

**Variación zooplanctónica del sitio RAMSAR
Laguna Agua Dulce, Municipio de Tomatlán,
Jalisco, México.**

**Zooplankton variation of the Laguna Agua
Dulce RAMSAR site, Municipality of
Tomatlán, Jalisco, Mexico.**

Ramiro Flores-Vargas¹, María del Carmen
Navarro-Rodríguez ², Luis Fernando González
-Guevara²

*1Centro Universitario de la Costa Sur,
Departamento de Estudios para el Desarrollo
Sustentable de Zonas Costeras, Universidad de
Guadalajara ((UDG-CA-885) ² Centro
Universitario de la Costa, Campus Vallarta,
Departamento de Ciencias Biológicas, Centro
de Investigaciones en Recursos Naturales
(CIRENA), Universidad de Guadalajara (UDG-
CA-885

Recibido: 12 de mayo de 2019

Aceptado: 08 de junio de 2019

RESUMEN

Se analizó la variación estacional de grupos zooplanctónicos, así como las variables de salinidad (ups), temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/l) y potencial de hidrogeno (pH), correspondiente a 24 meses de los años 2010 al 2012 del Sitio Ramsar más extenso del Municipio de Tomatlán en el Estado de Jalisco. Se recolectaron un total de 144 muestras zooplanctónicas, conformadas por 241.26 org./100m³, representados en 12 órdenes. En el periodo de 2010 se registraron nueve grupos en donde los copépodos dominaron con una abundancia relativa del 38.2 %, en tanto que para el periodo de 2011 los brachyuros destacan de entre los 11 órdenes registrados con el 36.5 %, mientras que, de nueva cuenta, los copépodos constituyeron para el 2012 el 27.45 % de la abundancia relativa de los 10 ordenes representativos en este último ciclo. De la diversidad de grupos distribuidos en el sistema lagunar los copépodos, quetognatos y

larvas de peces fueron considerados de origen marino, mientras que a los brachyuros y peneidos se catalogaron como grupos residentes en el sistema lagunar. La temperatura mostró fluctuaciones en los tres periodos de hasta 8.0°C, con valores mínimos de 23.2°C y máximos de 32.8°C. En cuanto a la salinidad, ésta acentúa la relación existente con la temporalidad de secas y lluvias, por lo que los promedios máximos y mínimos registrados fueron de 35 a 30.0 ups. Los valores máximos y mínimos de oxígeno disuelto registrados fueron relativamente homogéneos, mostrando un gradiente para 2010 de 4.5 hasta los 6.9 mg/l, de 4.4 a 6.9 mg/l para la temporada 2011 y para la temporada 2012 de 4.1 a 5.9 mg/l. Se observó una condición estable y relativamente homogénea del potencial de hidrogeno a lo largo del cuerpo costero, en donde los valores mínimos (7.0) se registraron en el temporal de lluvias y los más alcalinos (8.9) en temporada de secas.

Palabras clave: Variación zooplanctónica, variables físico-químicas, sitio RAMSAR, laguna Agua Dulce.

Abstract

Seasonal variation of zooplankton groups was analyzed, as well as the variables of salinity (ups), temperature (° C), dissolved oxygen (mg / l) and hydrogen potential (pH), corresponding to 24 months of the 2010 to 2012 years in the most extensive Ramsar Site of the Municipality of Tomatlán in the State of Jalisco. A total of 144 zooplankton samples were collected, consisting of 241.26 org./1000m³, represented in 12 orders. In the 2010 period, nine groups were registered in which the copepods dominated with a relative abundance of 38.2%, while for the 2011 period the brachyuros stand out among the 11 registered orders with 36.5%, while, once more the copepods constituted 27.45% relative

abundance of 38.2%, while for the 2011 period the brachyuros stand out among the 11 registered orders with 36.5%, while, once more the copepods constituted 27.45% relative abundance of the 10 representative orders in this last cycle 2012. From the diversity of groups distributed in the lagoon system, the copepods, ketognaths and fish larvae were considered of marine origin, while brachyurans and penaeids were classified as resident groups of the lagoon system. Temperature showed fluctuations of up to 8.0 °C in the three periods, with minimum values of 23.2 °C and maximums of 32.8 °C. As for salinity, it accentuates the existing relationship with the dry season and rainfall, so the maximum and minimum averages recorded were from 35 to 30.0 ups. The maximum and minimum values of dissolved oxygen registered were relatively homogeneous, showing for 2010 a gradient from 4.5 to 6.9 mg / l, 4.4 to 6.9 mg / l for the 2011 season and for the 2012 season from 4.1 to 5.9 mg / l. A stable and relatively homogeneous condition of the hydrogen potential was observed throughout the coastal body, where the minimum values (7.0) were registered in the rainy season and the most alkaline (8.9) in the dry season.

Key word: Zooplankton variation, physical and chemical variables, RAMSAR site, lagoon Agua Dulce.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas lagunares estuarinos distribuidos en las regiones costeras, presentan características hidrológicas y ecológicas muy particulares, además de ser relevantes desde la perspectiva de la investigación científica y de la conservación de la biodiversidad (Yáñez-Arancibia y Lara-Domínguez 1999).

Son ampliamente reconocidos como los ambientes más productivos de la biósfera debido esencialmente a la disponibilidad de nutrientes de origen continental, mismos que son transportados por ríos y escurrimientos, y

depositados en los diversos sistemas estuarinos costeros, en donde debido a su elevada fertilidad sostienen una rica y compleja cadena alimentaria, caracterizada por una elevada producción pesquera (Flores Verdugo, 1989; Suárez-Morales, 1994a y Flores-Verdugo *et al.* 2007).

Estos sistemas costeros son reconocidos como ecosistemas acuáticos de transición entre el ambiente marino y terrestre, como hábitat de diversas comunidades biológicas tanto de crustáceos, moluscos y peces adultos, que utilizan éstos ambientes de forma permanente o transitoria (Esparza-Salas, 2001), razón por la cual la biomasa zooplanctónica se considera como uno de los componentes colectivos fundamentales distribuidos en torno a estos sistemas (Denman y Powell, 1984).

La biomasa zooplanctónica, está compuesta por un conjunto heterogéneo de taxones de diversos tamaños, morfología y composición química (Cifuentes *et al.* 1987), referida también como zooplankton verdadero y meroplankton, es este último que se conforma por organismos transitorios, es decir, que pasan un corto estadio larval como zooplankton y posteriormente transitan de larva a pre juveniles que se integran al bentos o bien al necton resultando ser un componente fundamental en la estructura y dinámica trófica de los ecosistemas acuáticos, de lo anterior, que el zooplankton es reconocido como un componente esencial en la transferencia de energía entre los productores primarios y los niveles tróficos superiores, proceso que regularmente derivan en una importancia económica en diversos sistemas acuáticos (Navarro-Rodríguez *et al.*, 2002; Conde-Porcuna *et al.*, 2004). Su variabilidad espacio temporal se ve influenciada por factores bióticos y abióticos que a su vez determinan su distribución y abundancia, y que, al mismo tiempo, tanto la riqueza como la abundancia pueden verse influenciadas por la diversidad de especies del fitoplancton (Gómez-Márquez *et al.*, 2013).

Es reciente en el Pacífico Central Mexicano la suma de esfuerzos cuyo objetivo es dar a conocer la importancia de la estructura de la comunidad de organismos zooplanctónicos en tiempo y espacio en diversos ambientes lagunares costeros, incidiendo sobre el estado y condiciones de las comunidades zooplanctónicas con afinidad estuarino-lagunares y sus efectos e influencias por el intercambio de aguas continentales en la mayor parte de los ecosistemas lagunares estuarinos del Estado, entre estos trabajos destacan, Mariscal-Romero *et al.*, (2004), Meyer-Willerer *et al.* (2006), Navarro-Rodríguez *et al.* (2001, 2002, 2004, 2010, 2015, 2018), Flores-Vargas *et al.* (2008a, 2008b, 2017), Gómez García *et al.* (2015) y González Padilla *et al.* (2017) El principal objetivo del presente estudio es conocer las fluctuaciones de la composición y distribución de los principales grupos zooplanctónicos presentes en la laguna costera Agua Dulce.

MÉTODOS

Área de estudio

La laguna Agua Dulce se localiza en la región central costera del municipio de Tomatlán, Jalisco y se ubica en las coordenadas geográficas de los 22° 40' y 22° 44' de Latitud Norte y 105° 40' y 105° 44' Longitud Oeste, la dirección de su eje corre de Suroeste-Noroeste paralelo a la línea de costa, en la primera parte se ubica el área más amplia de (2,100 m) y en la segunda la parte más angosta (aproximadamente 40m de ancho), lugar en donde se ubica la boca de intercomunicación con el mar. Su cuenca es de aproximadamente 44.27 km² y una superficie de espejo de agua de 700 h (Ocegueda 1980).

En la descripción de Lankford (1977), geográficamente la laguna esta descrita como parte de la región "D" que se localiza 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), a su vez descrita por Carranza-Edwards (1980), como un sistema perteneciente a las unidades morfo tectónicas tipo VIII continentales de las costas mexicanas. Al respecto debido a las características físicas la laguna Agua Dulce se establece como un sistema endorreico debido a que se ubica en una depresión costera separada del medio marino por una barrera de aproximadamente 150 m de ancho y 2.8 km de largo (Ocegueda 1980), (Fig. 1).

Debido que el sistema en estado natural escasamente presenta intercomunicación directa con el mar, durante los periodos más cálidos de primavera a verano la columna de agua suele presentar un ambiente hiperhalino (<40 ups) (Mariscal-Romero *et al.*, 2004), por tal motivo desde la década de los setentas se implementó un programa de manejo en el cual consistió en la construcción de un canal artificial (Ocegueda 1980), lugar por donde anualmente, de forma intermitente recibe aportes de agua dulce o salobre procedente del estero Ermitaño, mismo que tiene su origen del río María García (Landa-Jaime, 2003), actualmente el canal de intercomunicación cuenta con compuerta que regula el nivel entre ambos sistemas (Fig 2), esto a manera de estrategia para evitar la desecación del Ermitaño principal proveedor de agua dulce, por otro lado, esporádicamente Agua Dulce tiene comunicación al mar, misma que ocurre por actividad antropogénica, esta acción regularmente contribuye a mejorar las condiciones físicas y químicas del sistema así como la renovación de la fauna de origen marino que ingresa al ambiente lagunar (Flores Vargas *et al.*, 2008a).

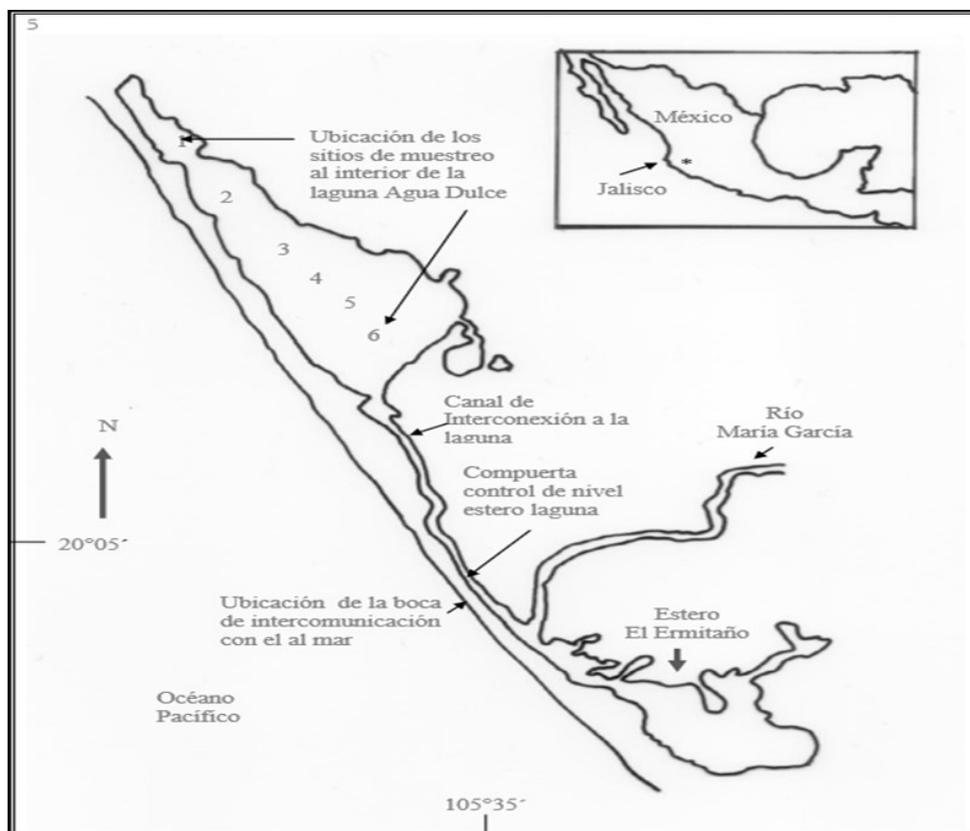


Figura 1. Área de estudio y sitios de muestreo en la laguna Aguadulce Dulce, Jalisco (2010 - 2012).



Figura 2. Canal de intercomunicación que controla el flujo y nivel del agua de la laguna Agua Dulce.

Sustratos y batimetría

El sistema lagunar se caracteriza por presentar una batimetría que va desde los 20cm en las áreas más someras hasta los 2.6 m en la parte central. El fondo lagunar, se compone de sedimentos integrados por arenas en el área de influencia de la boca de intercomunicación con el mar y de limo-arcillosos suave en el resto del sistema (Flores-Vargas *et al.*, 2008a).

Trabajo de campo

A partir de un muestreo preliminar, fueron ubicados seis sitios de muestreo de forma lineal cubriendo un área de barrido de aproximadamente 2,964.2 m², con una distancia entre sitios de aproximadamente 300 m (Fig.1). Empleando la metodología descrita por Smith y Richardson (1979); con el apoyo de 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, se obtuvieron 144 muestras biológicas de un total de 24 arrastres diurnos realizados entre las 10 a 12 horas desde marzo de 2010 a diciembre de 2012. Los arrastres fueron rectilíneos y a 20 cm por debajo de la capa superficial del agua para evitar tomar materia orgánica suspendida y sedimentos y con una duración de 10 minutos, 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 Sesión 156). La profundidad y transparencia se determinaron mediante el disco de Secchi. El material recolectado fue colocado en frascos de plástico transparente de un litro de capacidad y preservado con alcohol al 50%.

Trabajo de gabinete

En laboratorio se determinó la biomasa zooplanctónica de las muestras mediante el método de volumen desplazado por Beers, (1976), las muestras fueron colocadas y debidamente conservadas y etiquetados en frascos

de plástico (50 ml).

La identificación se realizó mediante fuentes bibliográficas especializadas (Moser, 1996; Palomares *et al.*, 1998; Gasca y Suárez, 1996; Todd *et al.* 2000 y Miller y Kendall, 2009) y normalizados a un volumen de ml/100 m³ mediante la siguiente fórmula:

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

En donde:

E = abundancia normalizada

n = número de organismos

V = volumen de agua filtrada (m³)

Para estimar el volumen de agua filtrada, 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

Área = $\pi (3,1416) (r^2)$

r = radio de la boca de la red.

RESULTADOS

Composición zooplanctónica

La abundancia de la biomasa y diversidad de los grupos zooplanctónicos estuvo influenciada por diferentes condiciones ambientales y de manejo, ampliamente definidas en el área de estudio, en **primer** lugar la laguna se identifica como un sistema semicerrado, por lo que su comunicación con el mar fue una vez al año y directamente determinada por intervención humana, esta acción permitió establecer una **segunda** condición, la dependencia en un 90 % del suministro de agua salobre y/o dulce es procedente del estero el Ermitaño (Fig. 2), principal reservorio y proveedor de nutrientes tanto de origen terrígeno como marino principalmente en temporada de lluvias y de gran significancia en términos de reposición de componentes fitoplanctónicos, mero-planctónicos y zooplanctónicos;

Variación zooplanctónica del sitio RAMSAR

una **tercera** condición fue la baja diversidad de especies distribuidas en la columna de agua, que en cierta medida se atribuye a la temporada de sequía. Lo que permite inferir que la mayoría de los grupos al ser parte de los productores primarios, son aprovechados como alimento por los consumidores primarios, estos a su vez por los consumidores secundarios los desarrollan y crecen en el cuerpo de agua, aunado a esto, se debe considerar el hecho de que la laguna es aprovechada como área natural para el desarrollo y crecimiento de diversos recursos pesqueros que son aprovechados de forma controlada, de esta forma, todas las especies que penetran al sistema no siempre se reproducen, por lo tanto, la biomasa del zooplancton se beneficia en cierta medida con el suministro de agua proporcionada por el estero Ermitaño.

Durante el desarrollo del presente estudio se observó que la diversidad zooplanctónica no fue permanente, es decir, los braquiuros y carideos integrantes del meroplancton en estadios tempranos, se integran al bentos donde permanecen hasta su fase adulta, la mayoría de los

grupos zooplanctónicos mostraron menor abundancia en los meses lluviosos, mientras que, en los meses secos se presentó una abundancia mayor de manera gradual

El material recolectado de los 24 muestreos realizados de 2010 a 2012, se obtuvo un total de 241,266.0 org./100m³, distribuidos en 12 órdenes (más el conteo de huevos de peces), presentando la siguiente composición, para el periodo de 2010 se registraron nueve grupos, de los cuales cuatro de ellos destacaron por su abundancia, tal es el caso de copépodos con una abundancia relativa del 38.2 % y una abundancia promedio de 3066.5 org/100 m³, seguido por los quetognatos con 16.6 % y 1327.3 org/100 m³, braquiuros con 13.5 % y 1086.0 org/100 m³ finalmente los peneidos con 12.1 % y 968.3 org/100 m³ (Tabla 1).

Los grupos que no presentaron una abundancia relativa significativa superior al 10% se agruparon como "otros" (larvas de peces, zoeas, estomatópodos, entre otros) representando un total de 19.6% (Fig. 3).

Tabla 1. Abundancia promedio (org/100m³) y relativa (%) de los grupos zooplanctónicos capturados mensualmente en la laguna Agua Dulce, Jalisco durante 2010.

GRUPOS ZOO-PLANCTÓNICOS	MAR	JUN	SEP	NOV	ABUND.PROM. ORG/100 m ³	ABUND. RELT. (%)
Copépodos	6728	2552	245	2741	3066.5	38.2
Quetognatos	4315	331	144	519	1327.3	16.6
Braquiuros	1596	1412	793	543	1086.0	13.5
Peneidos	427	659	379	2408	968.3	12.1
Larvas de peces	1331	1555	159	118	790.8	9.9
Huevos de peces	830	1404	318	133	671.3	8.4
Larvas zoeas	230	52	78	43	100.8	1.3
Estomatópodos	8	8	1	9	6.5	0.1
Totales	37465	18373	2117	6514	8017.3	100

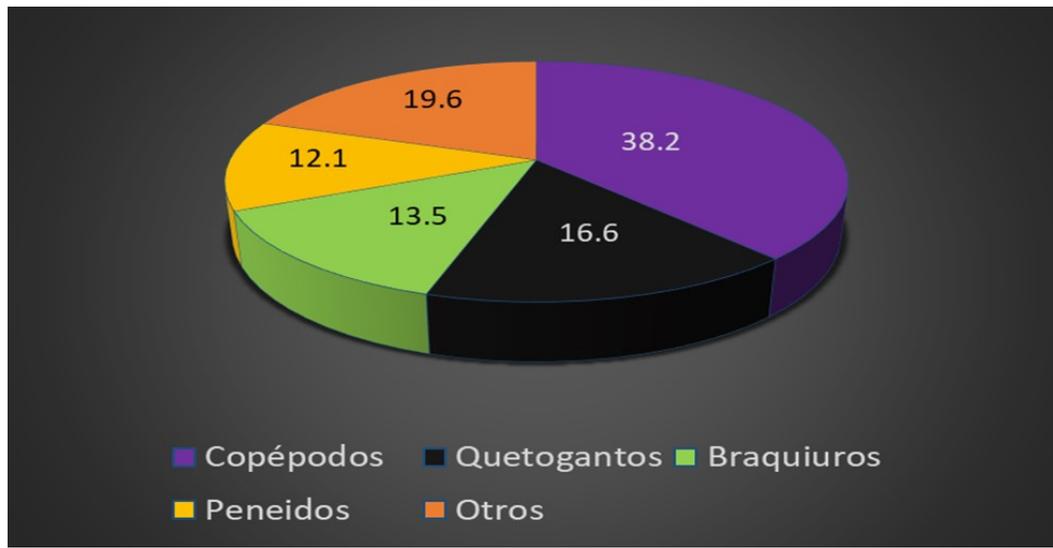


Figura 3. Porcentaje de abundancia de los grupos dominantes y los de menor densidad en la laguna Agua Dulce, Jalisco durante, durante 2010.

Respecto al periodo de 2011, la composición estuvo constituida por 11 órdenes de los cuales, la mayor abundancia relativa se presentó en los braquiuros con el 36.5 % y 3,358.18 org/100 m³, peneidos con 33.9 % y 3,122.73 org/100 m³ y finalmente los copépodos con el 13.7 % y 1,261.1 org/100m³

(Tabla 2). Los grupos que no presentaron una abundancia relativa significativa superior al 10% se agruparon como "otros" (larvas y huevos de peces, zoeas, anomuros, quetognatos, entre otros) representando un total de 19.6% (Fig. 4).

Tabla 2. Abundancia promedio (org/100m³) y relativa (%) de los grupos zooplanctónicos capturados mensualmente en la laguna Agua Dulce, Jalisco, durante 2011.

GRUPOS ZOOPLANCTÓNICOS	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ABUN. PRO. ORG/100m ³	ABUN. RELAT. (%)
<u>Braquiuros</u>	2189	8847	3306	2840	1589	1864	949	2651	627	482	11596	3358.18	36.51
<u>Peneidos</u>	5299	793	4271	6386	3465	331	505	598	1129	1658	9915	3122.73	33.95
<u>Copépodos</u>	133	186	992	1044	2608	1514	248	1837	349	971	3991	1261.18	13.71
<u>Larvas zoeas</u>	1377	1321	48	58	35	2365	82	29	26	54	236	511.91	5.57
<u>Huevos de peces</u>	140	531	483	437	1358	91	319	919	215	155	47	426.82	4.64
<u>Larvas de peces</u>	359	1059	317	196	127	1168	184	140	184	148	151	366.64	3.99
<u>Quetognatos</u>	22	80	66	85	65	334	141	137	117	277	22	122.36	1.33
<u>Anomuros</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	50	76	36	20.25	0.22
<u>Estomatópodos</u>	2	3	6	2	5	3	1	7	2	6	11	4.36	0.05
<u>Amphipodos</u>	6	1	4	4	2	1	4	3	1	8	3	3.36	0.04
<u>Medusas</u>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	0.75	0.01
Totales	9527	12821	9493	11052	9254	7671	2433	6321	2700	3839	26010	9198.5	100

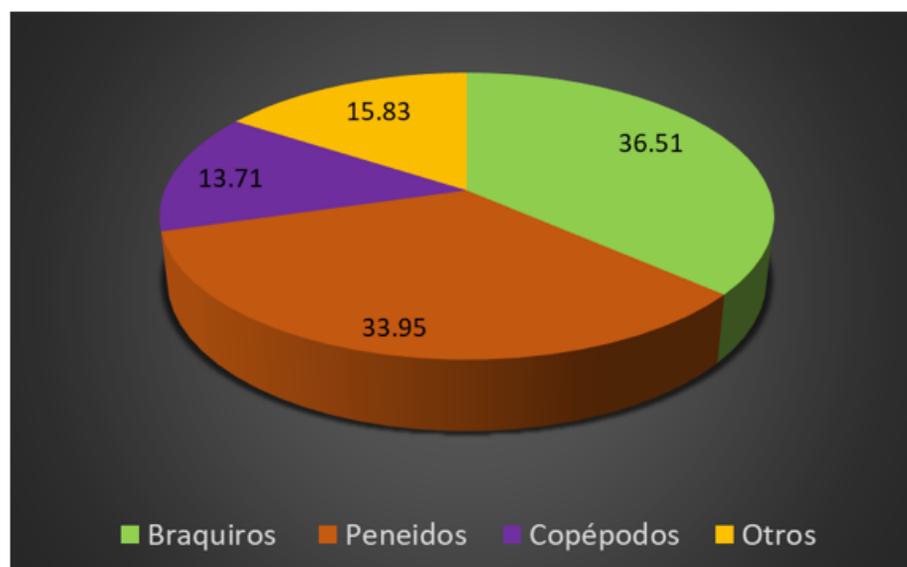


Figura 4. Porcentaje de abundancia de los grupos dominantes y los de menor densidad en la laguna Agua Dulce, Jalisco durante 2011.

En relación a la temporada de 2012 la composición estuvo integrada por 10 órdenes de los cuales la mayor abundancia relativa se presentó en copépodos constituyendo el 27.45 % y 10,385 org/100m³, seguido de los peneidos con el 25.01 % y 9,462 org/100m³, para los braquiuros fue el 19.83 % y 7,505 org/100m³ finalmente, las larvas de peces presentaron el 13.92% y 5267 org/100m³

(Tabla 3).

Los grupos taxonómicos que no presentaron una abundancia relativa significativa superior al 10% se agruparon como “otros” (huevos de peces, zoeas, quetognatos, estomatópodos, megalopas, entre otros) (Fig. 5)

Tabla 3. Abundancia promedio (org/100m³) y relativa (%) de los grupos zooplanctónicos capturados mensualmente en la laguna Agua Dulce, Jalisco durante 2012.

GRUPOS	ENE	FEB	MAR	MAY	JUN	AGO	SEP	OCT	DIC	ABUN.PROM.	ABUND. RELT.
ZOOPLANCTÓNICOS										Org/100 m ³	(%)
Copépodos	2803	1297	355	1359	1359	449	370	1269	1124	10385	27.45
Peneidos	741	874	90	52	352	302	1010	1013	5028	9462	25.01
Braquiuros	453	177	145	139	1739	1670	1140	1353	689	7505	19.83
Larvas de peces	472	387	648	763	763	177	219	1264	574	5267	13.92
Huevos de peces	210	301	140	652	652	121	156	325	22	2579	6.82
Larvas zoeas	69	138	114	151	115	93	371	377	682	2110	5.58
Quetognatos	37	66	56	54	24	48	64	11	84	444	1.17
Estomatópodos	8	6	14	3	3	2	1	3	5	45	0.12
Megalopas	0	2	2	2	2	2	1	4	11	26	0.07
Calanaceos	1	0	0	1	1	0	0	5	0	8	0.02
Medusa	0	0	0	2	2	1	1	1	0	7	0.02
Totales	4794	3248	1564	3178	5012	2865	3333	5625	8219	37838	100



Figura 5. Porcentaje de abundancia de los grupos dominantes y los de menor densidad en la laguna Agua Dulce, Jalisco durante 2012.

Parámetros fisicoquímicos

Temperatura

La variación estacional de temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, manifestó una clara influencia a partir de las condiciones climáticas de la temporada. Es importante señalar que durante el desarrollo del presente estudio fue considerado “año niño” (El Niño Oscilación del Sur) (ENSO 2009-2010), en el cual se describe para la primera mitad del año una etapa cálida y para la segunda mitad una fría. La temperatura registrada en ambos periodos presentó oscilaciones significativas

para las estaciones de invierno a primavera, de esta forma, la temperatura de marzo a noviembre 2010 registró un valor mínimo de 26.0 °C en junio en el sitio 4 y en noviembre en el sitio 6 con un máximo de 31.20 °C respectivamente, de forma subsecuente para el periodo 2011 el mínimo valor registrado fue de 24.1 °C en el sitio 1 durante abril y máximo de 32.7 °C en el sitio 6 durante el mes de junio, respecto a periodo de 2012 el valor más bajo fue de 23.2°C y se obtuvo en marzo en el sitio 4, en tanto el máximo fue de 32.8°C en octubre en el sitio 1 (Fig. 6).

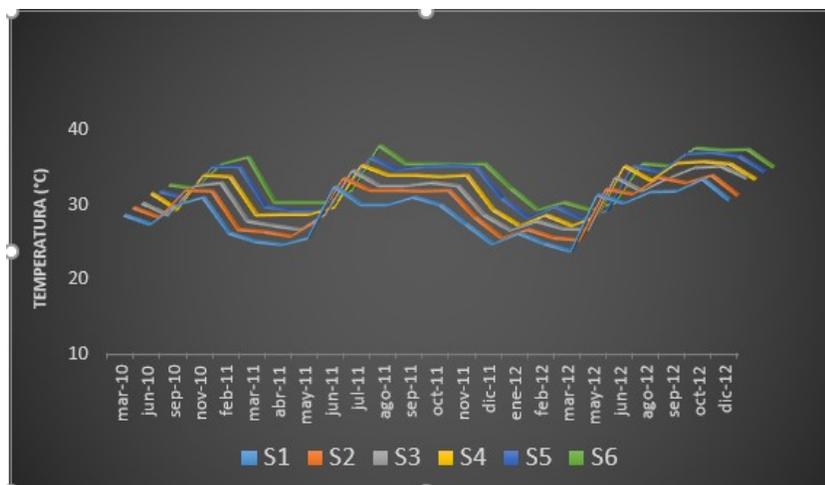


Figura 6. Variación estacional de la temperatura (°C) en la laguna Agua Dulce, Jalisco durante los periodos de 2010 a 2012.

Salinidad

La salinidad durante 2010, presentó valores bajos en mayo con 32.8 ups, sin embargo, de septiembre a noviembre se incrementó ligeramente presentando valores de 30.7 a 32.8 ups, de manera similar en 2011 se establecieron de primavera otoño (mayo a diciembre) valores máximos de 30.0 a 36.0

ups, en lo que respecta a la parte final del estudio en 2012, los valores tanto en la temporada de lluvias (junio-agosto) fueron de 32 a 35 ups, así como, para la temporada de secas otoño invierno fueron predominantes de los 35.0 a 36.5 ups, este periodo fue registrado como la temporada más seca y menos lluviosa con altas concentraciones salinas (Fig. 7).

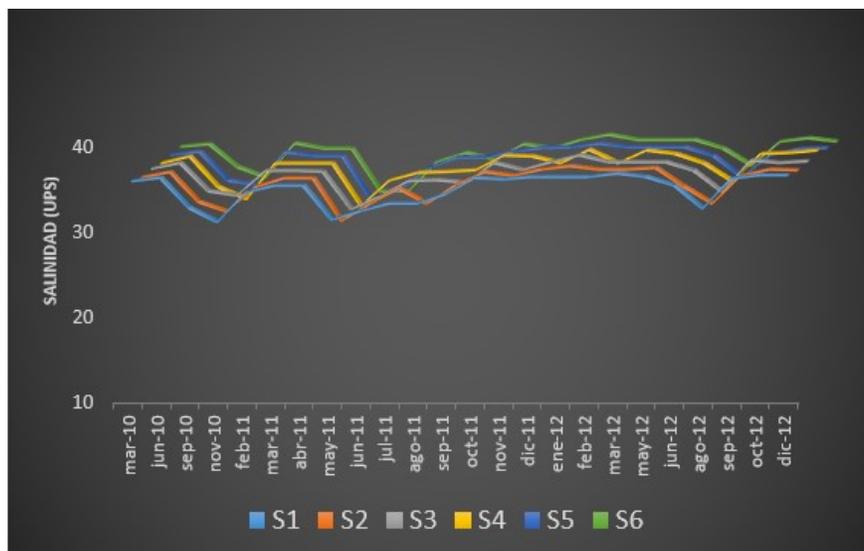


Figura 7. Variación estacional de la salinidad (ups) en la laguna Agua Dulce, Jalisco durante los periodos de 2010 a 2012

Oxígeno disuelto

En el presente trabajo se registraron promedios de oxígeno disuelto en la zona somera y de mezcla de la laguna y entre las 10 y 12 horas, arrojando valores durante el 2010 a manera de gradiente desde los 4.5 hasta los 6.9 mg/l, así como un valor mínimo de 4.5 mg/l en junio en el sitio 6, (el que se caracteriza por ser la parte más estrecha y menos dinámica del sistema) y un valor máximo en el sitio 4 de 6.9 mg/l el cual se obtuvo en noviembre, dicho valor se atribuye a que es uno de los sitios con mayor dinámica de los vientos y circulación en la columna de agua. Para la temporada de 2011, el valor mínimo fue de 4.4 mg/l registrado en el sitio 1 durante marzo y abril, para los meses y sitios restantes predominaron valores superiores, de tal manera que en

noviembre se registró un valor máximo de 6.9 mg/l correspondiendo al sitio 4. Respecto al periodo de 2012 la concentración de oxígeno disuelto en la columna de agua, fue comparativamente menor respecto a las dos temporadas anteriores, de esta forma el valor mínimo fue de 4.1 mg/l y se registró en junio en el sitio 1, en tanto que, el valor máximo fue de 5.9 mg/l, registrado en enero en tres de los sitios de muestreo, al respecto es importante señalar que la laguna no presenta aportes de agua negras por lo que la actividad fotosintética se llevó bajo condiciones normales y la homogenización del oxígeno disuelto en la columna de agua fue parte de la mecánica que ejercen los vientos principalmente durante medio día (Fig.8).

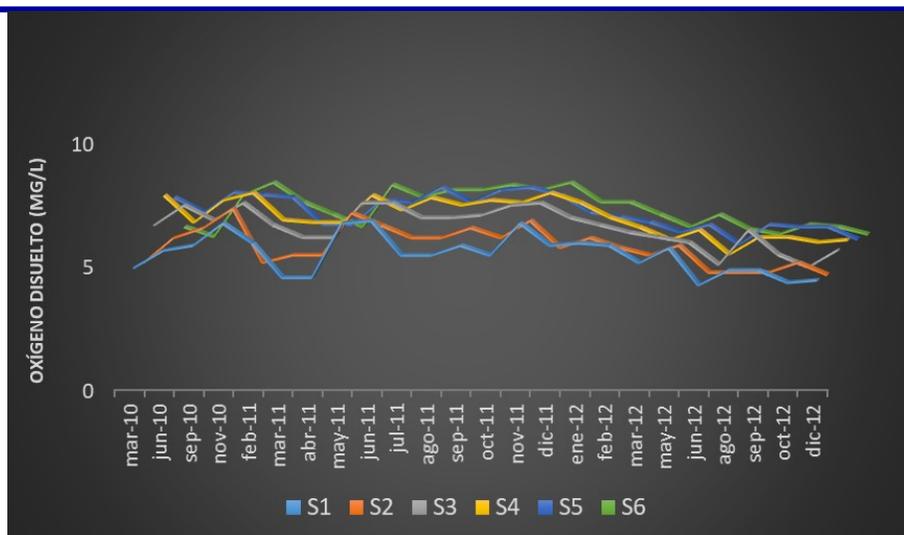


Figura 8. Variación estacional del oxígeno disuelto (OD) en la laguna Agua Dulce, Jalisco durante el periodo de 2010 a 2012.

Potencial de hidrógeno

El pH fue predominantemente neutro-alkalino, así en 2010, se registró el valor mínimo de 7.0 en el sitio 3 durante septiembre época de lluvias y un máximo de 8.4 en marzo en los sitios 1, 5 y 6 época de sequía. En cuanto a la temporada de 2011, el valor mínimo del pH fue de 7.0, en septiembre y diciembre en los sitios 2 y 3, época en que la laguna recibió

continuamente agua salobre procedente del estero Ermitaño, por lo que presentó valores de pH de hasta 8.9 durante mayo en el sitio 5, en temporada de sequía. En 2012, se registró un pH con de 7.0 en los sitios 3 y 6 durante agosto, y un máximo de 8.8 durante el mes de mayo y junio en el sitio 5 con presencia de lluvias intermitentes (Fig. 9).

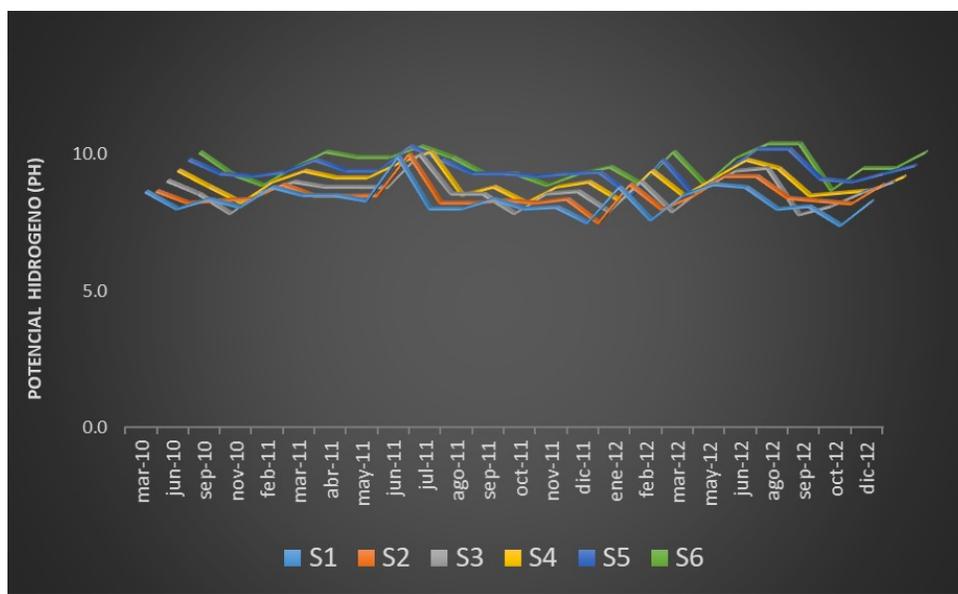


Figura 9. Variación estacional del pH, en la laguna Agua Dulce, Jalisco durante el periodo 2010-2012

.DISCUSIÓN

Respecto a los resultados obtenidos, se observa que los grupos zooplanctónicos que se destacaron por su abundancia durante el periodo 2010-2012, fueron los braquiuros (36.51%), copépodos (33.2%) y peneidos (33.95%) y en menor porcentaje los quetognatos (16.6%), y con registros de altas salinidades (32.8 a 36.5 ups) concordando con lo reportado por Flores-Vargas *et al.* (2018) en la laguna Barra de Navidad, indican que los braquiuros, carideos y copépodos presentaron las mayores abundancias relativas con altas concentraciones salinas (33.5 ups) similares al del medio marino, además de las condiciones de protección que brinda el sistema y que les permite mantenerse de forma constante en dicho hábitat, contribuyendo de forma permanente al incremento de la biomasa, este hecho pudiera ser la causa de la abundancia de los principales grupos reportados en este trabajo sobre el resto de los grupos zooplanctónicos. Esta condición también señalada por Ruíz (1985) y Pantaleón-López *et al.* (2005). quienes indican que, en aguas someras de lagunas costeras, bahías, esteros y desembocaduras de ríos, la temporada de reproducción de los crustáceos presentan un periodo de desove que se prolonga de siete a nueve meses al año, debido a este proceso numerosas larvas presentan una constante permanencia en los componentes zooplanctónicos.

Sin embargo, respecto al zooplancton de origen marino distribuido en el sistema lagunar, su presencia depende principalmente de los flujos que se generan durante el temporal de lluvias a través del canal de alimentación procedente del estero Ermitaño, el cual si tiene comunicación con el mar y se ve beneficiado con un flujo continuo de biomasa zooplanctónica de las áreas costeras. Navarro-Rodríguez *et al.* (2018), señalan que la variación de la biomasa zooplanctónica en las inmediaciones de Bahía de Banderas, presentó valores altos en otoño e invierno, principalmente en las áreas costeras

influenciadas principalmente por las desembocaduras de los ríos. Al respecto Contreras (1993); Navarro-Rodríguez *et al.* (2002); Alvares-Cadena *et al.* (2005); Alvares-Cadena *et al.* (2007); Alvares-Cadena *et al.* (2008); y Navarro Rodríguez *et al.* (2015a), indican que el incremento de la biomasa zooplanctónica en sistemas costeros de algunas localidades de Jalisco y Colima, se atribuye a su cercanía con la desembocadura de los ríos los cuales se asocian al incremento de nutrientes y materia orgánica en suspensión por el transporte y descarga de los ríos, favoreciendo en gran medida a la biomasa zooplanctónica cierta parte del año.

Por otro lado, Álvarez-Silva *et al.* (2013) Navarro Rodríguez *et al.* (2015 a y b) y Álvarez-Silva *et al.* (2016) concluyen que los grupos zooplanctónicos distribuidos en la zona costera se introducen en los sistema lagunares a través de las bocas de las lagunas principalmente por efecto de mareas (pleamares), permitiendo así, el intercambio entre el medio marino y estuarino, el resultado de este intercambio es la existencia de organismos marinos, entre los que destacan, por su presencia los quetognatos, durante todo el periodo de estudio y principalmente para 2010 (16.65). Se asume que una de las causas que intervinieron en la baja diversidad en la laguna, es el hecho de no contar con un mecanismo de comunicación permanente con el mar que permita un flujo continuo del componente zooplanctónico. SEPESCA (1990), señala que la ausencia de una intercomunicación entre un sistema estuarino lagunar con el mar, es un factor relevante capaz de inducir a una desestabilización en el flujo energético de dichos ecosistemas, dando como resultado un efecto negativo en la diversidad biológica.

Pantaleón-López *et al.* (2005) destacan que, cuando los organismos meroplanctónicos sobresalen en el zooplancton por su frecuencia y abundancia, es debido a los hábitos reproductivos de los adultos,

así como a la duración de sus estadios larvales dentro de los sistemas lagunares, sugiriendo que esta es una de las causas probables de su dominancia sobre otros grupos zoopláncnicos, tal es el caso de los braquiurus que presentaron un alto porcentaje (85%) en las muestras zooplánctonicas recolectadas. En virtud a este punto, es importante mencionar que numerosas especies marinas de importancia pesquera viven parcialmente en los sistemas estuarinos utilizándolos como verdaderos viveros y áreas de protección, alimentación, reproducción y crianza. (Yáñez-Arancibia, 1986; Yáñez-Arancibia, 1999) Por otra parte Suárez-Morales (1994a) establece que la distribución del zooplancton no es uniforme en un sistema costero, sino que existen elementos para afirmar que su distribución se establece en parches, de modo que en ciertos espacios donde las condiciones son las idóneas el zooplancton tiende a concentrarse.

Respecto a las variables físico-químicas de la laguna durante el periodo de estudio, se observa que la temperatura mostró fluctuaciones con valores mínimos de 23.2 a valores máximos de 32.8°C, observando claramente una época cálida en la primera mitad del periodo (2010.- 2011) y una fría a finales de éste. Por su parte Lucano Ramírez *et al.* (1997) señala que en este sistema se presentaron temperaturas bajas (24.5°C) en invierno y cálidas en verano (32°C), esto mismo es reportado por Flores Vargas (2008 a y b) y Gómez García *et al* (2015).

Referente a la salinidad el valor más bajo (30.0 ups) se reportó para 2011, en cambio en 2012 se registraron los valores más altos (35 a 36.5 ups) indicando que las altas concentraciones salinas se presentaron a largo del periodo de estudio con estiajes evidentes ya que se presentaron precipitaciones pluviales anuales bajas, lo que sugiere una alta salinidad en el cuerpo de agua debido a la falta de aportes de agua dulce, esta situación también

fue reportada por la SEPESCA (1990) y Mariscal Romero *et al.* (2004). Para el oxígeno disuelto durante el periodo de muestreo, se observó un gradiente de menor a mayor con valores de 4.1 a 6.9 mg/l lo que es atribuido a que ciertas áreas de la laguna son más estrechas y poco dinámicas, en tanto que en otras la dinámica de los vientos fue mayor y por ende hubo una mayor circulación. Por su parte Lucano Ramírez *et al.* (1997) menciona que en la laguna Agua Dulce, el oxígeno disuelto presentó variaciones donde valores bajos (3.8 mg/l.) y altos (5.67 mg/l) se presentaron en temporadas de secas, concordando con este trabajo ya que los valores altos, se registraron en un periodo seco (frío). Esto mismo patrón fue observado por Gómez-García *et al.* (2015) señalan que en el estero Ermitaño (sistema anexo a la laguna) se reportaron valores bajos (2.5 mg/l) y altos (9.0 mg/l) en temporada seca (invierno y primavera), todo indica que las altas concentraciones de oxígeno se presentaron con elevadas temperaturas (36.5°C), salinidades de hasta 36.5 ups y altas concentraciones de biomasa zoopláncnica en los periodos secos durante el periodo de estudio (2010-2012).

La laguna Agua Dulce es la más productiva de los complejos lagunares costeros en Jalisco, ya que cuenta con un registro de 54 especies correspondientes a 26 familias, de las cuales 22 corresponden a peces, tres familias para crustáceos y una para moluscos (Cruz Romero *et al.* 2013), lo que permite el aprovechamiento de la pesca de escama, destacando entre ellas lisas (*Mugil curema* y *Mugil cefalus*), tilapias (*Tilapia mossambica*), robalos (*Centropomus medius* y *Centropomus ingrescens*) carangidos (*Caranx caninus*), gerreidos (*Eucinostomus argenteus*, *Eugerres lineutus*, y *Gerres cinereus*), lutjanidos (*Lutjanus colorado*) y ariidos (*Galeichthys caeruleascens*), así como algunos crustáceos importantes, como la jaiba (*Callinectes arcuatus*) y el camarón (*Litopenaeus vannamei*), (Mariscal-Romero, 2004).

Asimismo es importante destacar que la laguna Agua Dulce, forma parte de los ocho sistemas RAMSAR de la costa sur de Jalisco, decretados en 2008 (Secretaría de la Convención de Ramsar 2013 y CONANP, 2015), debido a las características propias del sistema puesto que es primordial como área de conservación de numerosas especies en sus estados de alimentación, reproducción y crianza tanto de larvas, juveniles y adultos, mismos que mantienen los stocks, lo que permite el desarrollo de la pesca comercial a través de un manejo sustentable adecuado.

Referencias Bibliográficas

- Álvarez-Cadena, J. N., Segura-Puertas, L., Ordóñez-López, U., Valdés-Lozano, D. Almaral-Mendivil, A. R., Celis-Gutiérrez, L. y Ornelas M. (2005). Biodiversidad de organismos plácticos e hidrología de la zona lagunar y costera del norte de Quintana Roo. Informe 2004 PAPIIT. Proyecto IN-214703. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 40 p.
- Álvarez-Cadena, J. N., Ordóñez-López, U., Almaral-Mendivil, A. R. y Uicab-Sabido, A. (2007). Estudio anual del zooplancton, composición, abundancia e hidrología de la zona norte del Estado de Quintana Roo, Mar Caribe de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78:421-430.
- Álvarez-Cadena, J. N., Almaral-Mendivil, A. R., Ordóñez-López, U. y Uicab-Sabido, A. 2008. Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México. *Hidrobiológica* 18(1): 37-48.
- 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-Silva, C. y Torres-Alvarado, M. D. (2013). Composición y abundancia del zooplancton de la laguna de Coyuca, Guerrero, México. *Hidrobiológica* 23 (2):241-249.
- Beers, J.R. (1976). Volumetric methods. En: Steedman HF (ed). *Zooplankton fixation and preservation*, pp.56-60. UNESCO. Press, Paris.
- Carranza-Edwards, A. (1980) Ambientes sedimentarios recientes de la llanura costera sur del Istmo de Tehuantepec. *Ciencias del Mar y Limnología* 7(2): 13-66.
- Cifuentes, J.L., Flores-García, P. y Farías-Mondragón, M. (1987). El Océano y sus recursos. 5 Plancton 1-161. Fondo de Cultura Económica, México.
- CONANP. (2015). Programa de conservación y manejo del sitio RAMSAR sistema lagunar estuarino Agua Dulce-El Ermitaño. https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/programa_de_conservacion_y_manejo_7.pdf
- Conde-Porcuna, J. M., Ramos-Rodríguez, E., Morales-Baquero, R. (2004). El zooplancton como integrante de la estructura trófica de los ecosistemas lénticos. *Ecosistemas* 13 (2): 23-29.
- Contreras-Espinoza, F. (1993). Ecosistemas costeros mexicanos. 1ra. Edición Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Universidad Autónoma Metropolitana 415 p.

- Denman, K.L. y 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.
- Esparza-Salas, R. (2001). Avifauna acuática de la laguna Xola-Paramán, Jalisco, México. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guadalajara, Las Agujas, Zapopan, Jalisco 66 p.
- Flores-Vargas, R., Navarro-Rodríguez, M. C., Hinojosa-Larios, J. A., Godínez-Siordia, D.E. y González-Guevara L. F. (2008a). Laguna costera Agua Dulce y la presencia del mejillón *Mytella strigata*. *Aleph-Zero* 49:1-12.
- Flores-Vargas, R., Hinojosa-Larios, J. A., Navarro-Rodríguez, M. C y González-Guevara, L. F. (2008b). Determinación de la biomasa zooplanctónica durante un ciclo diurno en la laguna Barra de Navidad. Jalisco. *Aleph-Zero* 47: 2-6.
- 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.
- Flores-Vargas, R. y Navarro-Rodríguez, M.C. Fluctuaciones en la composición y abundancia del zooplancton en la laguna costera Barra de Navidad, Jalisco. (2018). *Acta Pesquera* 4(8): 15-27.
- Flores-Verdugo, J. F. (1989). Algunos aspectos sobre la ecología, uso e importancia de los ecosistemas de manglar En: De la Rosa-Vélez, J. y González Farías. E. (eds). *Temas de Oceanografía Biológica en México*. pp. 21-56. Universidad Autónoma de Baja California, México.
- Flores-Verdugo, F.J., Agraz-Hernández, C.M. y Benítez-Pardo, D. (2007). Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. pp. 145-147. En: O. Sánchez, M. Herzing, E. Peters, R. Márquez y L. Zambrano (eds.) *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos de México*. 1ra. Ed. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, United States Fish & Wildlife Service, unidos para la Conservación A.C y Escuela de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 297p.
- 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, M. C. (2015). Fluctuación de la biomasa zooplanctónica en el estero "El Ermitaño" Jalisco, México. *Bioma* (38): 31-37.
- Gómez-Márquez, J. L., Peña-Mendoza, B., Guzmán-Santiago, J. L. y Gallardo-Pineda, V. (2013). Composición, abundancia del zooplancton y calidad de agua en un micro reservorio en el estado de Morelos. *Hidrobiológica* 23 (2): 227-240.
- González-Padilla J. A., Navarro-Rodríguez, M. C., González-Guevara, L. F. y Flores-Vargas, R. (2017). Variación espacio temporal de los quetognatos de Bahía de Banderas durante un ciclo anual. *Acta Pesquera* 4 (7)1-11.
- Landa-Jaime, V. (2003). Asociación de moluscos bentónicos del sistema lagunar estuarino Agua Dulce/El Ermitaño, Jalisco, México, *Ciencias Marinas* 29 (2): 169-184.

- Lankford, R. R. (1977). Coastal lagoons of Mexico. Their origin and clasification, p. 182-215. En: Wiley, M. (ed). Estuarine Processes. Academic Press, Inc., Nueva York, 428 pp.
- Lucano Ramírez, G. y Michel Morfín, E. (1997). Ciclo reproductivo y aspectos poblacionales Múgil curema (Valencinnes 1836) (Pisces:Mugilidae) en la laguna costera Agua Dulce, Jalisco, México. *Oceanología* 1(3):105-115.
- Mariscal-Romero, J. y Gaspar-Dillanes, M.T. (2004). Asociaciones de peces del sistema lagunar estuarino Agua Dulce El Ermitaño, Jalisco: consideraciones ecológicas para su manejo. En: Lozano-Vilano, M.L. y Contreras-Balderas A.J.(eds.). Homenaje al Doctor Andrés Reséndiz Medina. U.A.N.L., Monterrey, México, pp: 63-90.
- Meyer-Willerer, A. O., Velázquez-González, B. y Patiño-Barragán, M. (2006). Ciclo anual de variables hidrológicas en el estuario Barra de Navidad, México. 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.
- Miller, B.S. y Kendall, A.W. (2009). Early life history of marine fishes. 2a. Edición. Los Angeles Editorial University California, 363p.
- Moser, H.G. (1996). The early stages of fishes in the California Current region. *Atlas* 33:1-1505.
- Navarro-Rodríguez, M. C., Hernández-Vásquez, 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. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas*. 35 (1): 124.
- Navarro-Rodríguez, M.C., Flores-Vargas, R. y González-Rúelas 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. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 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 potrected area "Estero El Salado" in Jalisco, Mexico. *Biología Marina y Oceanografía* 39 (1):3136
- 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. (2015a). Variación estacional de los principales grupos zooplanctónicos del área natural protegida estero El Salado, Jalisco, México. *Bio Ciencias*. 3(2):103-115.

- .Navarro-Rodríguez, M.C., González-Guevara, L. F., Flores-Vargas, R y Amparan-Salido, R. (2015b). Variación espacio temporal del ictioplancton en la Laguna El Quelele, Nayarit, México. *Bio Ciencias*. 3(2): 116-131.
- Navarro-Rodríguez, M. C., Lara López, M. A., González Guevara, L.F. y Flores Vargas, R. (2018). Biomasa zooplanctónica y densidad espacio temporal del ictioplancton en Bahía de Banderas. *Acta Pesquera* 4(7):1-11.
- Ocegueda, M. X. (1980). Relación de los elementos climáticos componentes del balance hidrológico con la salinidad en laguna Agua Dulce, Jalisco. Centro de Estudios Limnológicos, SARH. pp. 231-263.
- Palomares, R., Suárez-Morales, E. y Hernández-Trujillo, S. (1998). Catálogo de los copépodos (Crustácea) pelágicos del Pacífico Mexicano. ECOSUR 1a Edición. México: Edit. 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.
- Ruiz, M. F. (1985). Recursos pesqueros de las costas de México. Limusa. 208 p.
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2013). Manual de la Convención de Ramsar Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971) 6ta. Edición. <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/manual>
- SEPESCA. (1990). Bases para el ordenamiento costero-pesquero de Oaxaca y Chiapas. Secretaría de Pesca, México. 68 pp. En
- 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.
- Smith, P.E y Richardson, S.L. (1979). Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. Departamento de Pesca FAO Documento. Pesca.No. 175: 1-107
- Suárez Morales, E. (1994a) Comunidades zooplanctónicas de las lagunas costeras, En: De la Lanza Espino, G. y Cáceres Martínez, C. (eds.). *Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano*. Primera edición. Universidad Autónoma de Baja California Sur, Universidad Nacional Autónoma de México, 247-268 pp.
- Todd, C. D., Laverack, M. S. y Boxshall, G.A. (2000). *Coastal marine zooplankton. A practical manual for students*, 106 pp. Cambridge University Press, Cambridge
- Yáñez-Arancibia, A. (1986). *Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos*. AGT, México. 189p.
- Yáñez-Arancibia, A. y Lara-Domínguez, A.L. (1999). *Ecosistemas de Manglar en América Tropical*. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, México; UICN/ORMA Costa Rica; NOAA/NMFS Silver Spring MO USA. 380 p.

