



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

Estudio del holoplancton en la zona sur del Sistema Arrecifal Veracruzano

Ecología marina

TESIS

Que para obtener el título de

BIÓLOGO

PRESENTA

Viviana Becerril Juárez

Asesor de tesis

Biol. Angélica Elaine González Schaff

Lugar de Adscripción: FES Zaragoza

Ciudad de México, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Unas simples palabras nunca podrían alcanzar tanta felicidad que me da mi mamá. Gracias Silvia Juárez Vera por forjar la persona que soy hoy, porque a pesar de mis malos ratos siempre estas a mi lado, gracias por siempre darme palabras de aliento cuando más las necesito. Por ayudarme a cumplir mis sueños, porque ningún día me faltó nada, ni un beso de despedida ni un gran saludo a mi llegada. Gracias mamá por siempre estar conmigo por tu gran amor. Te amo por siempre y para siempre.

A Joel E. Becerril Juárez que además de ser mi mayor ejemplo de superación e inspiración, es mi hermano, mi mejor amigo y mi alma gemela. Gracias por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas, por regañarme cuando es necesario pero sobre todo por tenerme este inmenso amor. Te amo mucho, siempre vamos a ser los gemelos súper fantásticos.

A mi padre, Joel Becerril Linares, por el apoyo que me brindaste todo durante la carrera. Sé que a veces tenemos malos ratos pero siempre vamos a poder superarlos estando juntos, también te amo a ti porque somos muy parecidos.

A mi abuelo Nicolás Juárez Abad, por siempre creer en mí porque a veces creer en uno mismo es lo más difícil en esta vida.

Al Biol. Brian Serrano, que nunca recuerda que fue un gran apoyo en la licenciatura como amigo y maestro.

A mis amigos de FES que cada año aumentaron haciéndome más feliz, a Marita Campeche por estar conmigo en los momentos difíciles y por las platicas en las clases, a Said Vazquez por ser el mejor complice en conspiraciones y chismes, a Edit Rosas que con sus malos ratos o buenos siempre esta conmigo, a Luis Mendoza por ser el chico "más guapo y divertido" que conozco, a Daniela Gonzalez que en sus ojos conozco el mar sin haberlo visto, gracias por las platicas, las salidas y por el día del plátano chi cheñol, a Aniela Rebequita que nunca cree que es un gran persona y madre de nosotros, gracias por los raites y los consuelos, a Arturo Navarro por su cuenta de Amazon Prime y por ser el amigo que se preocupa y te aprecia en secreto, a Vania Solis por entrar en mi vida y enseñarnos el valor de la amistad desinteresada. Gracias a todos por ls fiestas, las salidas y las cosas ilegales. ¡LOS AMO! Se que nuestros futuros serán brillantes.

A la Biol. Angélica Elaine Gonzalez Schaff por guiarme en el camino del mar y creer en nosotros aun cuando somos alumnos con fallas. Gracias por ser una profesera tan dedicada en lo que hace y por ser una buena amiga con sus alumnos.

A el Dr. Guillermo Artemio Blancas, Dr. Manuel Arnoldo Castillo, Biol. José Luis Guzman y M. en C. Gabriela Selene Ortiz por tener la paciencia de leer mi tesis, gracias por sus consejos.

Todas las cosas que he hecho y visto...

Todavía no se que significa la vida.

`Marina`

ÍNDICE

1. Resumen	5
2. Introducción	6
3. Antecedentes	11
4. Justificación	13
5. Objetivos	14
6. Área de estudio	16
7. Método	18
8. Resultados	23
8.1 Listado de especies	23
8.2 Fotografías de especies	25
8.3 Densidad total holoplanctónica por mes	28
8.4 Densidad total holoplanctónicas por zona	29
8.5 Análisis comparativo	32
8.6 Diagramas de frecuencia	34
8.7 Parámetros físicos y químicos del agua	37
9. Discusión	40
10. Conclusiones	48
11. Referencias	50

Resumen

La ubicación geográfica de México, entre las influencias oceánicas del Atlántico centro-occidental y del Pacífico centro-oriental, explica en gran medida su enorme diversidad biológica y ecosistémica (CONABIO, 2008). El zooplancton está conformado por una amplia variedad de seres, incluyendo estadios larvarios, juveniles y adultos, de todos los taxa de la escala zoológica. Los organismos que forman el zooplancton, al igual que todos los seres del plancton, viven suspendidos en la columna de agua y son transportados pasivamente por los movimientos de las masas de agua y el viento. El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se encuentra localizado en el Golfo de México sobre la plataforma continental en la porción central del litoral Veracruzano frente a los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado (DOF, 1992). Los muestreos se realizaron durante un ciclo anual iniciando en junio del 2017 y finalizando en abril del 2018, los arrastres se hicieron un con red de 150 micras de abertura de malla a 1ms^{-1} de velocidad. Durante el periodo de trabajo se identificaron 9 familias, 17 géneros y 19 especies, siendo los copépodos, quetognatos y cladóceros entre los más abundantes. La zona con mayor densidad se encontró en la zona de mar en el mes de septiembre con 1766 org/m^3 . La temperatura más baja del agua se tuvo en el mes de diciembre con $20.6\text{ }^{\circ}\text{C}$, por otra parte en la zona de arrecife se encontraron los mayores valores de salinidad y temperatura. Los niveles de oxígeno disuelto variaron a lo largo del estudio pero ninguna zona se mantuvo por debajo de los 3 mg/L como se puede observar en el mes de abril en la estación de mar. La zona de playa se mantuvo con los valores más bajos de pH, sin embargo este se mantuvo arriba de 7.8 en todas las áreas.

Introducción

La ubicación geográfica de México, entre las influencias oceánicas del Atlántico centro-occidental y del Pacífico centro-oriental, explica en gran medida su enorme diversidad biológica y ecosistémica. La amplia gama de recursos y ecosistemas marinos con que cuenta significa que, en términos de litorales y superficie marina (CONABIO, 2008).

Es tan vasto el territorio mexicano que ocupa el sitio 14 entre los países más extensos del planeta, y tan privilegiado que su mapa muestra una mayor superficie oceánica (65%) que terrestre (35%), similar a la proporción entre agua y tierra del planeta. Dos regiones marinas custodian tierra firme: la del Pacífico mexicano, incluidos los golfos de California y Tehuantepec, y la del Atlántico, con el Golfo de México y el Mar Caribe (SEMARNAT, 2018).

El término fitoplancton proviene del griego φυτόν (phyton - planta) y πλαγκτός (planktos - errante). Es una comunidad de organismos microscópicos fotosintetizadores que viven suspendidos en la zona fótica de la columna de agua (Olivia-Martínez *et al.*, 2014).

Por la naturaleza de sus componentes se distingue el fitoplancton del zooplancton.

El fitoplancton se refiere a las principales plantas de los océanos, que a diferencia de lo que ocurre en el ecosistema terrestre, son de tipo microscópicas (Escribano & Castro, 2004).

Por otra parte, el zooplancton está conformado por una amplia variedad de seres, incluyendo estadios larvarios, juveniles y adultos, de todos los taxa de la escala zoológica. Los organismos que forman el zooplancton, al igual que todos los seres del plancton, viven suspendidos en la columna de agua y son transportados pasivamente por los movimientos de las masas de agua y el viento. En los ambientes acuáticos, las comunidades zooplanctónicas presentan variaciones espacio-temporales tanto en lo referente a su composición como en su biomasa (Gasca & Suárez, 1996).

Existen varias clasificaciones que pueden ser utilizadas para organizar los diversos grupos del zooplancton en función de su tamaño, alimentación, distribución espacial, afinidad ecológica o ciclo vital. Sin embargo, una de las categorizaciones más relevantes en términos de su significado ecológico es la que separa al zooplancton en meroplancton y holoplancton (Brightdoom *et al.*, 2006).

El meroplancton lo constituyen organismos que forman parte del plancton en una parte de su ciclo vital y al crecer o desarrollarse adquieren hábitos bénticos o pasan a formar parte del necton. En él se destacan una variedad de larvas que son propias o características de cada filo, entre ellas. Destacan las larvas trocóforas y veliger de poliquetos y moluscos bénticos, zoeas, nauplios, mysis y filosomas de los crustáceos, los distintos tipos de larvas de equinodermos, así como larvas y huevos de los peces, entre otros grupos.

No obstante, el holoplancton lo conforman aquellos organismos cuyo ciclo de vida transcurre totalmente como parte de la comunidad planctónica, como es el caso de las medusas, todos los ctenóforos, los copépodos, los quetognatos y urocordados, algunas familias de poliquetos, los moluscos y las apendicularias, etc (Brightdoom *et al.*, 2006).

En el caso de holoplancteres, existen, por una parte, especies asociadas a masas de agua con características muy singulares y que pueden ser consideradas especies indicadoras biológicas de esos tipos de agua. En tanto hay otras que presentan un amplio rango de tolerancia a las variables ambientales y un gran espectro de distribución. En términos generales, el número de especies holoplanctónicas epipelágicas tiende a disminuir desde los trópicos hacia las latitudes altas (Escribano & Castro, 2004).

Las cadenas tróficas son representaciones lineales del traspaso de energía y materia a lo largo de varios niveles de alimentación. Entre algunas de las generalidades sobre las cadenas tróficas en los ambientes marinos que se pueden citar, están aquellas en que el tamaño de organismos aumenta con el nivel trófico, como así mismo el tiempo generacional (duración del ciclo de vida).

Los organismos planctónicos conforman la base de la pirámide alimentaria del ecosistema marino. El fitoplancton realiza la producción primaria, a través de la fotosíntesis, utilizando la energía radiante del sol, el dióxido de carbono y sales minerales conocidas como nutrientes, que se encuentran disueltos en el agua de

mar. El zooplancton herbívoro, por otra parte se encarga de canalizar y transferir el carbono fijado por el fitoplancton hacia los niveles tróficos superiores.

El zooplancton marino tiene gran importancia por constituir el segundo eslabón de la cadena trófica, siendo el alimento básico de numerosos recursos pesqueros explotables; en los cuales destacan peces de alto potencial comercial que tienen gran valor económico y nutricional, representando una fuente importante de alimento para la población mundial (Brightdoom *et al.*, 2006).

De igual manera en zonas de alta productividad pesquera, el plancton en general es muy abundante y es importante conocer la composición y distribución de sus componentes (fitoplancton y zooplancton), ya que permite su utilización como indicadores de alimento disponible, e incluso el estudio de la cadena alimentaria más simple, requiere conocimiento de la productividad y transferencia de la energía mediada por estos organismos (Giraldo *et al.*, 2007).

El Golfo de México es un mar semicerrado, parte del mediterráneo americano, que recibe un enorme volumen de agua dulce de origen continental cuyas aportaciones varían notablemente espacial y temporalmente. Recibe como elemento central en su circulación aguas del Caribe procedentes del Canal de Yucatán (CONABIO, 2008).

Frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado, en el estado de Veracruz se ubica el Sistema Arrecifal Veracruzano (SAV); éste

representa el sistema arrecifal de mayor tamaño de la región centro del Golfo de México (GM), alberga la mayor biodiversidad de especies arrecifales del oeste del GM; es además el hogar de varias especies protegidas, muchas de las cuales son únicas en el mundo y es el centro del corredor arrecifal del Suroeste del GM; integrado por el Sistema Arrecifal Lobos Tuxpan y los arrecifes de Los Tuxtlas (Ortiz *et al.*, 2013).

Antecedentes

Álvarez y colaboradores en el 2007, en el trabajo titulado “Estudio anual del zooplancton: composición, abundancia, biomasa e hidrología del norte de Quintana Roo, mar Caribe de México” en el año 2014, identificó 41 grupos del zooplancton donde los copépodos fueron los más abundantes (61%) seguidos de las larvas de equinodermos (17%) y decápodos (5%). El copépodo *Acartia tonsa* fue la especie más abundante de este grupo en el Sistema Lagunar Nichupté (SLN). En la zona marina adyacente los copépodos estuvieron representados en orden de importancia por *Acartia spinata*, *Pseudocalanus* sp. y *Calanopia americana*.

El trabajo de Gasca y Castellanos en 1993 “Zooplancton de la Bahía de Chetumal”, identificaron 23 grupos zooplanctónicos recolectados en los meses de agosto, octubre y diciembre de 1990, y febrero y mayo de 1991. El grupo más abundante fue el de las larvas de decápodos con 55.15% del total de organismos. Seguido por los huevos y larvas de peces con 20.0%, los copépodos con 13.74% y las apendicularias con 9.9%.

Okolodkov en 2011, publicaron, “Ciclo anual de la biomasa de plancton en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano, suroeste del Golfo de México”, en el cual se demostró que la riqueza de zooplancton era más alta en abril durante el 2007, obteniéndose 36 taxas diferentes. Identificaron un pico de producción durante septiembre y octubre, es decir, en el final de la época de lluvias; a pesar de ello, los valores anuales de la biomasa demostraron una distribución espacial homogénea.

En el 2014, la tesis de Góngora titulada, “Visión del plancton en el Arrecife Santiaguillo, Veracruz”, reporta la presencia de 32 taxas entre, órdenes, géneros y especies. La mayor densidad que reporta se encuentra en el mes de marzo con 297, 220 org/m³ y en julio con 281, 830 org/m³. Entre los organismos abundantes encontramos, poliquetos, moluscos, crustáceos.

Gaona en la tesis, “Comparación del zooplancton marino entre una zona de playa y una arrecifal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano” del 2014, reporta de igual manera la presencia de 32 taxas, en playa estuvo compuesta por 24 taxas principales, 30 familiar y 32 especies, en arrecife se encontraron 28 taxas principales, 48 familias y 40 especies. Se reportaron 47 especies de copépodos. La comunidad reportó otros grupos dominantes como calanoides, tintínidos, huevos y larvas.

En el 2017 la tesis de Pérez, “Comparación del zooplancton en la zona occidental y oriental de la isla Santiaguillo en el Sistema Arrecifal Veracruzano”, reporta que el zooplancton alrededor de la isla, se integra principalmente por copépodos y larvas de molusco. En cuanto a las condiciones ambientales, concluye que el pH y el oxígeno registrado en las zonas, se encuentra en rangos óptimos. La temperatura y salinidad presentan variaciones temporales y tal parece, son los factores que influyen en las densidades.

Justificación

El zooplancton representa un papel importante en los ecosistemas acuáticos, siendo base de las cadenas tróficas y consumidores primarios de éstas (Brightdoom *et al.*, 2006), sin embargo, el plancton marino de las aguas que rodean la República de México es poco conocido (Suárez-Caabro & Gómez-Aguirre, 1965). Los estudios en el Parque Sistema Arrecifal Veracruzano sobre esta comunidad son escasos, dándole más prioridad a otros grupos, por lo tanto se tiene que realizar un estudio más profundo sobre el zooplancton, específicamente del holoplancton.

Objetivos

General

- Caracterizar el holoplancton en tres zonas del Sistema Arrecifal Veracruzano durante un ciclo anual.

Particulares

- Describir las condiciones ambientales, tales como la temperatura ambiental, temperatura del agua, salinidad, oxígeno disuelto y pH de las zonas de estudio.
- Identificar los organismos holoplanctónicos presentes y su densidad a través del tiempo y el espacio.
- Comparar la composición y densidad de los grupos del holoplancton en las tres zonas de muestreo.

Área de Estudio

El Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano (PNSAV) fue decretado como Parque Marino Nacional el 24 de agosto de 1992 (Diario Oficial de la Federación, 1992).

El PNSAV se desarrolla sobre la plataforma continental al oeste del Golfo de México en el estado de Veracruz (19°15' y 19°02' N 96°12' y 95°47' W). Está dividido en dos secciones: la sección puerto de Veracruz y la sección Antón Lizardo, separadas por la desembocadura del río Jamapa, en Boca del Río (Granados, *et al.*, 2007).

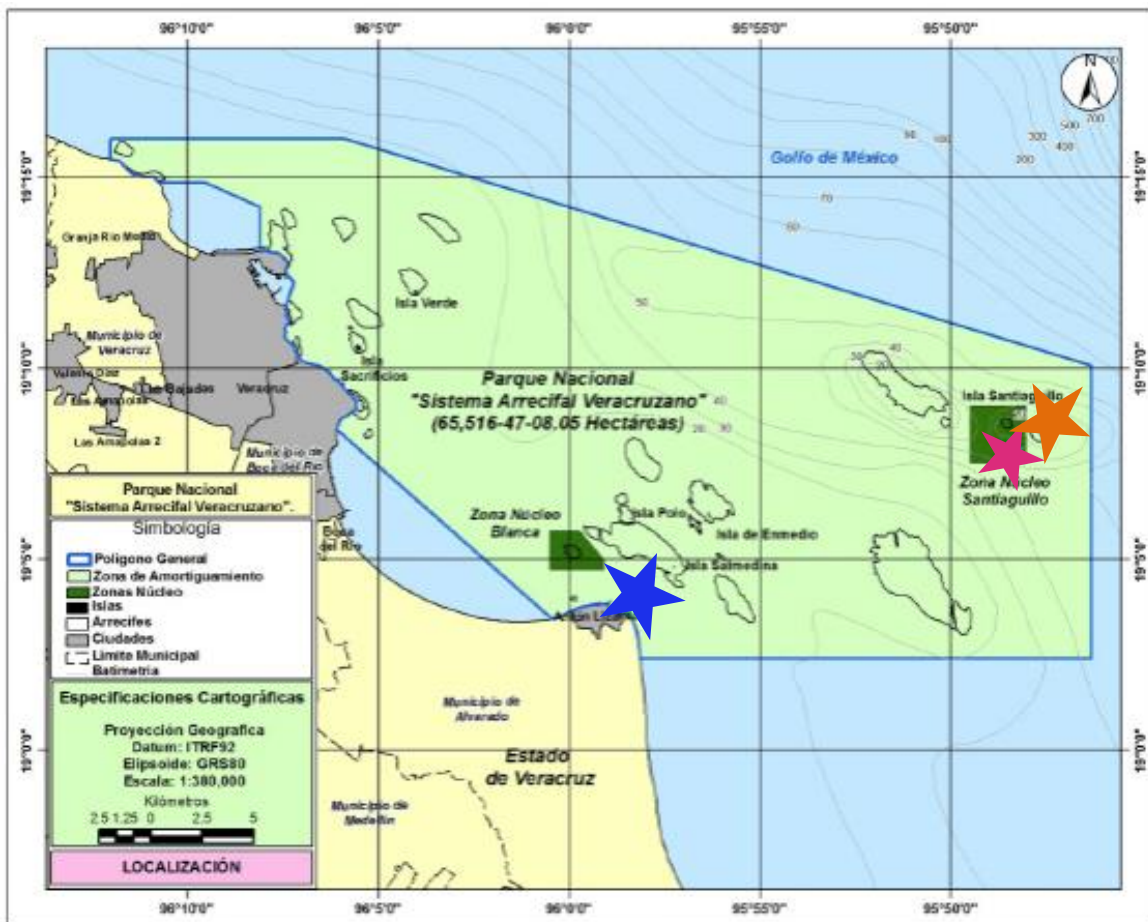


Figura 1. Zonas de muestreo (DOF, 2012).

Simbología figura 1.



Playa



Arrecife



mar

El clima en la región es de tipo cálido subhúmedo con lluvias en verano (AW), con tres temporadas principales del año: La de “nortes” que abarca los meses de octubre a abril, se caracteriza por una escasa precipitación, baja temperatura ambiental e incremento de masas de aire frío proveniente del Norte, cuya fuerza puede provocar desde vientos frescos, violentos y huracanados. De noviembre a abril se presenta la temporada de “secas”, caracterizada por registros de precipitación por debajo de la normal climatológica (valor en la región de Veracruz) con registros mínimos de 10 milímetros. De junio a octubre se presenta la temporada de lluvias, caracterizada por una precipitación por arriba de la media climatológica.

El promedio de la temperatura del aire es mayor en agosto, con un rango de 22.6°C a 28.5°C, aunque desciende hasta los 18°C en los meses más fríos (enero y febrero), con una precipitación promedio anual de 1100-2000 mm (Salas-Pérez y Granados-Barba, 2008). La humedad media anual se mantiene en promedio en un 80% (Carillo *et al.*, 2007).

En el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano se localizan cayos comúnmente identificados como islas que conforman una parte terrestre dentro de la poligonal del Parque. Anidan especies de tortuga marina caguama (*Caretta caretta*), tortuga marina verde del Atlántico o tortuga blanca (*Chelonia mydas*), tortuga marina escamosa del Atlántico o tortuga lora (*Lepidochelys kempii*), tortuga marina de carey (*Eretmochelys imbricata*), y aves como golondrina marina menor, charrán mínimo o gaviotín (*Sterna antillarum*) y charrán elegante (*Sterna elegans*); asimismo, en algunos de estos cayos se desarrolla vegetación entre la que destaca

mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y palma kuká (*Pseudophoenix sargentii*), especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, "*Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*" (DOF, 2012).



Figura. 2 Isla de Santiaguillo.

Dentro del Sistema Arrecifal se encuentra el arrecife de Santiaguillo (Granados *et al.*, 2007). Tiene una extensión de 1.0 km², está compuesto principalmente por restos de coral. Es uno de los arrecifes más alejados de la costa (Pérez, 2017). La DOF en el 2012, decreto este arrecife junto con el llamado "Blancas" zonas núcleo.

Método.

Campo

- Se realizaron muestreos de manera bimestral a lo largo de un ciclo anual, desde junio del 2017 hasta abril del 2018.
- En cada estación se tomaron coordenadas con el GPS marca GRAMIN ETREX.
- De igual manera se evaluaron los siguientes parámetros físicos y químicos en cada zona, como: Salinidad con un multifactores marca TRACER pocket; el pH por su parte fue medido con un potenciómetro marca Thermo Scientist Orion y el oxígeno disuelto con un oxímetro marca Hanna Instrument modelo HI 9242.
- Para la captura de organismos se realizaron arrastres superficial horizontal con una red clásica de 30 cm de diámetro de boca y 150 de abertura de malla por de 1ms^{-1} velocidad.



Figura. 3 Arrastre con red de zooplancton.

- Las muestras se vertieron en frascos transparentes con capacidad de 50 ml que fungieron como cámaras de sedimentación previamente etiquetados con mes y zona.
- Posteriormente, fueron fijadas con 4 ml de formol neutralizado con bórax (Ferrario *et al.*, 1995).

Laboratorio

- Las muestras obtenidas de campo se dejaron sedimentar por aproximadamente 24 hrs

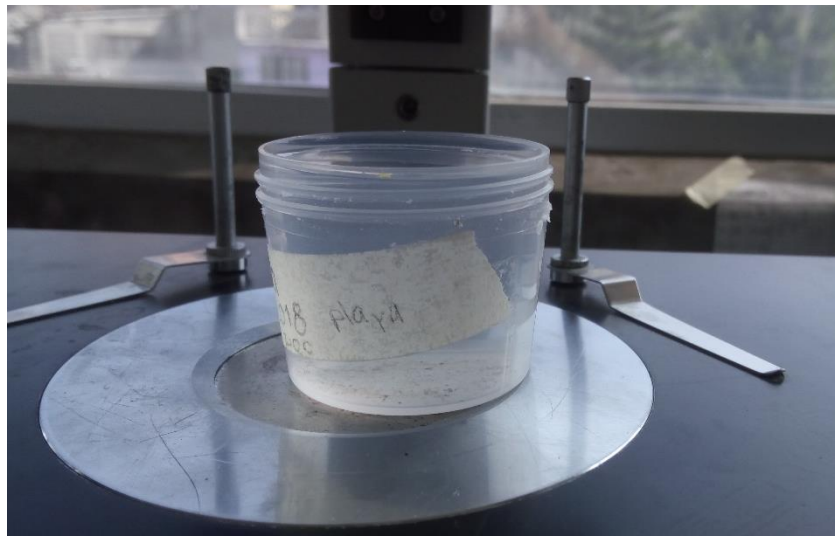


Figura. 4 Frasco de 50 ml al microscopio.

- Se observaron en un microscopio invertido marca OLYMPUS 1X70 con objetivo de 10x y se fotografiaron.
- Se reconocieron los organismos con ayuda de claves como la de De Boyd (1996), y de Boltovskoy (1981).

- Se realizaron recuentos de organismos por campo (20 campos elegidos al azar) en cámara de sedimentación.
- Los datos obtenidos se extrapolaron para calcular la densidad de zooplancton por litro con los siguientes pasos

1. Obtener el volumen por litro durante un arrastre.

$$\text{Vol} = (\pi)(\text{radio de la red cónica})^2((\text{velocidad de la lancha})(\text{duración del arrastre}))$$

2. Área de sedimentación de los frascos.

$$A = (\pi)(\text{área de sedimentación del frasco})^2$$

3. Calcular número de campos en el frasco.

Se sabe que en 4 mm² hay 1 campo a 10x.

4. Extrapolar el número de organismos contados en los 20 campos.

$$\frac{\text{Número de organismos contados}}{\text{Abundancia de organismos}} * \frac{20 \text{ campos}}{\text{Total de campos}}$$

5. Calcular el número de organismos totales en 200 l .m³.

$$\frac{\text{Abundancia de organismos}}{\text{Densidad de organismos}} * \frac{\text{Volumen filtrado en el arrastre}}{1\text{m}^3}$$

(Okolodkov, 2011).

Gabinete

- Se realizaron gráficos en excel 2013 para densidades de cada mes y zona, para densidades de organismos totales y densidades por grupos.
- Mediante el software Statgraphics Centurion XV.II. versión de prueba se realizarán análisis exploratorios de cajas múltiples, se hicieron pruebas de normalidad como: **Shapiro-Wilk**, prueba de homocedasticidad de **Levene** y la prueba de **Kruskal-Wallis** para comparar más de dos muestras con el propósito de conocer si proceden de la misma población o si hay diferencias entre las medidas de tendencia central de más de dos poblaciones.

- Para poder jerarquizar, se realizaron diagramas de frecuencia utilizando el criterio de Magurran sobre rareza y dominancia. Los cuartiles en las dos distribuciones se muestran como líneas. Los grupos que se encuentran debajo de la media son considerados como raros, mientras que los grupos que se ubican por arriba de ella serán denominados como dominantes.

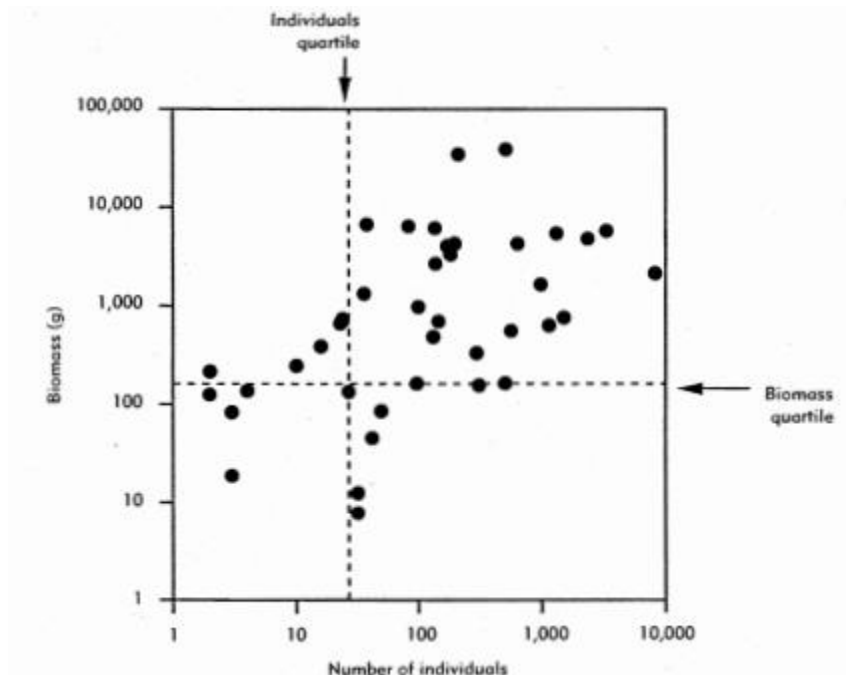


Figura 5. Rareza de peces de agua dulce en Trinidad y Tobago (Magurran, 1989)

Resultados

Grupos taxonómicos presentes

Durante el periodo de trabajo se identificaron 9 filas, 17 familias, 17 géneros y 19 especies; además de estos grupos se observaron organismos correspondientes al meroplancton, sin embargo, este trabajo está enfocado solamente al holoplancton.

A continuación se muestra un listado de todos los organismos identificados con las claves de De Boyd (1977), Boltovskoy (1981) y la base de datos en línea www.marinespecies.org

Tabla 1. Lista taxonómica de grupos presentes en las zonas de estudio.

Reino	Filo	Clase	Orden	Familia	Género	Especie
Protista	Protozoa	Globothalamea	Rotaliida	Globigerinidae	<i>Globigerina</i>	<i>Globigerina</i> sp. D'orbigny, 1826
	Ciliophora	Oligotrichea	Tintinnida	Codonellidae	<i>Tintinnopsis</i>	<i>Tintinnopsis</i> sp. Hada, 1937
	Nematoda					
	Annelida	Polychaeta	Phyllodoceomorpha	Polynoidae	<i>Thyposcolex</i>	<i>Thyposcolex</i> sp.
				Calanoida	<i>Nannocalanus</i>	<i>Nannocalanus minor</i> Claus, 1863
				Paracalanidae	<i>Calocalanus</i>	<i>Calocalanus contractus</i> Farran, 1926
				Acartiidae	<i>Acartia</i>	<i>Acartia lilljeborgii</i> Giesbrecht, 1889
				Parcalanidae	<i>Paracalanus</i>	<i>Paracalanus</i> sp.

	Arthropoda	Crustacea	Cyclopoida	Oithonidae	<i>Oithona</i>	<i>Oithona nana</i> Giesbrecht, 1892 <i>Oithona similis</i> Claus, 1866
			Harpacticoida	Miracidae	<i>Macrosetella</i>	<i>Macrosetella gracillis</i> Dana, 1847
				Ectinosomatidae	<i>Microsetella</i>	<i>Microsetella rosea</i> Dana, 1849
			Poecilostomatoida	Corycaeidae	<i>Farranula</i>	<i>Farranula rostrata</i> Claus, 1863 <i>Farranula gracilis</i> Dana, 1849
			Ostracoda	Halocypridae	<i>Halocrypris</i>	<i>Halocrypris sp.</i>
			Cladocera	Sididae	<i>Penilia</i>	<i>Penilia avirostris</i> Dana, 1849
	Podonidae	<i>Evadne</i>		<i>Evadne spinifera</i> , Müller 1867		
	Chaetognatha	Sagittoidea	Aphagnophora	Sagittidae	<i>Sagitta</i>	<i>Flaccisagitta enflata</i> Grassi, 1881
	Mollusca	Bivalvia				
		Gastropoda	Littorinimorpha	Strombidae	<i>Strombus</i>	<i>Strombus sp.</i>
			Pteropoda			
	Cordada	Appendicularia	Copelata	Oikopleuridae	<i>Oikopleura</i>	<i>Oikopleura longicauda</i> Vogt, 1854

Algunos organismos identificados

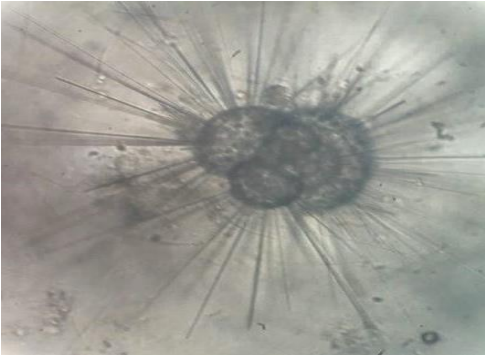


Figura. 6 *Globigerina sp.* (40x).



Figura. 7 *Thyphloscolex sp.* (10x).

Figura. 8 *Macrosetella gracillis* (10x).





Figura. 9 *Farranula rostrata* (10x).

Figura. 10 *Oithona nana* (40x).

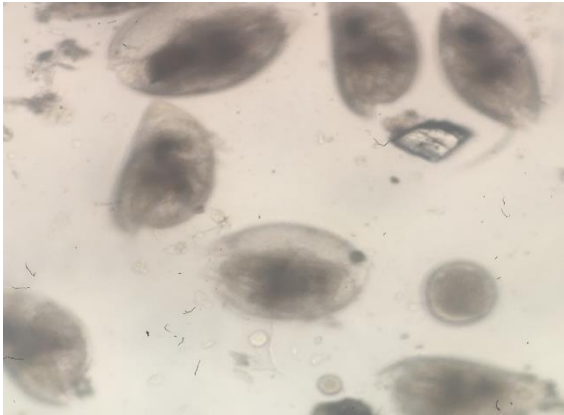


Figura.11 *Halocrypris* sp (10x).

Figura. 12 *Evadne spinifera* (10x).



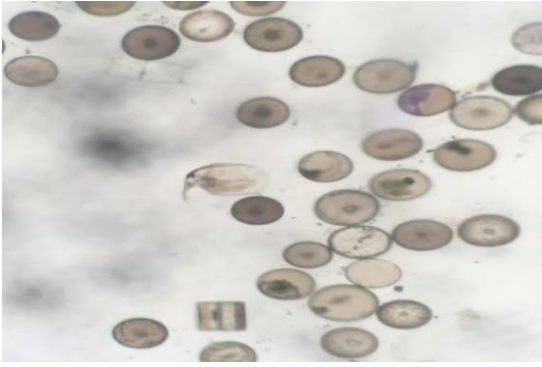


Figura 13. *Penilia avirostris* (10x).

Figura 14. *Flaccisagitta enflata* Grassi (4x).

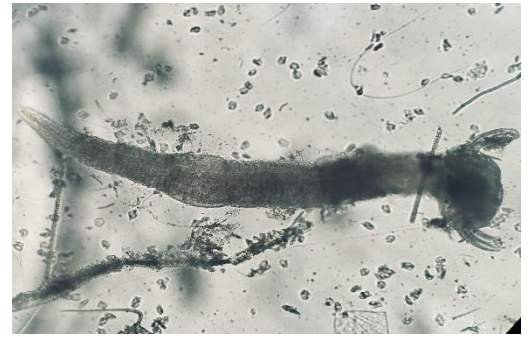


Figura 15. Moluscos (10x).

Figura 16. Pterópodo (10x).



Figura. 17 *Oikopleura logicauda* (10x).

Densidades totales de organismos

En la figura 18 se observa un gráfico con densidades totales durante todo el estudio en las zonas de muestreo. El mes con mayor densidad fue septiembre en la zona denominada mar con una densidad de 1766 org/m³, seguido por el mes de abril con la mayor densidad en la zona de arrecife con 1208 org/m³. Tanto en las zonas de playa en el mes de diciembre y septiembre se encuentran las menores densidades no superando más de los 250 org/m³.

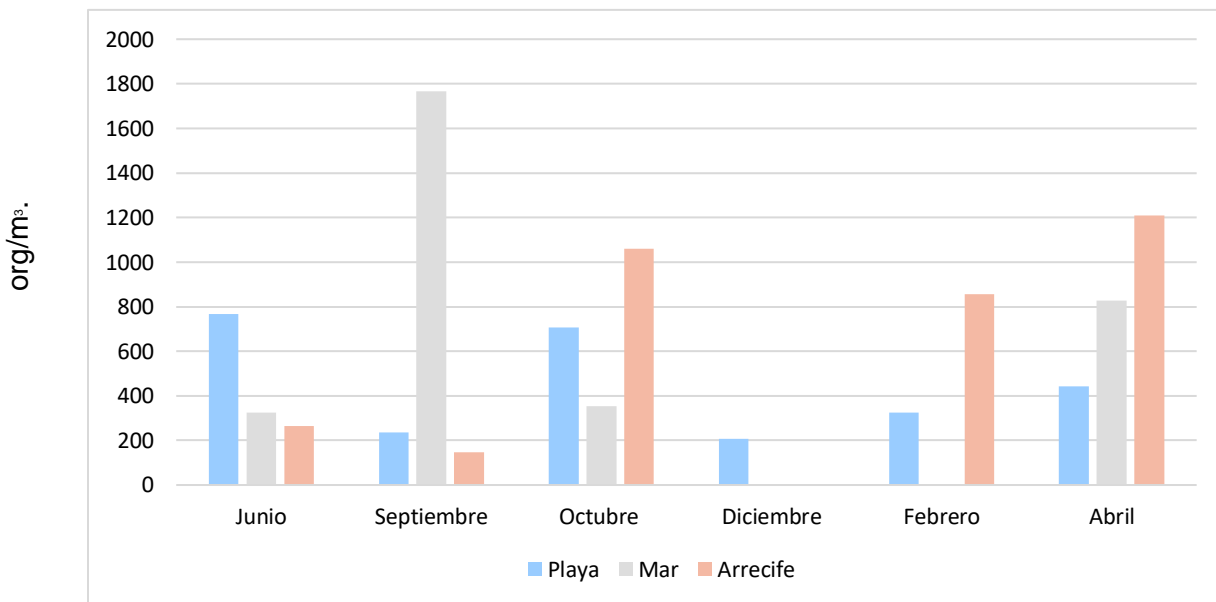


Figura 18. Densidades de organismos a lo largo de un ciclo anual.

Densidad de organismos por zona

La figura 19 representa la densidad de organismos en la zona de playa. Los copépodos son el grupo cuya densidad es más alta en esta estación con 1679 org/m³, la mayor densidad de copépodos estuvo presente en el mes de junio. En esta zona se destaca la presencia de nematodos, que pese a ser de 30 org/m³, es en la única en que se encontraron representantes del grupo. En menos densidad se contó con grupos como quetognatos, pterópodos y cladóceros, sin embargo, no se encontraron ostrácodos.

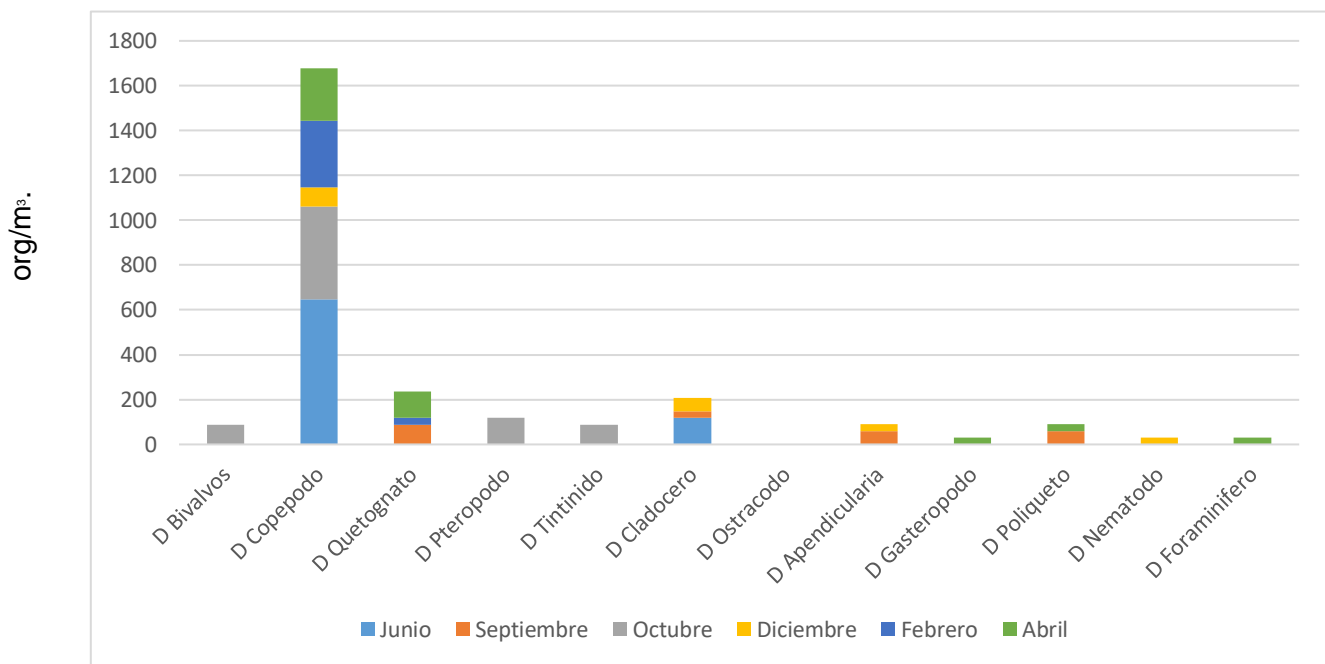


Figura 19. Densidad de organismos en la zona de playa durante un ciclo anual.

Desde otra perspectiva, en la zona de mar, los bivalvos fueron el grupo con mayor densidad (1472 org/m³) reportándose en el mes de septiembre, seguidos por los copépodos con una densidad de 1296 org/m³ en el mes de abril; finalmente en esta zona los gasterópodos también se pueden considerar entre los más abundantes. Se puede observar la ausencia de grupos como pterópodos y tintínidos que aparecen en la zona anterior. De igual forma, los ostrácodos se encuentran ausentes.

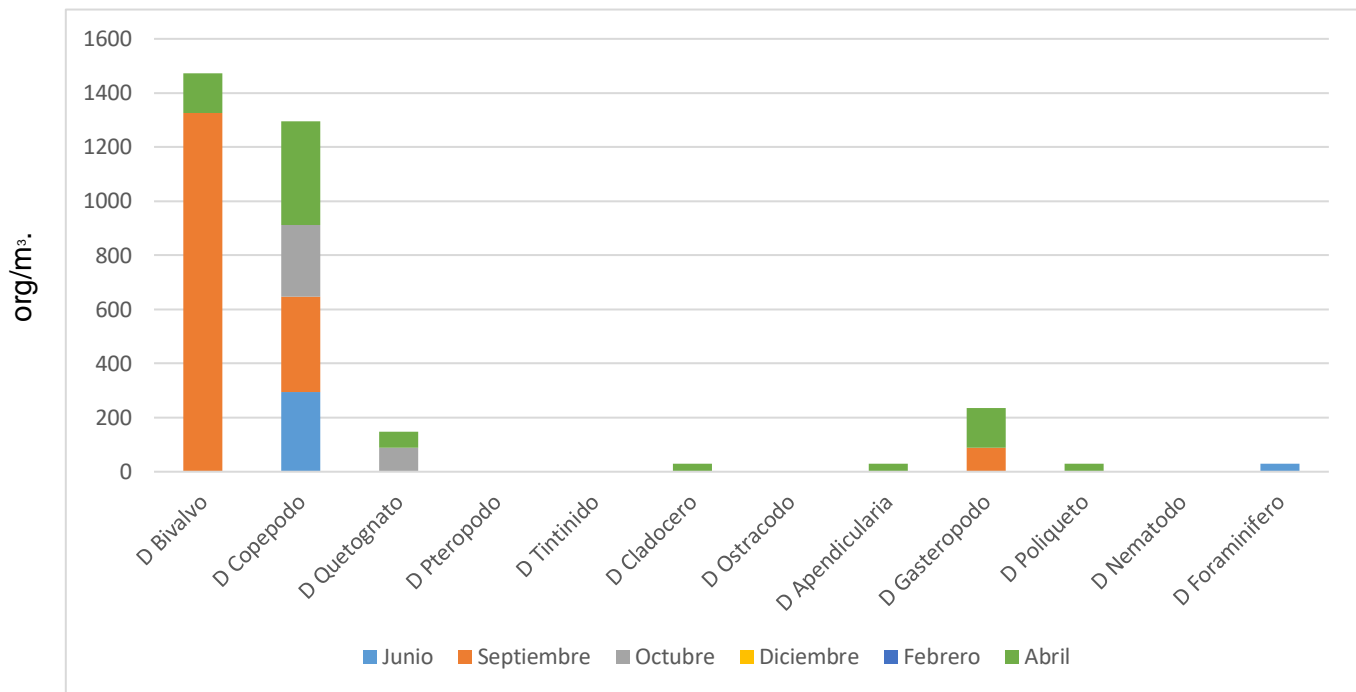


Figura 20. Densidad de organismos en la zona de mar en un ciclo anual.

Finalmente para la zona de arrecife se observa que todos los grupos se encuentran a excepción de los nematodos; algunos en densidades muy bajas como lo son los poliquetos, las apendicularias, foraminíferos, pterópodos y tintínidos, que no sobrepasan densidades de más de 30 org/m³, y algunos otros como los copépodos que continúan dominando. La zona de arrecife es la única en la que se registró la presencia de ostrácodos (236 org/m³) durante el mes de febrero.

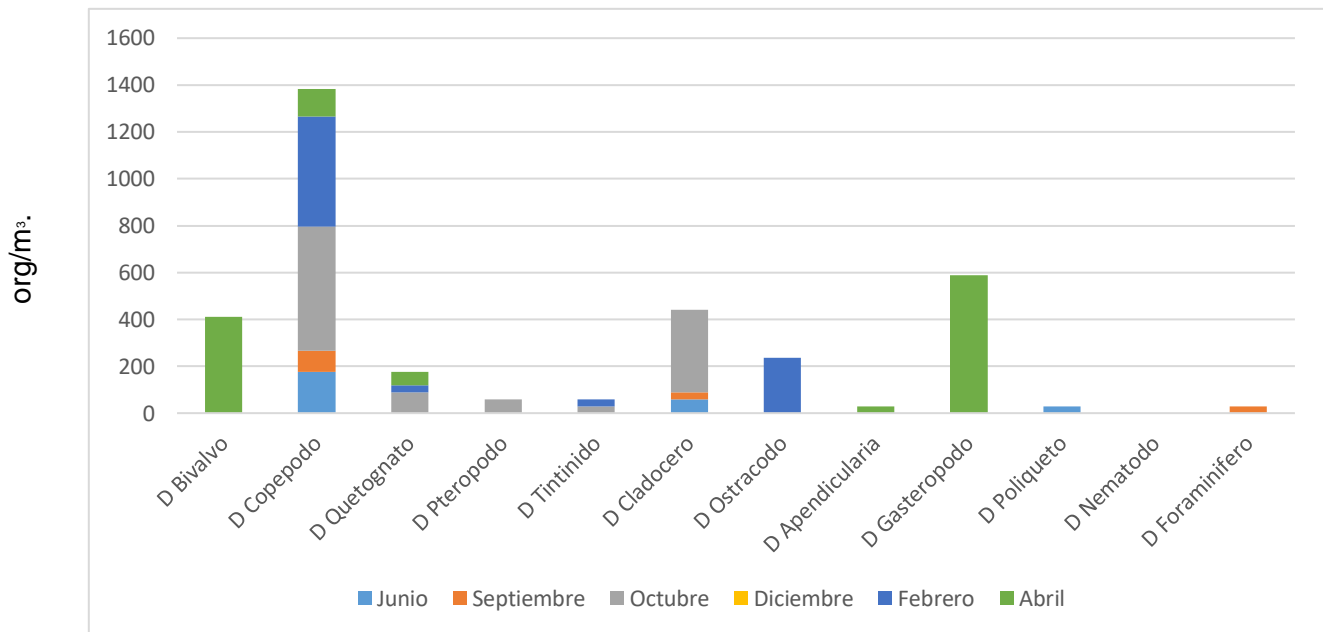


Figura 21. Densidad de organismos en la zona de arrecife en un ciclo anual.

Análisis comparativo de densidades por mes.

En la figura 22 se presenta un gráfico de cajas y bigotes con densidades totales en los meses en los que se realizó el estudio. Se observa que el mes de septiembre posee la caja más desplegada ya que hay una mayor dispersión de datos, su densidad osciló entre los 1766 org/m³ y 236 org/m³.

La caja del mes de diciembre dispone de una caja pequeña, ya que solo se realizó un muestreo que por lo que no posee los suficiente datos para que la cajas se logre desplegar. Sin embargo, las muescas se traslapan por lo que no se encuentran diferencias significativas en los meses..

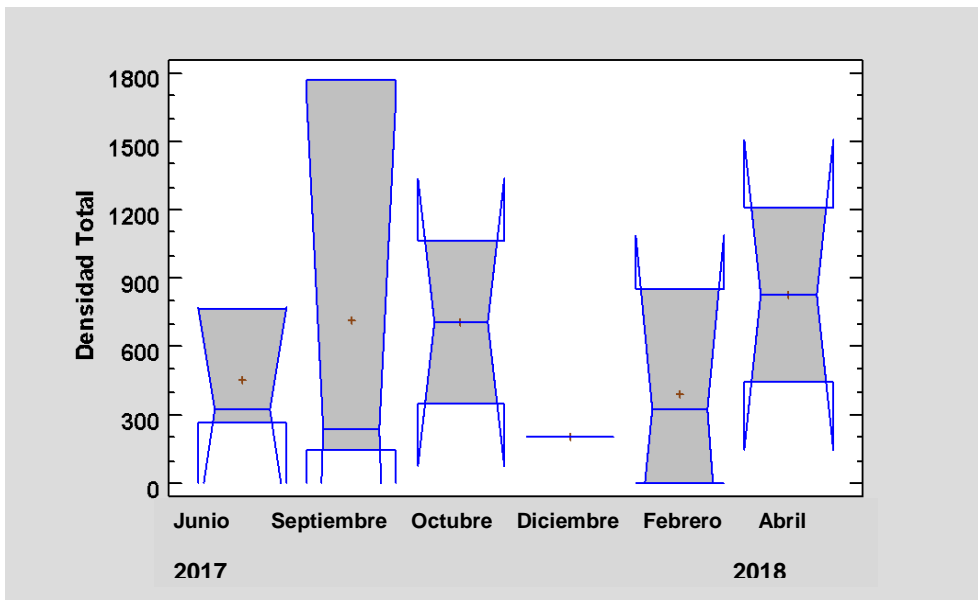


Figura 22. Diagrama de cajas y bigotes a lo largo de un ciclo anual.

La prueba de Kruskal-Wallis arrojó un valor de **P=0.495**, lo que indica que estadísticamente no hay diferencias ($P > 0.05$)

Análisis comparativo de densidades por zonas.

En cuanto a las zonas, en la figura 23 presenta densidades totales en las tres diferentes estaciones de muestreo.

La caja para la zona de mar se muestra más desplegada debido a que esta presenta una mayor dispersión en los datos, no obstante, la zona de arrecife posee la densidad total más alta a lo largo del estudio con una media de 1179 org/m³. Las muescas se traslapan por lo que no se encuentran diferencias significativas en los meses.

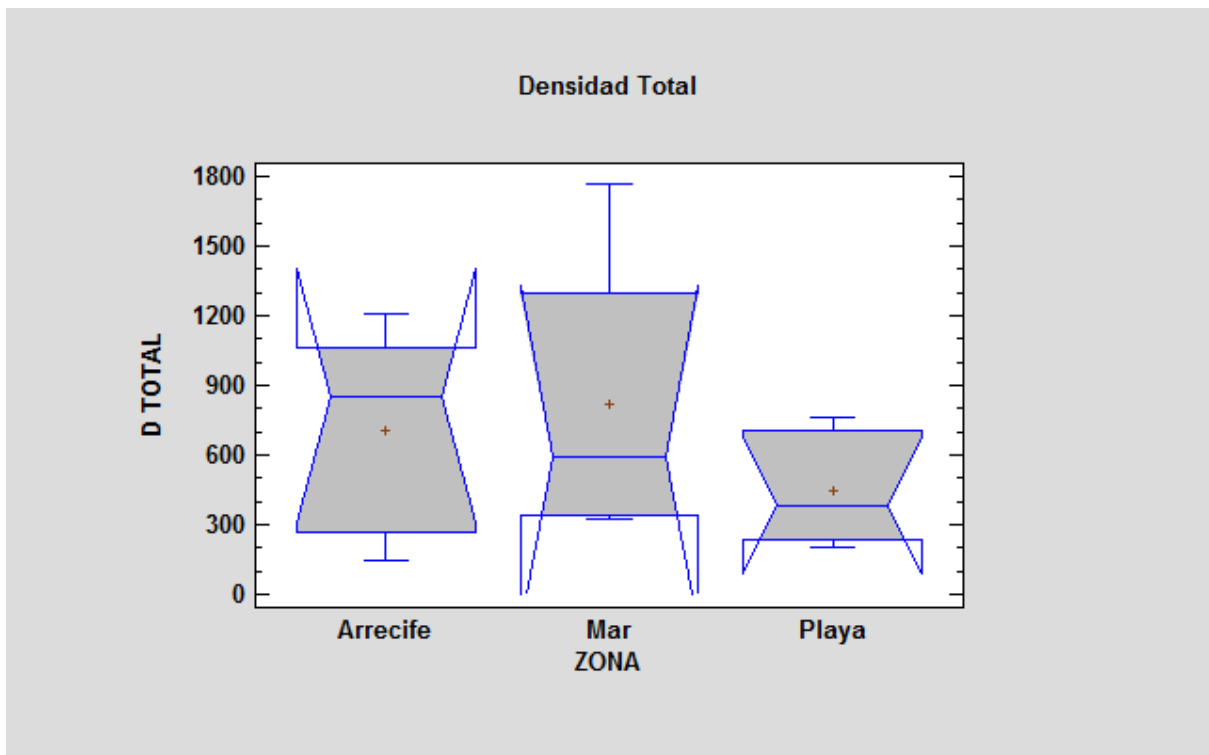


Figura 23. Diagramas de cajas y bigotes para zona durante un ciclo anual.

La prueba de Kruskal-Wallis arrojó un valor de **P=0.447** lo cual permite identificar que estadísticamente no hay diferencias ($P > 0.05$)

Diagramas de frecuencia

Se realizaron diagramas frecuencia para cada zona.

La figura 24 correspondiente al diagrama para playa se puede distinguir que que los organismos dominantes encontramos a los copépodos, quetognatos, cladóceros y poliquetos. En el cuartil denominado raro, se encontró la mayor cantidad de grupos como los bivalvos, tintínidos, apendicularias, gasterópodos, nemátodos y foraminíferos. Esta es la única zona en la que se encontró presencia del grupo de los nematodos .

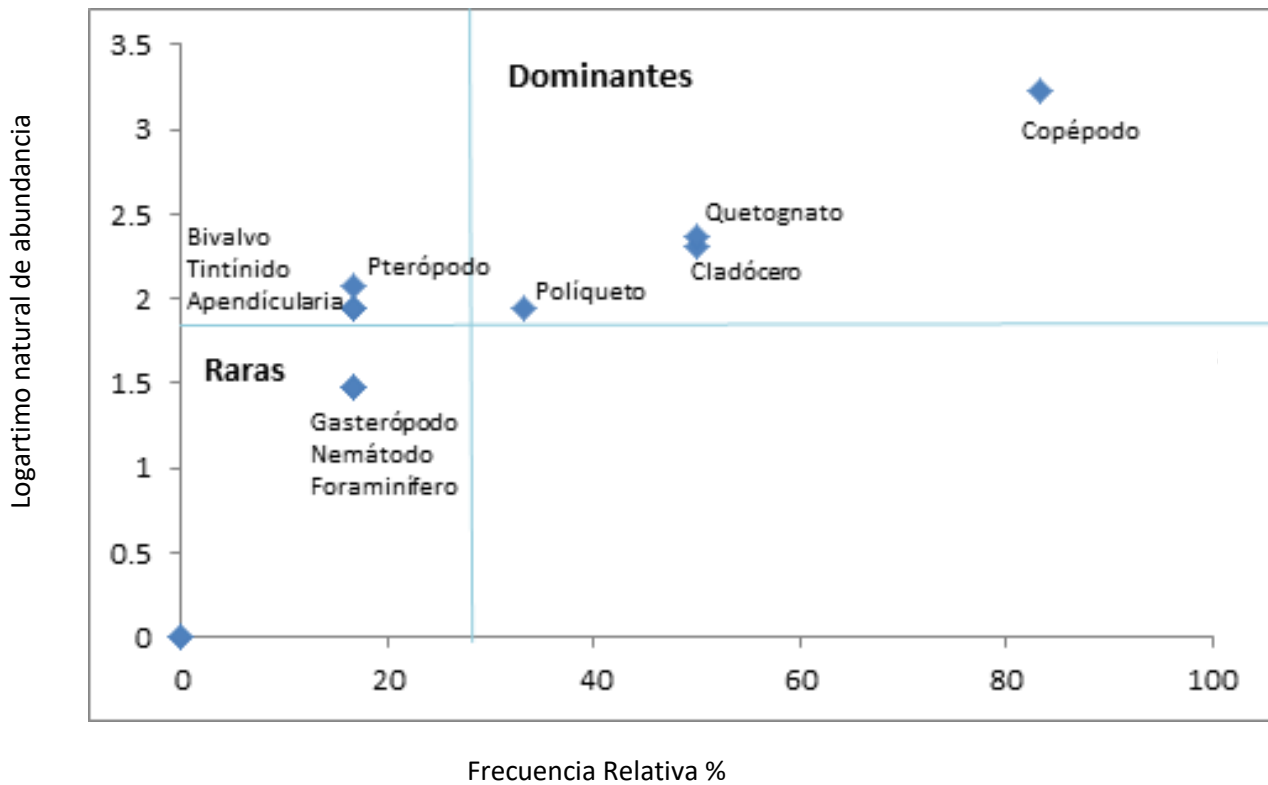


Figura 24. Diagrama de frecuencia para la zona de playa.

Para la zona de mar los copéodos y quetognatos siguieron siendo dominantes junto con otros 6 grupos. En este diagrama no se encontraron organismos en el área denominada rara

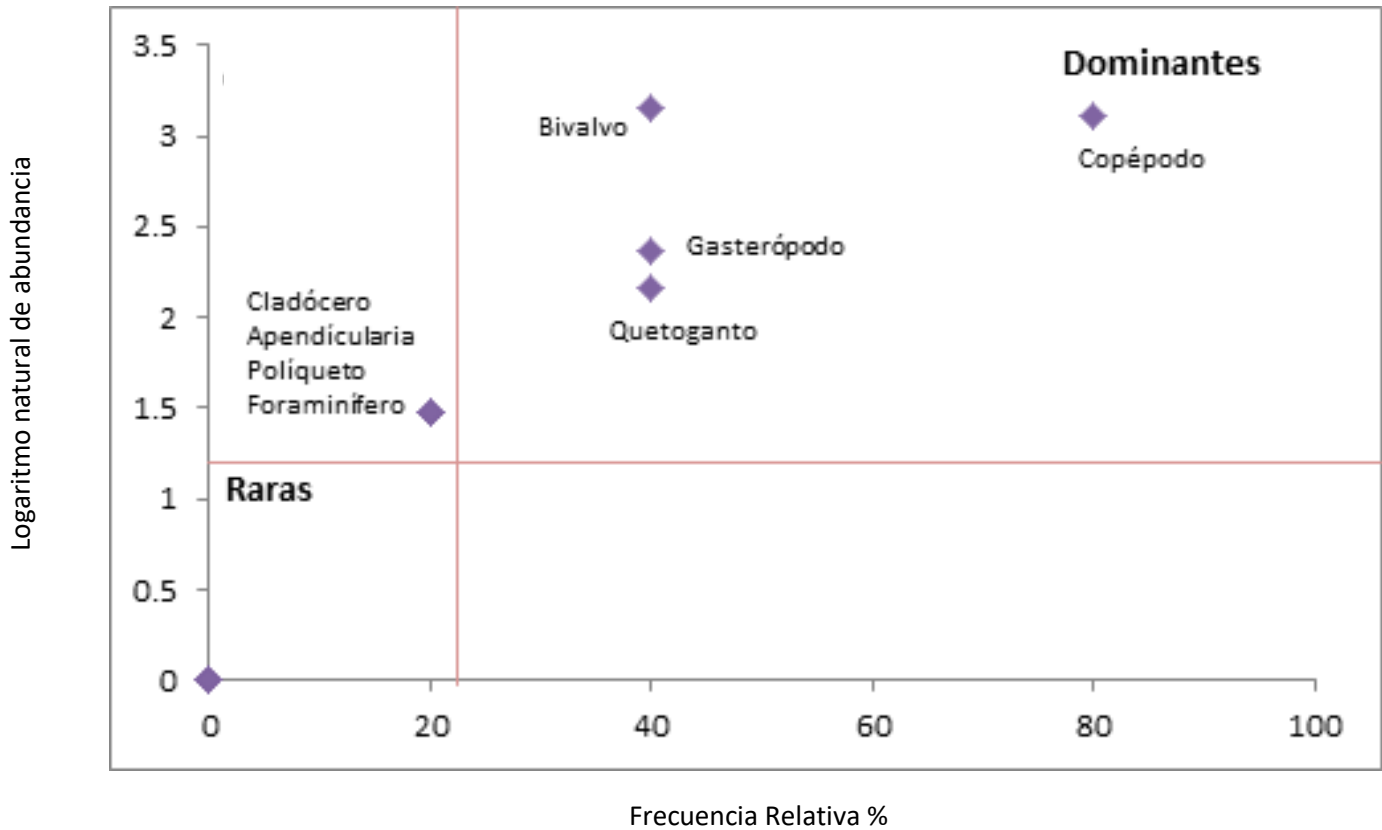


Figura 25. Diagrama de frecuencia para la zona de mar.

La zona de arrecife es la única que presenta todos los grupos que fueron registrados en el estudio; el área de los dominantes mantiene a organismos como quetognatos, copépodos, gasterópodos y bivalvos. Esta estación contiene organismos que anteriormente no se habían registrado en las demás zonas, como los tintínidos que se caen en el cuartil denominado raro, junto con otros cuatro grupos.

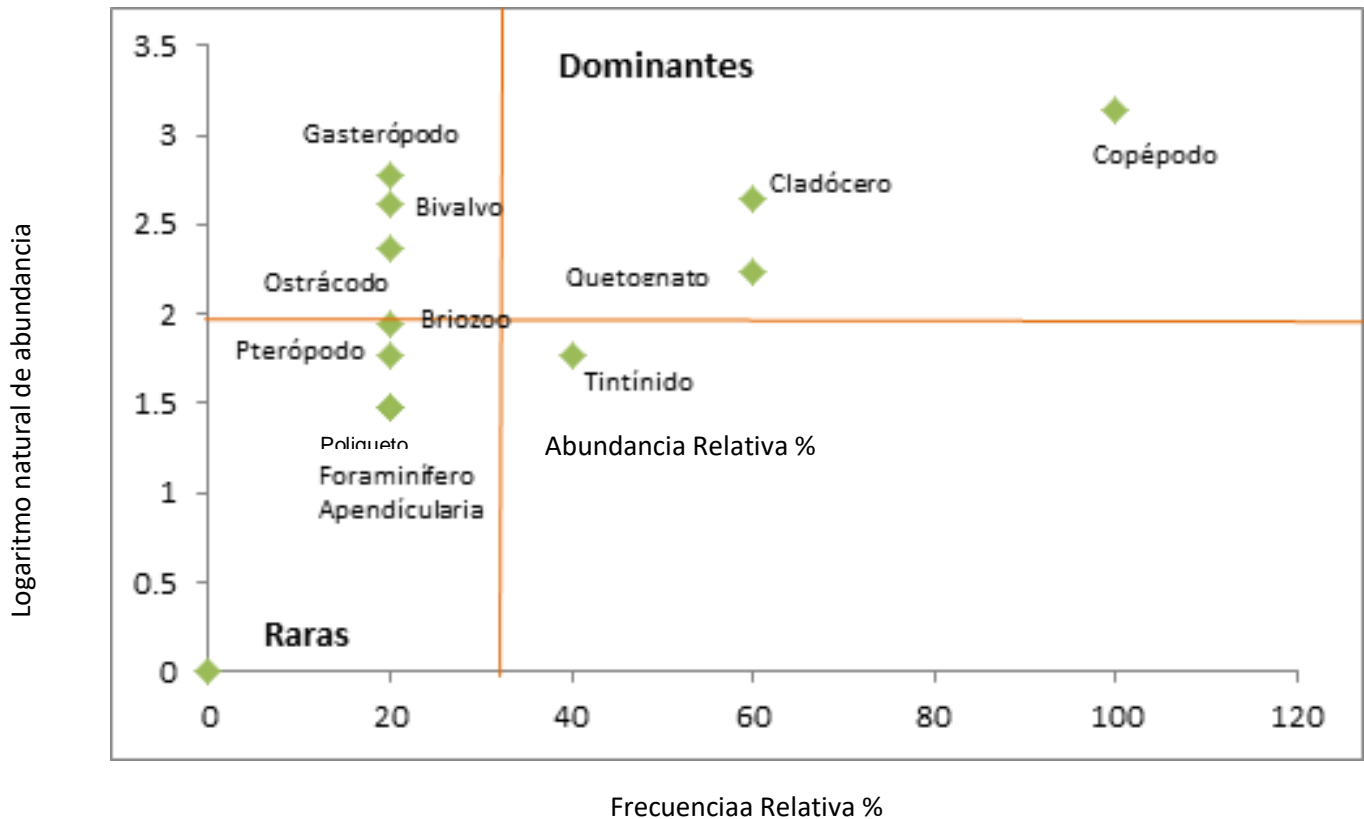


Figura 26. Diagrama de frecuencia para la zona de arrecife.

Parámetros físicos y químicos.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros físicos y químicos que fueron tomados tales como: temperatura, salinidad, pH y oxígeno; se muestran mes y zona en la que se obtuvieron.

Tabla 2. Parámetros físicos y químicos durante un ciclo anual.

Mes	Estación	Temperatura (°C)	Salinidad g/L	pH	Oxígeno mg/L
Junio	Playa	30.6	30.5	8.37	9.3
	Mar	30	40.4	8.25	11.7
	Arrecife	29.7	40.8	8.3	9.3
Septiembre	Playa	29.2	25.25	8.5	9
	Mar	28.7	39.25	8.1	8.2
	Arrecife	30	35	7.9	9.1
Octubre	Playa	28	31.65	8.2	12.66
	Mar	28.2	34.2	8.4	16.55
	Arrecife	27.9	39.9	8.4	16.23
Diciembre	Playa	20.6	40.06	8.4	9.4
Febrero	Playa	28.8	31.05	7.8	5.93
	Mar	26.6	35.2	7.9	6.47
	Arrecife	24.8	39.05	7.08	5.26
Abril	Playa	30.7	36	8.01	9.3
	Mar	28.5	36.45	8.07	3.06
	Arrecife	27	39.93	8.05	9.9

El comportamiento de los parámetros se muestra en las siguientes figuras; la temperatura más baja del agua se registró en el mes de diciembre con 20.6 °C, por otra parte en la zona de arrecife se encontraron los mayores valores de salinidad y temperatura.

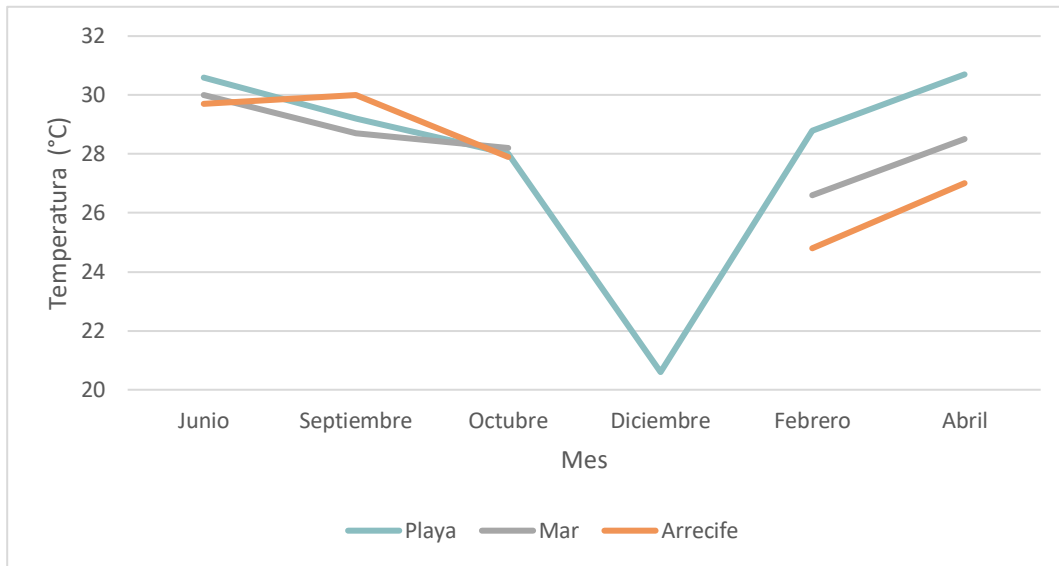


Figura. 27
Comportamiento de la temperatura durante el estudio

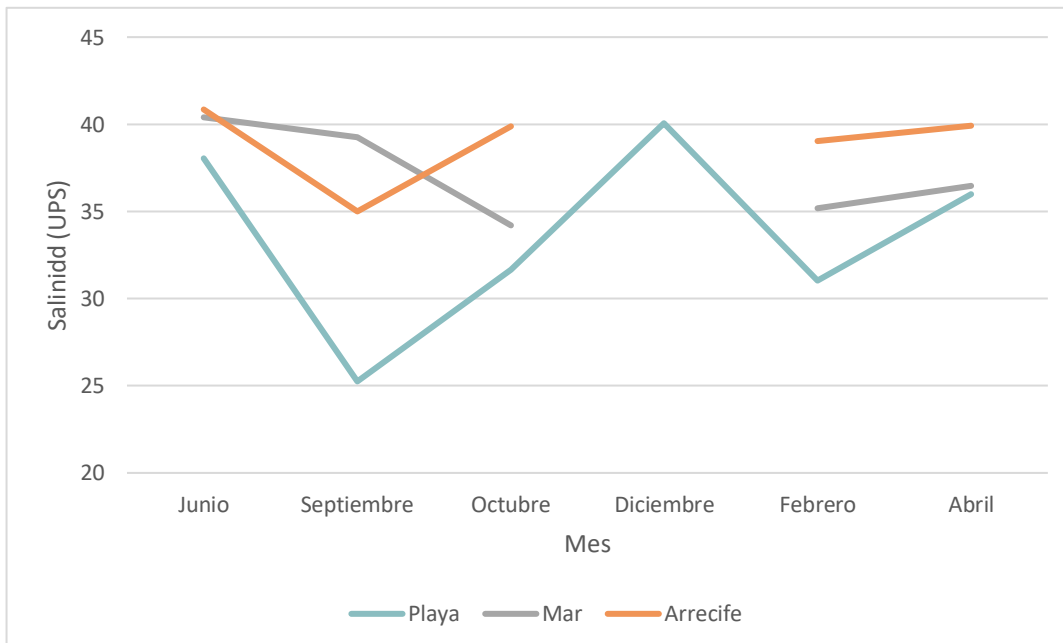


Figura. 28
Comportamiento de la salinidad durante el estudio.

Los niveles de oxígeno disuelto variaron a lo largo del estudio pero ninguna zona se mantuvo por debajo de los 3 mg/L como se puede observar en el mes de abril en la estación de mar. La zona de playa se mantuvo con los valores más bajos de pH, sin embargo éste se mantuvo arriba de 7.8 en todas las áreas.

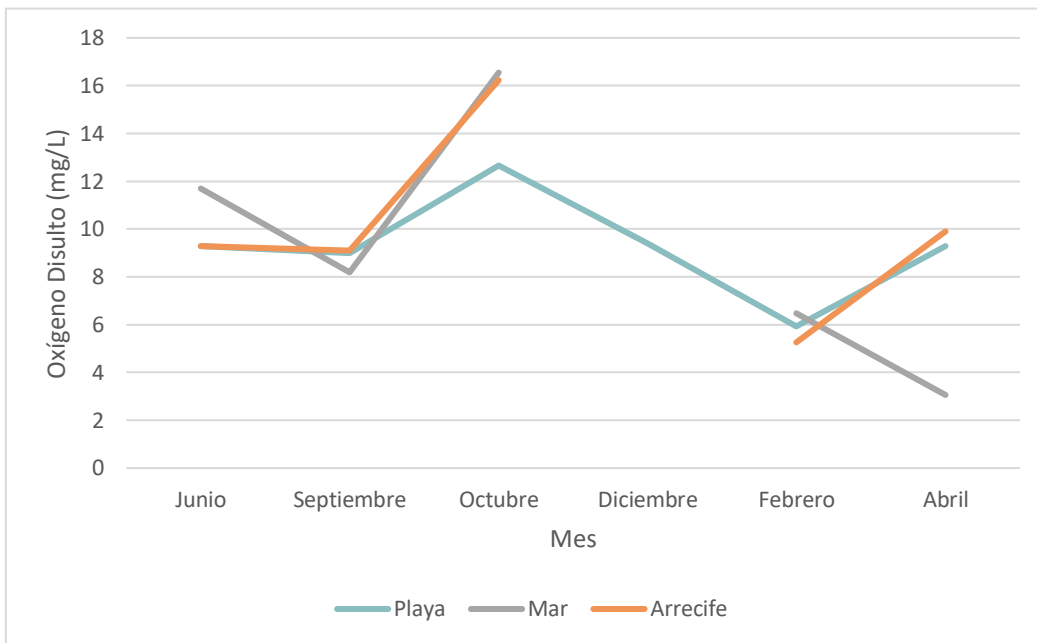


Fig. 29 Comportamiento del oxígeno durante el estudio.

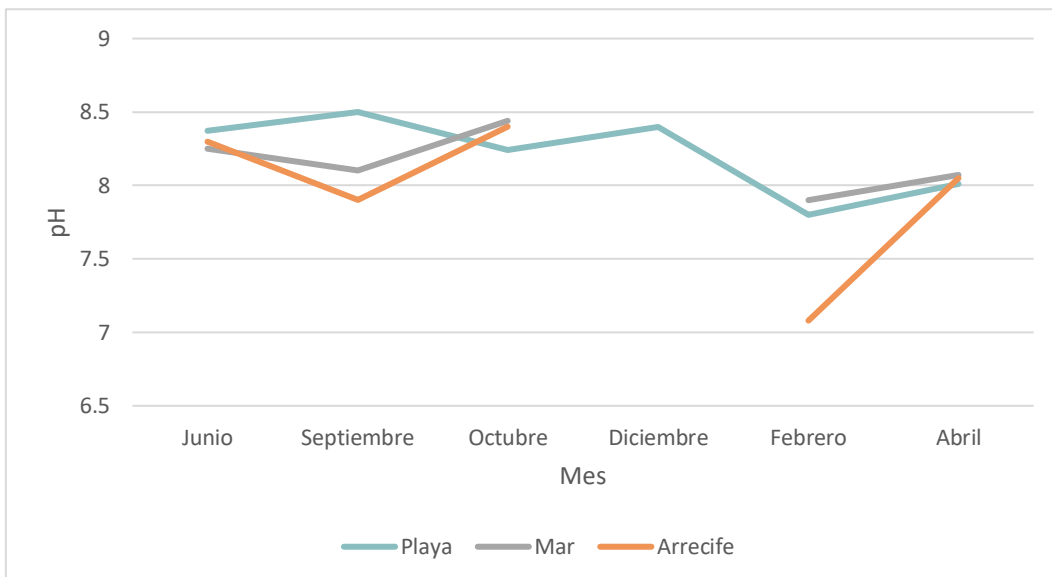


Figura. 30 Comportamiento del pH durante el estudio.

Discusión

A lo largo del ciclo en este trabajo se identificaron 9 filos, 17 familias, 19 géneros y 19 especies comprándolo con el de Pérez (2017) que reporta 10 filas, 20 familias, 20 géneros y 20 especies, las familias y géneros son menores pero se debe tener en cuenta que en el mes de diciembre debido a la entrada de un norte no se logró tomar muestras en las otras dos zonas. Los “nortes” y frentes fríos presentan disturbios en el PNSAV, ya que como reporta la a Subgerencia de Pronóstico de la Coordinación General del Servicio Meteorológico Nacional, de la Conagua, estos están presentes desde el mes de septiembre hasta mayo y llegan a causar hasta 51 nortes.

La mayor densidad de organismos se encontraron en los meses de septiembre (2180 org/m³), octubre (2119 org/m³) y abril (2468 org/m³). Okolodkov en el 2011 reporta que entre los meses de septiembre y octubre se encuentra una producción máxima, esto es debido al final de la temporada de lluvias y por el cambio en la dirección de las corrientes marinas, también se puede deber a que existe una relación con el incremento en la velocidad del viento debido a los “nortes” y el aumento de la biomasa. El mes de abril se encuentra presente entre los meses de temporada de lluvia donde también Okolodkov reportó un aumento en los organismos planctónicos.

La zona denominada arrecife contó con la densidad más alta a lo largo del estudio con 3537 org/m³. Los arrecifes coralinos constituyen uno de los ecosistemas de mayor diversidad biológica del medio marino. Se trata de áreas que por su

naturaleza albergan una gran diversidad, constituyen una barrera natural que recibe el embate del oleaje, ofreciendo refugio y protección de manera cotidiana, o en condiciones adversas, a un sinnúmero de especies marinas (CONANP, 2007).

Para las densidades del zooplancton se hicieron diagramas de cajas y bigotes y la prueba de Kruskal-Wallis demostrando que las entre las zonas no hay diferencias significativas, al igual que los meses. No obstante se realizaron gráficos con las densidades para poder observar que grupos dominaban. Los copépodos se encuentran entre los animales más abundantes del mar; considerando el plancton marino en su totalidad, su número casi siempre es superior al resto de los grupos zoológicos y en algunos casos logra alcanzar un 90% en el total de una captura. Esto coincide con lo obtenido durante esta investigación, ya que, con una densidad total de 4,359 org/m³ son el grupo más abundante en todo el ciclo estudiado. El mes en el que se encontró con mayor densidad fue en octubre, Vives y Shmeleva en 2007 dicen que la abundancia de los copépodos puede ser mayor si se recolecta en tiempos más fríos. De igual manera es de suponer que la abundancia de los copépodos debe también depender de un buen porcentaje del fitoplancton. Por otra parte el en la zona de playa del mes de septiembre no se encontró ningún organismo perteneciente a este grupo; esto se puede deber, tal como reporta López en el 2012, a una baja en la salinidad, ya que en dicha zona se presentó una baja de salinidad con 25.25 UPS. Este descenso en la salinidad puede ser explicado por lluvias o la desembocadura de ríos tales como el Jamapa.

Un grupo que estuvo presente en el área de organismos con mayor frecuencia fueron los quetognatos, este phylum es uno de los más abundantes y característicos en áreas lagunares, costeras y de mar abierto (Álvarez *et al*, 2008) y de acuerdo con McLelland (1984), son frecuentemente el segundo grupo en abundancia solamente después de los copépodos. El interés sobre estos organismos se sostiene en la importancia de las especies del grupo como indicadoras de ciertas condiciones ambientales (Alvariño, 1965), y por ser depredadoras de larvas de peces o de otras especies zooplanctónicas (Mille-Pagaza & Carrillo-Laguna, 1999). En este estudio se obtuvo una densidad total de quetognatos de 560 org/m³, sin embargo, sólo se logró identificar una especie del género *Sagitta*. Álvarez en el 2008 indicó que este género está asociado a salinidades de 36 y temperaturas de 28.4 °C esta debe de ser una de las principales razones de que este grupo se encuentre ausente durante el mes de diciembre ya que este cuenta con una temperatura de de 20.6 °C, de igual manera se puede suponer esto en el mes de febrero. Los quetognatos, en especial *Flaccisagitta enflata*, pueden representar el principal grupo depredador de los copépodos en el estrato superficial (López, 2012).

En la figura 18 se observa que la zona de mar en el mes de septiembre se tiene la densidad más alta 1766 org/m³, a pesar de que es un mes con poca diversidad de grupos, cuenta con la primera la aparición del grupo de bivalvos con una densidad de 1325 org/m³, ocupando más de la mitad de la muestra. Esto puede ser debido al aumento en las corrientes de los vientos ya que, estos organismos logran dispersar gracias a las corrientes marinas. Hay autores como Yúfera en el 2007, indicando que los bivalvos suelen bajar su densidad al aumento de la salinidad (+ 36 UPS),

sin embargo los meses en los que está presente en este estudio son mayores en especial en el mes de septiembre que cuenta con una salinidad de 39.25 UPS.

En la figura 19, se observa que los cladóceros se encuentran entre los grupos dominantes en la zona de playa. Los cladóceros son crustáceos, la gran mayoría habita aguas continentales y sólo se ha descrito nueve especies en los diferentes océanos, los que pertenecen a las familias *Sidiidae* y *Polyphemidae* (Mujica, 1994). De igual manera en la zona de arrecife se encontraron entre los organismos dominantes, aunque predominantemente son integrantes del plancton de aguas costeras, los cladóceros están relacionados, en algunos casos, con corrientes oceánicas, por las que llegan a ocupar posiciones intercontinentales (Ramírez, 1981).

Por su parte, la especie *Evadne spinifera* que fue encontrada durante el estudio es una especie que prefiere aguas cálidas (rangos de 3-28 °C) y salinidades altas (rangos de 5.51-37 UPS).

Otra especie identificada durante el estudio fue *Penilia avirostris*, esta se llega encontrar constantemente en zonas costeras, y en menor cantidad en mar abierto. Cuenta con un carácter afín a temperaturas cálidas y templadas (www.marinespecies.org)

Los poliquetos estuvieron presentes durante todo el estudio, en las tres zonas de estudio, se mantuvieron con densidades bajas de 30 y 59 org/m³, su mayor densidad se encontró en la zona de playa en el mes de septiembre. Los poliquetos

holoplanctónicos constituyen un grupo característico del zooplancton marino, son típicamente oceánicos, y solo de manera fortuita se encuentran en localidades nerítico-costeras. A pesar de ser frecuentes, raras veces resultan abundantes en las muestras de plancton. Están ampliamente distribuidos en todos los mares y océanos del mundo; siendo algunas especies consideradas como cosmopolitas (Díaz, *et al.*, 2009). De acuerdo a Díaz en el 2009 la familia Typhloscolecidae tiene una distribución cálida y se ha reportado en los océanos: Pacífico, Atlántico y Mar Mediterráneo. Sin embargo, los poliquetos son uno de los grupos taxonómicos menos atendidos en los estudios del zooplancton marino (Cueto *et al.*, 2012).

Los pterópodos se encontraron de igual manera en densidades menores a otros grupos (177 org/m³), estos organismos son moluscos holoplanctónicos que tienen una gran distribución en las latitudes tropicales y subtropicales de los grandes océanos. Existen zonas tropicales donde su composición, abundancia o distribución es poco conocida incluye el centro y sur del Golfo de México, en el Atlántico Tropical Noroccidental (Suárez, 1994).

Variables ambientales

En los ecosistemas acuáticos, los factores que controlan la diversidad de especies microbianas son las condiciones ambientales, tales como la temperatura, el pH y salinidad. (Aquiuhatl, 2017).

Como se puede observar en la tabla 2, la temperatura promedio del PNSAV fue de 28 °C y la media mínima normal anual 19.7°C (CONANP, 2017). La menor temperatura se encontró en el mes de diciembre (20.6°C), en específico, fue un mes que contó con la presencia de un norte es por eso que la temperatura descendió, mientras que la temperatura máxima se encontró en los meses de junio (2017) y abril (2018). Abril es considerado como el mes final de la temporada de secas y junio es el principio de la temporada de lluvias. Ya que el zooplancton está relacionado estrechamente con el fitoplancton (al ser algunos grupos principales consumidores de este), al disminuir la temperatura en otoño e invierno o, la producción primaria es muy baja y disminuye el fitoplancton, lo cual inhibe la reproducción del zooplancton; al llegar la primavera aumenta el fitoplancton lo que ocasiona grandes cantidades de alimento lo que incentiva la reproducción del zooplancton.

La distribución de salinidad de la superficie del mar tiene tendencia a ser zonal, los principales procesos responsables de esta distribución son: la evaporación, la precipitación y la mezcla (Schneider, 2003). La salinidad en las estaciones de mar y arrecife tuvieron una disposición similar. Estos niveles de salinidad en la zona de arrecife se pueden justificar debido a que esta zona es de alta evaporación (Salas-

Pérez, 2008) esto en consecuencia deja disueltas las sales en las masas de agua. En cuanto a zona de playa registró menores valores, el más bajo estuvo presente en el mes de septiembre con 25 UPS, esta zona tuvo menores valores de salinidad debido a los ríos aledaños (Granados, *et al.*, 2007); Esto es confirmado con lo que dice Schneider debido a que los valores más bajos se presentan cerca de las costas donde desembocan grandes río.

El pH, es la relación entre la concentración de iones hidrógeno (H^+) y oxhidrilos (OH^-) que le confiere las características de alcalinidad o de acidez a una solución. El agua oceánica es ligeramente alcalina, y el valor de su pH está entre 7.5 y 8.4 y varía en función de la temperatura; si ésta aumenta, el pH disminuye y tiende a la acidez (Cifuentes *et al.*, 1997). En estudios anteriores en el PNSAV como el de la SEMAR en el 2013 nos dice, que el pH en el parque registra un promedio anual de 7.2. El valor más alto se encontró en el mes de septiembre en la zona de playa con 8.4, sin embargo este valor no demuestra un limitante, ya que el pH del mar está ligeramente inclinado hacia la alcalinidad. Por otra parte, el valor más bajo fue de 7.2 en la zona de arrecife en el mes de febrero; está baja de pH en este mes es debido al aporte fluviales ya que este mes está considerado en la temporada de lluvias para el parque. Aguas con valores de pH de 6,5 a 9,0 son las más adecuadas para la producción de organismos acuáticos, valores inferiores a 6,5 disminuyen los procesos reproductivos (Zapata, 1998).

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno que se encuentra disuelto en el agua; el nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de cuán contaminada está el agua y cuán bien puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal. Si los

niveles de oxígeno son demasiado bajos algunos organismos no pueden sobrevivir (Peña, 2007), en la tabla 2 se observa que el valor más bajo fue de 3.06 mg/L no presenta un limitante, ya que como Carrillo y colaboradores reportan en el 2007, el valor mínimo para que la vida marina pueda existir es de 3 mg/L. El mes de octubre presenta los valores más altos de oxígeno disuelto, esto puede deberse a causa de los vientos, algún intercambio atmosférico o a las mezclas de aguas.

Conclusiones

- ★ Se identificaron 9 filos, 17 familias, 19 géneros de grupos holoplanctónicos a lo largo del estudio.

- ★ El holoplancton del Parque Nacional Sistema Arrecifal en su zona sur, se encuentra constituido principalmente por copépodos, quetognatos y cladóceros. Sin embargo, en la zona de arrecife se encuentra mayor diversidad de grupos teniendo presencia de organismos como los pterópodos, esto es porque los arrecifes son considerados como zonas de refugio para muchos organismos.

- ★ La mayor densidad durante el ciclo de muestreo se encontró en el mes de septiembre en la estación de mar con 1766 org/m^3 , sin embargo, durante febrero no se encontró presencia de organismos en esta zona.

- ★ El análisis de Kruskal - Wallis no detectó diferencias significativas por lo que se dice que la densidad de organismos fue homogénea en zonas y meses durante un ciclo anual que se estudió.

- ★ La salinidad y la temperatura son características de aguas cálidas; el pH y oxígeno disuelto se encuentran en los rangos óptimos para la vida por lo que

podemos decir que no representan un limitante para los organismos holoplanctónicos.

Referencias

- Aquihuatl-Ramos, MA. (2017). Manual de Ecología Microbiana. UAM Iztapalapa.
- Álvarez-Cadena, C., Ordóñez-López, U., Valdés-Lozano D., Almaral-Mendivil, AL., Uicab-Sabido, A. (2007). Estudio anual del zooplancton: composición, abundancia, biomasa e hidrología del norte de Quintana Roo, mar Caribe de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Vol 78, p.p 421-430
- Álvarez-Cadena, J., Almaral-Mendivil, AR., Ordóñez-López, O., Uicab-Sabido, A. (2008). Composición, abundancia y distribución de las especies de quetognatos del litoral norte del Caribe de México. *Hidrobiológica*. Vol.18.
- Alvaríño, A. (1965). Chaetognaths. In: Harold Barnes. *Oceanography Marine Biology Annals Review*. Vol. 3, p.p. 115–194.
- Boltovskoy, D. (1981). Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. INIDEP: Argentina.
- Brightdoom, M., Marin B., Zoppi, E., Moreno, C. (2006). Zooplancton del Golfo Cariaco. *Bol.Inst. Oceanogr. Venezuela*. Vol. 45, p.p 61-62.
- Carrillo, P. (2013). Comportamiento del oxígeno disuelto en la columna de agua de las estaciones fijas ecuatorianas 1988-2013. En *acta Oceanográfica del Pacífico*. Vol 18. p.p 41-48
- Castellanos, I., Gasca, R. (1993). Zooplancton de la Bahía de Chetumal, Mar Caribe, México. *Rev. Biol. Tropo*. Vol. 41 p.p 619-623

- Castellanos-Osorio, I., Hernández-Flores, RM., Morales-Ramírez, A., Corrales-Ugalde, M. (2012). Apendicularias (Urochordata) y quetognatos (Chaetognatha) del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 60 p.p 243-249.
- Cifuentes, LJ., Torres-Garcias, P., Frías, MM. (1997). El océano y sus recursos. Fondo de cultura económica.
- CONABIO (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad). (2008). Los ecosistemas marinos, México, p.p 136-149.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). (2007). Anteproyecto Programa de Conservación y Manejo Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. Documento de Consulta Pública. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. p.p 207.
- Cruz, M. (2012). Preferencia y rangos de tolerancia a la temperatura y salinidad de los pterópodos y heterópodos frente a la costa ecuatoriana. *Acta Oceanografica.* p.p 95-122
- De Boyd, L. (1996). A Guide to Marine Coastal Plankton and Marine Invertebrate Larvae. 2da Ed. Kendall Hunt Publishing Company: USA.
- Díaz-Díaz, OF., Radha-Henriquez, E., Liñero-Arana, I., Marín, B. (2009). Poliquetos holoplanctónicos (Annelida: Polychaeta) de la plataforma del Atlántico venezolano. *Ciencia y Mar.* Vol. 38 p.p 15-26.
- DOF (Diario Oficial de la Federación). (1992) Diario Oficial de la Federación. Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las Costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del estado de Veracruz Llave

- DOF (Diario Oficial de la Federación). (2012). Diario Oficial de la Federación. Decreto que modifica al diverso por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Parque Marino Nacional, la zona conocida como Sistema Arrecifal Veracruzano, ubicada frente a las costas de los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado del Estado de Veracruz Llave.
- Escribano, R., Castro, L. (2013). Plancton y Productividad. Capítulo 14 en Biología Marina y Oceanografía : Conceptos y Procesos. CONA: Chile.
- Ferrario, M., Sar, E., Sala, S. (1995). Metodología básica para el estudio de fitoplancton con especial referencia a las diatomeas. Manual de técnicas Ficológicas. p.p 10-16.
- Gasca, R., Suarez-Morales E. (1996). Introducción al estudio del zooplancton marino. p.p 110
- Gaona, A. (2016), “Comparación del zooplancton marino entre una zona de playa y una arrecifal en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano”. UNAM: México.
- Giraldo, A., Gutierrez, E. (2007). Taxonomic composition of the surface zooplankton in the Colombian Pacific (September 2003). Invest. Mar., Valparaíso. Vol 35. p.p 117-120.
- Góngora, I., (2014). “Visión del plancton en el arrecife Santiaguillo, Veracruz”. UNAM: México.
- Granados, B., Abarca G., Vargas JM. (2007). Investigación científicas en el Sistema Arrecifal Veracruzano. Universidad Autónoma de Campeche. 6304 p.
- Guzmán, M., Cortés G. (1993). Arrecifes coralinos del Pacífico Oriental Tropical: Revisión y perspectivas. Rev. Biol. Trop. Vol. 41 p.p 536-550

- Jiménez-Cueto, S., Suárez-Morales, E., Morales-Ramírez, A. (2012). Algunos poliquetos holoplanctónicos (Annelida: Polychaeta) del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 60 p.p 201-219
- López, RH. (2012). Distribución y abundancia de copépodos pelágicos en el pacífico Colombiano. *Facultad de Ciencias Básicas.* Vol 8. p.p 110-124.
- Magurran, JA. (2004). *Measuring biological diversity.* p.p 62-71. Oxford: Blackwell Publishing.
- McLelland, JA. (1984). Observations on Chaetognath distributions in the Northeastern Gulf of Mexico during the summer of 1974. *Northeast Gulf Science* 7: 49–59.
- Mille-Pagaza, S., Carrillo-Laguna, J. (1999). Los chaetognatos (Chaetognatha) del banco de Campeche en abril-mayo de 1986. *Rev. Biol. Trop.* Vol 47. p.p 101-108
- Mujica, A., Espinoza, E. (1994). Cladóceros marinos chilenos (18°30'-37°30'S) . *Chilena de Historia Natural.* Vol. 67 p.p 266-270.
- Okolodkov, Y. (2011). Ciclo anual de la biomasa de plancton en el parque nacional sistema arrecifal veracruzano, suroeste del golfo de México en *Zooplancton & Fitoplancton*, Capítulo 3. P.p 1-26
- Olivia-Martínez, M., Godínez-Ortega, JL., Zuñiga-Ramos, CA. (2014). Biodiversidad del fitoplancton de aguas continentales en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad.* Vol. 85, p.p 54-55.
- Ortiz-Lozano, L., Pérez-España, A., Granados-Barba., C. González-Gándara., A. Gutiérrez-Velázquez., J. (2013). The reef Corridor of the Southwest Gulf of Mexico: challenges for its management and conservation. *Ocean & Coastal Management*, 86, 22-32

- Pérez, V. (2017). Comparación del zooplancton en la zona occidental y oriental de la Isla Santiaguillo en el Sistema Arrecifal Veracruzano. UNAM: México.
- Ramírez, F. (1981). Cladocera. Instituto Nacional de Investigación y desarrollo pesquero.p.p 533-538
- Salas-Pérez, J., Granados-Barba, A. (2008). Oceanographic characterization of the Veracruz reefs system. *Atmósfera* Vol. 21. p.p 281-301.
- Salas-Pérez, J., Salas-Monreal, D., Arenas-Fuentes, VE., Salas-de-León, DA., Riverón-Enzastiga ML. (2008). Tidal characteristics in a coral reef system from the wester gulf of Mexico. *Ciencias Marinas*.
- Suarez-Caabro, A., Gómez-Aguirre, S. (1965). Observaciones sobre el plancton de la laguna de Términos, Campeche, México. p.p 1072-1073.
- Suárez, M. (1994). Distribución de los pterópodos (Gastropoda: Thecosomata y Pseudothecosomata) del Golfo de México y zonas adyacentes. *Rev.Biol.Trop.* Vol. 42 p,p 523-524.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales)., (2018). 20-01-2019. Sitio web: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/oceanos-y-mares-de-mexico?idiom=es>.
- Varona-Cordero, F., Gutiérrez MF. (2003). Estudio multivariado de la fluctuación espacio-temporal de la comunidad fitoplanctónica en dos lagunas costeras del estado de Chiapas. *Hidrobiológica*. Vol. 13. p.p 177-194.

- Vive, F., Shmeleva, A. (2007). Crustacea, copépodos marinos I. Calanoida. Fauna Ibérica Vol. 29. p.p 100-150.
- Yúfera, M., Darias MJ. (2007). The onset of exogenous feeding in marine fish larvae. Aquaculture. Vol 268. p.p 53-63
- Zapata, ML. (1998). Influencia del pH sobre los organismos acuáticos. Nicotiva, Vol. 3 p.p 1.