las costas de Jalisco y Colima, establecen, un periodo cálido caracterizado por las altas temperaturas en verano, que puede ser relacionado con la intensificación de la Corriente Costera de Costa Rica, un segundo periodo de menor temperatura en invierno que puede ser relacionado con el desplazamiento con la Convergencia Intertropical, al mismo tiempo que la Corrientes costera de Costa Rica se debilita y un periodo de transición que se caracteriza por un incremento en la temperatura en primavera y verano. Situación fue observada de acuerdo a los registros señalados con anterioridad, además de contar con los procesos de mareas que facilitaron la entrada de agua fría al interior del sistema lagunar. Por su parte Flores-Verdugo *et al.* (1989) explican que el grado de exportación o

Variación estacional de los principales grupos zooplanctónicos

reciclamiento dentro del propio ecosistema va a depender, en gran parte, de las características geomorfológicas, de la intensidad de las mareas y los aportes fluviales.

Los valores de los registros de la salinidad en el sistema fueron elevados durante invierno (28.0-34.0 ups) y primavera (31.5 a 34.0 ups), pero en verano en la época de lluvias, ésta disminuye, formándose un gradiente de menor a mayor concentración de salinidad, partiendo de la entrada de agua dulce aportada por Arroyo Seco a través de la boca y hacia los sitios con mayor mezcla,

presentando valores de 24.0 a 30 ups, para nuevamente en otoño presentar valores de 31.0 debido por los aportes de agua marina por medio de las mareas (Fig.5). Para 2010, la salinidad fue relativamente alta y con variaciones menores tanto en temporada de lluvias como en la de secas, presentando durante el invierno valores de 30.5 a 32.0 ups, desde la boca hacia la zona de mezcla, en primavera se registraron valores de 33.3 a 33.5 ups, siendo los registros más altos en ambas temporadas, en tanto que en verano y otoño se presentaron valores de 31.0 y 32.0 ups, en ambas estaciones (Fig. 5).

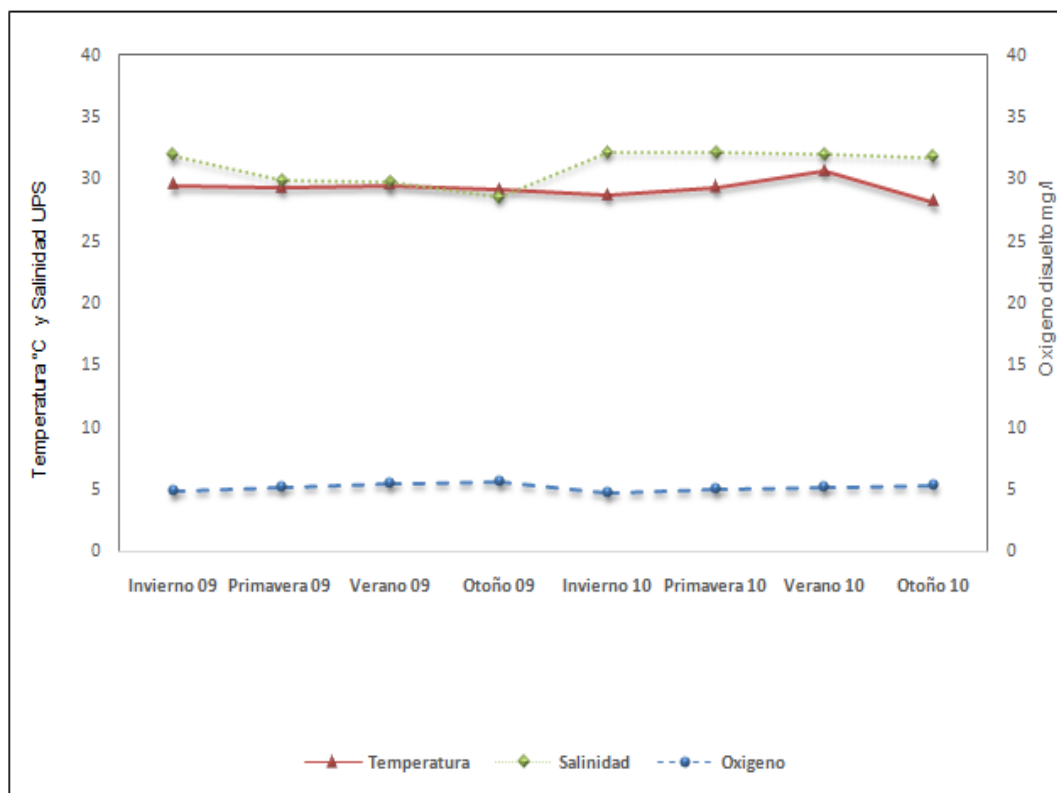


Figura 5. Variación estacional de la temperatura (°C), salinidad (ups) y oxígeno disuelto en Barra de Navidad, Jalisco durante 2009-2010.

Navarro-Rodríguez *et al.* (2001) y Navarro-Rodríguez *et al.* (2002) señalan que las variaciones en la salinidad en la zona costera de la parte norte de Jalisco, se debieron principalmente a las escorrentías, a los aportes pluviales y a los aportes proveniente de ríos que desembocan a lo largo de la zona costeras durante el temporal lluvias. El área de estudio durante 2009 se presentó una temporada con aportes importantes de agua dulce procedente del Arroyo Seco lo que generó un decremento en la salinidad (24.0 ups), sin embargo, de invierno a primavera para 2010 las condiciones salinas fueron más estables con registros de 33.0 ups (Fig. 5).

Respecto al oxígeno disuelto, los promedios registrados desde la boca hacia la zona somera y de mezcla, con valores relativamente homogéneos en invierno 2009 de 4.6 a 5.0 mg/l, en primavera de 4.5 a 5.5 mg/l, en verano de 5.7 a 6.6 mg/l, al final del otoño con de 4.5 a 5.5 mg/l. Para el periodo 2010 presenta un patrón similar al 2009, valores en invierno de 4.3 a 5.3 mg/l, en primavera de 5.6 a 6.3 mg/l, en verano de 4.6 a 5.4 mg/l, al final de la temporada de estudio en otoño se registraron los valores relativamente más bajos con un máximo 4.9 mg/l y un mínimo de 3.8 mg/l (Fig.5).

Al respecto, Meyer-Willerer *et al.* (2006) para el mismo sistema describe una sobre saturación de oxígeno disuelto de 10.05 mg/l, señala que la laguna recibe grandes aportes de nutrientes de origen terrígeno así como aguas residuales, lo que genera una elevada biomasa de fitoplancton, elevando probablemente la concentración de oxígeno como resultado de la fotosíntesis. Por su parte Ramos-Ruiz (2005) señala que las concentraciones de oxígeno

posiblemente puedan estar relacionadas con los cambios estacionales de la laguna, por ser un cuerpo de agua con boca efímera se considera que la energía de la marea es determinante en el funcionamiento hidrobiológico así como en la composición de la comunidad zooplanctónica de la misma.

Cabe señalar que la laguna Barra de Navidad forma parte de ocho sistemas RAMSAR decretados en 2008 (CONANP, 2015), en la costa de Jalisco. Las características propias de este sistema como muchos otros, juega un papel primordial como áreas propicias favoreciendo la reproducción y crianza la disponibilidad de alimento y desarrollo de numerosos organismos, dado que existe una elevada energía y productividad determinando que, en la mayoría de los casos, estos sistemas son verdaderos viveros de numerosas especies, que posteriormente como juveniles y adultos se integraran a los stocks productivos en donde son aprovechados tanto por la pesca comercial como artesanal, por lo que es importante establecer políticas ambientales preventivas, para lo cual es necesario conocer las características naturales y sociales del área, de manera que las relaciones que se generan entre el desarrollo y los componentes específicos del ambiente puedan identificarse (Navarro-Rodríguez *et al.*, 2002; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2006; Navarro-Rodríguez *et al.*, 2015).

LITERATURA CITADA

- Álvarez del Castillo, M., Hendriks, 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. y Gómez-Aguirre, S. (2000). Listado actualizado de la fauna de copépodos (Crustácea) de las lagunas costeras de Veracruz, México. *Hidrobiológica*. 10(2): 161-164.
- Álvarez-Silva, C., Miranda-Arce, G., De Lara-Issasi, G. y Gómez-Aguirre, S. (2006). Zooplancton de los sistemas estuarinos de Chantuto y Panzacola, Chiapas, en época de secas y lluvias. *Hidrobiológica*. 16(2): 175-182.
- Álvarez-Tello, F.J., López-Martínez, J., Funes-Rodríguez, R., Lluch-Cota, D. B., Rodríguez-Romero, J. y Flores-Coto, C. (2015). Composición estructura y diversidad del mesozooplancton en Las Guíasimas, Sonora, sitio Ramsar en el Golfo de California, durante el año de 2010. *Hidrobiológica*. 25 (3): 321-334.
- Beers J. R. (1976). Volumetric methods. En: STEEDMAN HF (ed). *Zooplankton fixation and preservation*, pp. 56-60. UNESCO Press, Paris.
- Conde-Porcuna, J. M., Ramos-Rodríguez, E. y Morales-Baquero, R. (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Ecosistemas*. 13(2): 23-29.
- Carranza-Edwards, A. Gutiérrez-Estrada, M. y Rodríguez-Torres, R. (1975). *Anales del Centro Ciencias del Mar y Limnología. Unidades Morfo-Tectónicas Continentales de las Costas Mexicanas*. Univ. Nal. Autón. México. 2(1): 281-88.
- Castro-Longoria, R. (1989). Aspectos generales de las lagunas costeras. *Unísono*, 46: 22.
- CONANP. (2015). Programa de Conservación y Manejo (PCyM) de la Laguna Barra de Navidad Humedal de importancia Internacional. Comisión Natural áreas Naturales Protegidas: http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/lineamientos_instrumentos/LAGUNA_BARRA_DE_NAVIDAD.pdf
- Contreras Espinoza, F. (1993). Ecosistemas costeros mexicanos. 1ra. edición. México: Editorial Técnico Científicas SA. de CV, 415 p.
- De Silva-Dávila, R., Palomares-García, R., Zavala-Norzagaray, A. y Escobedo-Urías, D. C. (2006). Ciclo anual de los grupos dominantes del zooplancton en Navachiste, Sinaloa. *Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans*. 4(1): 25-39.
- Flores Verdugo, F.J., Briseño Dueñas, R., González Farías, F. y Calvario Martínez, O. (1989) Balance de carbón en un ecosistema lagunar estuarino de boca efímera en la costa noroccidental de México (estero El Verde Sinaloa). En: de la Rosa Vélez y González Farías F., comp. *Temas de Oceanografía Biológica en México*. Baja California Sur 139-159.
- García, E. (1981). Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarse a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México 243p
- Gasca, R. y Suárez-Morales, E. (1996). Introducción al estudio del zooplancton marino. El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, México. 771 p.

- Gómez-García, M.J., Godínez-Siordia, D.E. Flores-Vargas, R. Saucedo-Lozano, M. y Navarro-Rodríguez, C. (2015). Fluctuación de la biomasa zooplanctónica en el estero "El Ermitaño" Jalisco, México. *Revista Bioma* (38):, 31-37.
- Lavaniegos-Espejo, B. y González-Navarro, E. (1999). Cambios en la comunidad de copépodos durante el ENSO 1992-93 en el Canal de San Lorenzo, Golfo de California. *Ciencias Marinas*. 25(2): 239-265.
- Hernández-Nava, M. and Álvarez-Borrego, S. (2013). Zooplankton in a whale shark (*Rhincodon typus*) feeding area of Bahía de los Ángeles (Gulf of California). *Hidrobiológica*. 23(2): 198-209.
- Lavaniegos-Espejo, B., Heckel, G. and Ladrón-De-Guevara, P. (2012). Seasonal variability of copepods and cladocerans in Bahía de los Ángeles (Gulf of California) and importance of *Acartia clausi* as food for whale sharks. *Ciencias Marinas*. 38: 11-30.
- Lankford, R.R. (1977). Coastal lagoons of Mexico. Their origin and clasification, p. 182-215. In: Wiley, M. (Ed.). *Estuarine Processes*. Academic Press, Inc., Nueva York, 2: 428.
- López Serrano A., Serrano Guzmán, S. J. (2013) Composición por grupos y abundancia del mesozooplankton en la Laguna Inferior (Sistema Lagunar Huave, Oaxaca, México), en mayo y septiembre de 2007. *Ciencia y Mar*, XIX (51): 3-14.
- Meyer-Willerer, A .O., BB Velázquez-González, B.B. y Patiño-Barragán, M. (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.
- Miller, B.S. and Kendall, A.W. (2009). *Early life history of marine fishes*. 2a. edición. Los Angeles Editorial University California, 363.
- Navarro-Rodríguez, M. C., Hernández-Vázquez, S., Funes-Rodríguez, R. y Flores-Vargas, R. (2001). Distribución y abundancia de larvas de la Familia Haemulidae, Scianidae y Carangidae de la plataforma continental de Jalisco y Colima, México. *Bol. del Centro de Invest. Biol. Universidad del Zulia Maracaibo Venezuela* 35(1):1-24
- 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. del Centro de Invest. Biol. Universidad del Zulia Maracaibo Venezuela* 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. *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. *Biología Marina y Oceanografía* 41(1): 35-43.

- Navarro-Rodríguez, M. C., Flores-Vargas, R., González-Guevara, L.F., Téllez-López, J. y Amparan-Salido R. (2010). Distribución y abundancia de larvas de *Dormitator latifrons* (Pisces: Eleotridae) en el estero Boca Negra, Jalisco, México. *Ciencia y Mar* 14(40): 3-9.
- Navarro-Rodríguez, M. C., Flores-Vargas, R y González-Guevara, L.F. (2015). Variación estacional de los principales grupos zooplanctónicos del área natural protegida estero El Salado, Jalisco, México. *Bio Ciencias* 3(2): 103-115.
- Palomares, R., Suárez-Morales, E. y Hernández-Trujillo, S. (1998). Catálogo de los copépodos (Crustacea) pelágicos del Pacífico Mexicano. ECOSUR, 1ª edición. México: Editorial Regina de los Ángeles S.A. de C.V. 352p.
- Pantaleón-López, B., Aceves, G. y Castellanos, I. A. (2005). Distribución y abundancia del zooplancton del complejo lagunar Chacahua-La Pastoría, Oaxaca, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 76(1), 63-70.
- Rodríguez, S.(1985). Informe general sobre el conocimiento actual de la Laguna de Barra de Navidad, Jalisco México, Universidad Autónoma de Guadalajara, 45 p.
- Rodríguez-Cajiga, S. 1993. Macrofauna de la laguna Barra de Navidad, Jalisco. En: Salazar-Vallejo S. I. & N.E. González (eds). *Biodiversidad Marina y Costera de México*, pp 499-508. CONABIO y CIQRO, México
- Ruíz, M. F. (1985). Recursos pesqueros de las costas de México. Limusa. 208 p.
- Sandoval-Rojo, L.C., Flores-Verdugo, F. J., Zaragoza-Araujo, U., Day, J.W. and Estrada-Mercado, Jr. A. (1988). Phytoplankton productivity in the Barra de Navidad coastal lagoon on the Pacific coast of Mexico. *Revista Hidrobiología Tropical* 21(2): 101-108.
- 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 248-268 pp.
- Smith, P.E. y Richardson, S.L. (1977). Técnicas modelo para prospecciones de huevos de larvas de peces pelágicos. Departamento de Pesca F. A. O. Roma Italia. Doc. Pesca. No. 175, 107 p.
- Todd, C. D. Laverack, M. S. y Boxshall, G. (2000). *Coastal marine zooplankton*. USA. Cambridge University Press 106p.

