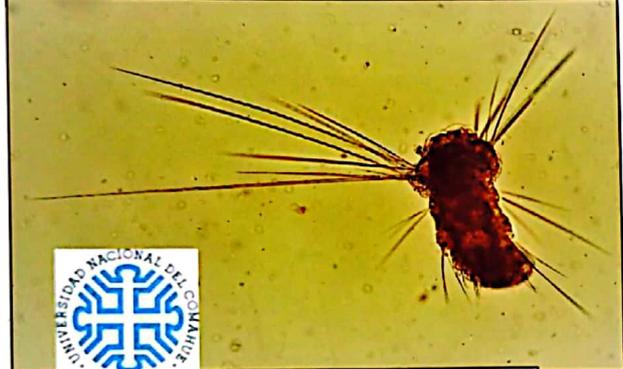
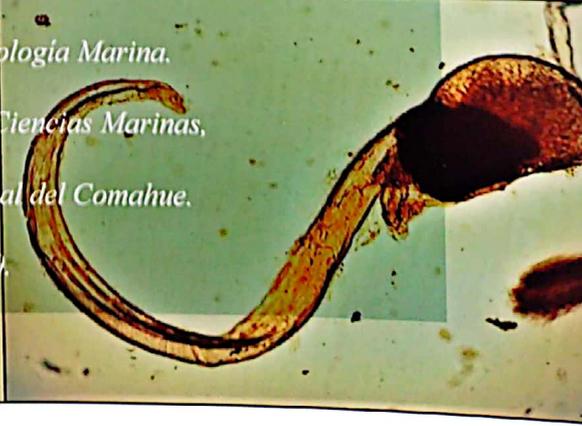
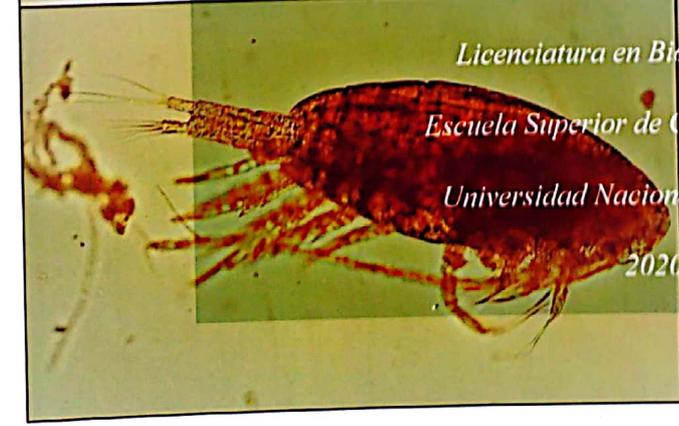




**EL MESOZOOPLACTON DE LA BAHÍA SAN ANTONIO (RÍO NEGRO)  
Y SU RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES.**



Shirley Marien Mendoza  
 Director: Dr. Rodrigo J. Goncalves.  
 Co-Director: Mg. Victor Fernandez.



*Licenciatura en Biología Marina,  
 Escuela Superior de Ciencias Marinas,  
 Universidad Nacional del Comahue.  
 2020.*



**EL MESOZOOPLANCTON DE LA BAHÍA SAN ANTONIO (RÍO NEGRO)**  
**Y SU RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES**

**Mendoza Shirley Marlen**

**Director:**

**Dr. Rodrigo J. Gonçalves**

**Co-Director:**

**Mg. Víctor Fernández**

**Licenciatura en Biología Marina**  
**Escuela Superior de Ciencias Marinas**

**Universidad Nacional del Comahue**

**2020.**

## Agradecimientos

---

**Gracias a mis papás por nunca permitirme bajar los brazos en situaciones difíciles, como el no poder aprobar alguna materia, frustrarme y querer dejar todo...**

**A mis dos angelitos que tengo en el cielo que nunca permitieron decaiga, me detenga y baje los brazos por mi sueño... GRACIAS ABUELA Y TATA...**

**Gracias a mi Co-Director Víctor por que debo aceptar que soy una persona muy porfiada cuando se me pone algo en mi cabeza, y el tema elegido de tesina cuenta en Argentina con muy pocos especialistas...**

**A mi Director Rodrigo por aceptar dirigirme cuando ya venía de una mala experiencia, por tratarme como un par y nunca hacerme sentir inferior.**

**A Andrea Tombari porque sin ella no hubiésemos podido tomar las variables físicas ya que aún no contábamos con el instrumental para hacerlo.**

**A el profe Quique que me ayudó mucho con un análisis a realizar con un programa que antes jamás había usado.**

**A mi madrina que siempre confió en mí y reto cuando me veía decaída... por que confiaba en que tarde o temprano lo lograría...**

**A Marina por siempre brindar su oído y su apoyo en todo y también por aguantarme charlando todo el viaje a Madryn ida y vuelta...**

**Como siempre lo digo en contestación a la pregunta que siempre suelen hacerme gente de S.A.O viendo que son muy pocas personas de la localidad que estudian Biología Marina.... Entonces Shir: ¿Porque elegiste la carrera?**

**Elegí la carrera por que nací y crecí rodeada de MAR, siempre considerado como lugar turístico sin tener el cuidado que corresponde sobre el mismo, pero sabía que para poder aportar mi granito de arena a mi lugar necesitaba tener conocimiento para poder defender mis ideales.... Como dicen “El conocimiento es poder” ...**

**A mis amigas que siempre me alentaron para no abandonar todo en muchas ocasiones...**

**A mis compañeras de laboratorio por aguantar mis charlas mientras observaba mis muestras y perdón por hablar mucho jajá...**

**Y a todas las personas que siempre me expresaron buenos deseos y me transmitieron buena energía y a los que no también por que lograron convertirme en una persona más fuerte hoy en día...**

**Dedico esta tesis principalmente a mis dos angelitos ABUELA Y TATA, daría todo por que estuvieran conmigo y pudieran ver como “su negrita” por más difícil que se le puso el camino no se rindió, y estoy segura que gran parte fue por ustedes... como tu frase abuela: “vos podes negrita” siempre estuvo en mi mente...**

# 1. Resumen

---

Los organismos planctónicos son la base de las redes alimentarias marinas. El plancton se ha considerado tradicionalmente como derivantes pasivos, sin embargo, hoy se acepta que su distribución se ve afectada por factores tanto físicos como biológicos.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de los factores físicos (temperatura, pH, oxígeno disuelto y salinidad) de la Bahía de San Antonio (Argentina) sobre la abundancia y composición del mesozooplancton (con énfasis en los copépodos) durante el flujo de las mareas. Se tomaron ocho muestras por mes en 4 puntos muestrales diferentes durante enero, febrero y mayo, utilizando dos redes de plancton (60 y 250  $\mu\text{m}$ ), es decir, un total de 24 muestras (se cuantificaron 4436 individuos planctónicos).

Los valores de temperatura en enero fueron relativamente constantes alrededor de 22 ° C, el oxígeno disuelto (OD) varió entre 6.8 y 8.2 mg / L, la salinidad osciló entre 36.6-37.8 g / L y con valores de pH de 8.25 a 8.36. En contraste, mayo mostró valores de temperatura de aproximadamente 10 ° C, y 12 mg / L de OD, salinidad que varía entre 38.6 y 38.7 g / L.

Se identificaron nueve grupos, siendo copepoda el más abundante, seguido de appendicularia y larvas *nauplius*. La temperatura, la salinidad y la concentración de oxígeno disuelto fueron las variables con mayor influencia en la estructura de la comunidad.

El índice de diversidad de Shannon-Weaver ( $H'$ ) mostró valores máximos en enero con valores de 2.24, y los más bajos en mayo con valores de 0.4. La biomasa presentó los valores más altos para appendicularia *Oikopleura dioica* en los tres meses muestreados, con valores que van desde 31.793,28  $\mu\text{g C}$  en enero a 10.003,84  $\mu\text{g C}$  en el mes de mayo; seguido del calanoide

*Paracalanus parvus* con máximos en el mes de febrero (9316,36  $\mu\text{g C}$ ) y mínimos en mayo (8431,11  $\mu\text{g C}$ ), el ciclopoide *Oithona nana*, con 230,43  $\mu\text{g C}$  en el mes de mayo y 113,97  $\mu\text{g C}$  en enero, y harpacticoide *Euterpina acutifrons* con máximos en el mes de enero (315,16  $\mu\text{g C}$ ) y mínimos en mayo (238,73  $\mu\text{g C}$ ). Con respecto a las larvas nauplius presentaron máximos en el mes de enero (779,5  $\mu\text{g C}$ ) y mínimos en el mes de febrero (246,13  $\mu\text{g C}$ ), y por último los quetognatos *Sagitta sp* presentaron una mayor biomasa en el mes de enero (30,03  $\mu\text{g C}$ ) y menor en el mes de mayo (15,27  $\mu\text{g C}$ ).

**Palabras claves:** Mesozooplancton, bahía San Antonio, variables ambientales.

## 2. Abstract

---

Planktonic organisms are the base of marine food webs. Plankton has been traditionally considered as mere passive drifters, however today it is accepted that its distribution is affected by both physical and biological factors.

This study aimed to evaluating the influence of physical factors (temperature, pH, dissolved oxygen and salinity) of San Antonio Bay (Argentina) on the abundance and composition mesozooplankton (with emphasis on copepods) during tidal flow. Eight samples per month were taken at 4 different locations during January, February and May, using two plankton nets (60 and 250  $\mu\text{m}$ ), ie a total of 24 samples (4436 planktonic individuals were quantified).

Temperature values in January were relatively constant around 22 °C, dissolved oxygen (DO) varied between 6.8 and 8.2 mg/L, salinity ranged 36.6-37.8 g/L and with pH values of 8.238.05. In contrast, May showed values of ~10 °C, ~12 mg/L DO, salinity varying between 38.6 and 38.7 g/L.

Nine groups were identified, the copepods being the most abundant, followed by appendicular and naupliuous larvae. Temperature, salinity and dissolved oxygen concentration were the variables with the greatest influence on community structure

The Shannon-Weaver ( $H'$ ) diversity index showed maximum values in January with values of 2.24, and the lowest in May with values of 0.4. The biomass presented the highest values for appendicularia *Oikopleura dioica* in the three months sampled, with values ranging from 31.793,28  $\mu\text{g C}$  in January to 10,003.84  $\mu\text{g C}$  in the month of May; followed by the *Paracalanus*

parvus calanoid with maximums in the month of February (9316,36 $\mu\text{g C}$ ) and minimums in May (8431.11  $\mu\text{g C}$ ), the Oithona nana cyclopoid, with 230.43  $\mu\text{g C}$  in the month of May and 113, 97  $\mu\text{g C}$  in January, and harpacticoid Euterpina acutifrons with maximums in the month of January (315.16  $\mu\text{g C}$ ) and minimums in May (238.73  $\mu\text{g C}$ ). With respect to the nauplius larvae, they presented maximum levels in the month of January (779.5  $\mu\text{g C}$ ) and minimums in the month of February (246.13  $\mu\text{g C}$ ), and finally, the Sagitta sp quetognatos presented a greater biomass in the month of January (30.03  $\mu\text{g C}$ ) and lower in the month of May (15.27  $\mu\text{g C}$ ).

**Keywords:** Mesozooplankton, San Antonio Bay, environmental variables.

# Índice

---

Agradecimientos .....	2
1. Resumen.....	4
2. Abstract .....	6
3. Introducción.....	9
4. Objetivos .....	14
4.1 Objetivo general .....	14
4.2 Objetivos particulares.....	14
5. Materiales y Métodos.....	15
5.1 Área de estudio .....	15
5.2 Técnica de investigación .....	18
5.3 Análisis estadísticos.....	21
6. Resultados .....	22
6.1 Variables físicas.....	22
6.1.1 Profundidad .....	22
6.1.2 Temperatura.....	23
6.1.3 Salinidad.....	24
6.1.4 Oxígeno disuelto.....	25
6.1.5 pH.....	26
6.2 Descripción de la comunidad del mesozooplankton.....	27
6.3 Diversidad.....	27
6.4 Equitatividad.....	28
6.5 Abundancia.....	29
6.6 Cálculo de biomasa.....	32
6.7 Análisis multivariado.....	36
7. Discusión.....	41
8. Conclusión .....	45
8.1 Las conclusiones finales obtenidas de este trabajo .....	45
8.2 Líneas de estudios a proponer .....	46
9. Bibliografía .....	47
10. Anexo.....	55

### 3. Introducción

---

El plancton se define como el conjunto de organismos, que habitan la columna de agua, que tienen como característica principal la poca o nula capacidad de contrarrestar con su locomoción las corrientes marinas, se clasifica en fitoplancton (autótrofos) y zooplancton (animales), aunque existen otras categorías, tales como virioplancton (virus), bacterioplancton (bacterias), e ictioplancton para referirse a huevos y larvas de peces (Escribano y Castro, 2004). Presenta una distribución en función de las características hidrodinámicas del medio, tanto a escala global como local, y presentan variaciones espacio-temporales tanto en su composición como en su biomasa (Granados-Ramírez *et al.*, 2003).

Éste conjunto de organismos (plancton) está constituido por dos grupos principales, aquellos que pueden pasar toda su vida en la columna de agua llamándose holoplanctónicos (por ejemplo, los copépodos), y aquellos organismos que pasan su etapa larvaria en la columna de agua mientras que los estadios juveniles/adultos habitan en el fondo del mar (por ejemplo, las estrellas de mar), llamándose meroplanctónicos (Lemus *et al.*, 1987).

Las comunidades planctónicas han sido consideradas por mucho tiempo como derivantes pasivos, sin embargo, hoy es aceptado que sus distribuciones son el resultado de interacción de factores tanto físicos como biológicos (Folt y Burne, 1999).

Según la clasificación de Alder y Morales (2009) se denomina mesozooplancton al conjunto de organismos zooplanctónicos que presentan un tamaño entre 0,2 y 20 milímetros, e incluye

grupos como copepoda, ostracoda, pteropoda, entre otros, que cumplen el rol de transferir la energía y el carbono desde los productores primarios hacia los organismos de niveles tróficos superiores (Lavaniejos-Espejos, 2017). Éstos pueden ejercer un control efectivo del crecimiento poblacional del fitoplancton y a la vez constituir una parte significativa del alimento de diversos organismos del plancton, necton y aves marinas.

Debido a que gran parte de los organismos zooplanctónicos tienen ciclos de vida relativamente cortos (semanas, meses, y en menor proporción pocos años) usualmente tienen una rápida respuesta a cambios en las condiciones ambientales (Gómez-Gutiérrez *et al.*, 1995; Varpe, 2012; Litchman *et al.*, 2013). En consecuencia, comprender los cambios en la estructura de la comunidad zooplanctónica en función de la variabilidad ambiental a diferentes escalas de tiempo y espacio es un elemento clave en la comprensión del funcionamiento y productividad biológica del ecosistema pelágico marino (Mendoza-Portillo, 2013). Dentro de los factores ambientales que estacionalmente influyen en la estructura de las comunidades zooplanctónicas se encuentran la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, flujo de agua dulce y estratificación, así como factores biológicos, entre los que se incluyen, limitación de alimento, depredación y competencia, o por la combinación de ambos tipos de factores (David *et al.*, 2005).

La temperatura superficial del mar, influye marcadamente en la distribución de los organismos del plancton, ya que un ciclo vital (alimentación, desarrollo y reproducción) se desarrolla bien en determinados límites térmicos (Cognetti *et al.*, 2001), y de tolerancia fisiológica (Mesas y Tarifeño, 2015), considerándose ésta variable como responsable de los cambios en las tasas de desarrollo embrionario y larval tanto en crustáceos como en los demás organismos poiquiloterms (Kinne, 1970; Ismael *et al.*, 1997). Como también, la variación en el pH, produce

consecuencias en la calcificación de organismos, tanto planctónicos, como bentónicos con estructuras calcáreas (equinodermos, crustáceos y moluscos) y corales, generando un efecto negativo en la cadena trófica marina (Fischlin *et al.*, 2007). Por otra parte, la variación de la salinidad es el factor más relevante en la formación del perfil de la comunidad local de copépodos, siendo determinante en su distribución espacial y composición lo que permite la formación de grupos de especies.

Autores como Jerónimo-Balcázar (2011) detectó mediante análisis estadísticos multivariados, que los grupos zooplanctónicos como los hidroides, Cephalopoda y en menor medida Radiolaria y Ostracoda presentaban una mayor abundancia en condiciones de elevada temperatura superficial del mar, salinidad y baja biomasa de organismos, mientras que Copepoda, Pteropoda, Polichaeta, Thaleacea y Gasteropoda aumentaron su abundancia significativamente en condiciones ambientales opuestas. Además, Hwey *et al.* (2009) y Hofmayer (2006) entre otros, han estudiado la influencia de parámetros ambientales sobre la composición del zooplancton y su capacidad dentro de su escala de movilidad, para mantenerse en condiciones ambientales que les son favorables.

En la Plataforma Patagónica, el plancton presenta una gran importancia desde el punto de vista comercial (Campagna *et al.*, 2006, Romero *et al.*, 2006), ya que ésta zona activamente explotada, cuenta con varias especies de gran importancia comercial, tales como *Merluccius hubbsi*, *Engraulis anchoita* y *Pleoticus muelleri* (Hansen *et al.*, 2001, Pájaro *et al.*, 2004, De Carli *et al.*, 2012), sin embargo, el área está todavía poco explorada en cuanto a los ciclos anuales de las comunidades de plancton; si bien existen trabajos sobre los ciclos anuales de fitoplancton (e.g., Villafañe *et al.*, 2004, Halac *et al.*, 2011, Villafañe *et al.*, 2013), no existen en la zona de estudio

(Punta Perdices-La Cuadra, bahía San Antonio) del presente trabajo evaluaciones de los ciclos estacionales de los grupos que forman parte del zooplancton, ni del grupo de los copepoda (Spinelli *et al.*, 2016), siendo éstos últimos el grupo más importante del zooplancton de sistemas marinos, debido a su predominancia numérica y su composición química que incluye una alta proporción de ácidos grasos esenciales (Cushing., 1984, Kiørboe., 1991, 1993).

El golfo San Matías (GSM), se extiende entre punta Bermeja, en la provincia de Río Negro, y punta Norte, en la provincia del Chubut. En su extremo noroeste se sitúa la bahía San Antonio (BSA), con una superficie total aproximada de 12.772 ha, constituida por canales internos y pozas de marea en donde las masas de agua que a diario ingresan y se retiran de la bahía presentan un alto nivel de mezcla, y diversos parámetros físicos tales como, la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto, presentan valores extremos tanto en verano como en invierno (Fucks *et al.*, 2011).

La bibliografía disponible sobre estudios del plancton realizados en el GSM es escasa, Ramírez *et al.* (1996) describe el zooplancton de red y Sánchez-Guerrero (2010) describe el zooplancton gelatinoso como competidor de peces planctívoros por el mismo alimento, depredador de huevos y larva de peces. Los estudios al interior de la BSA, también son escasos, Ramírez y Sabatini (1991) a partir del estudio de la composición, abundancia y producción del zooplancton, como también Pierer (1994) a partir del estudio de las variaciones cíclicas en las gónadas y la presencia de huevos y larvas de diferentes especies de peces presentes en la bahía, coinciden en calificar a la BSA como hábitat adecuado para la cría, alimentación y/o desove de especies ícticas, trabajos más recientes como Martínez *et al.* (2017), abordó la clasificación y variación estacional de grupos de organismos pertenecientes al Subfilo Crustácea; Muzio *et al.* (2017) describió la presencia estacional de larvas de *Munida gregaria* e identificaron sus diferentes estadios en

muestras zooplanctónicas recolectadas en el sector de Punta Perdices y La Cuadra en la BSA, en un lapso de tiempo desde el año 2015 al año 2017, y Mendoza *et al.* (2018) identificó los diferentes grupos taxonómicos presentes en un punto fijo dentro de la bahía San Antonio, en Punta Perdices y evaluó la posible existencia de una migración diurna-nocturna del zooplancton en un punto profundo de la BSA (Pozón de los tiburones). La BSA es un sitio señalado por autores mencionados anteriormente, como un área con características favorables para el crecimiento de larvas de peces, por lo que es importante tener información sobre el plancton, su composición, abundancia y variaciones que puedan presentar frente a variables físicas.

## 4. Objetivos

---

### 4.1 Objetivo general

- Evaluar la influencia de las variables ambientales de la bahía San Antonio sobre la composición y abundancia mesozooplancónica de una población durante marea creciente, con énfasis en copépodos.

### 4.2 Objetivos particulares

- Identificar los grupos mesozooplancónicos presentes en la bahía San Antonio, durante los meses de enero y febrero (temporada de verano) y mayo (otoño).
- Estudiar el patrón temporal de abundancia y diversidad de los grupos mesozooplancónicos identificados en la bahía San Antonio durante los meses de enero y febrero en temporada de verano y mayo en otoño.
- Estudiar las variables ambientales (temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto) y su relación con el patrón temporal de abundancia del mesozooplancton.

## 5. Materiales y Métodos

---

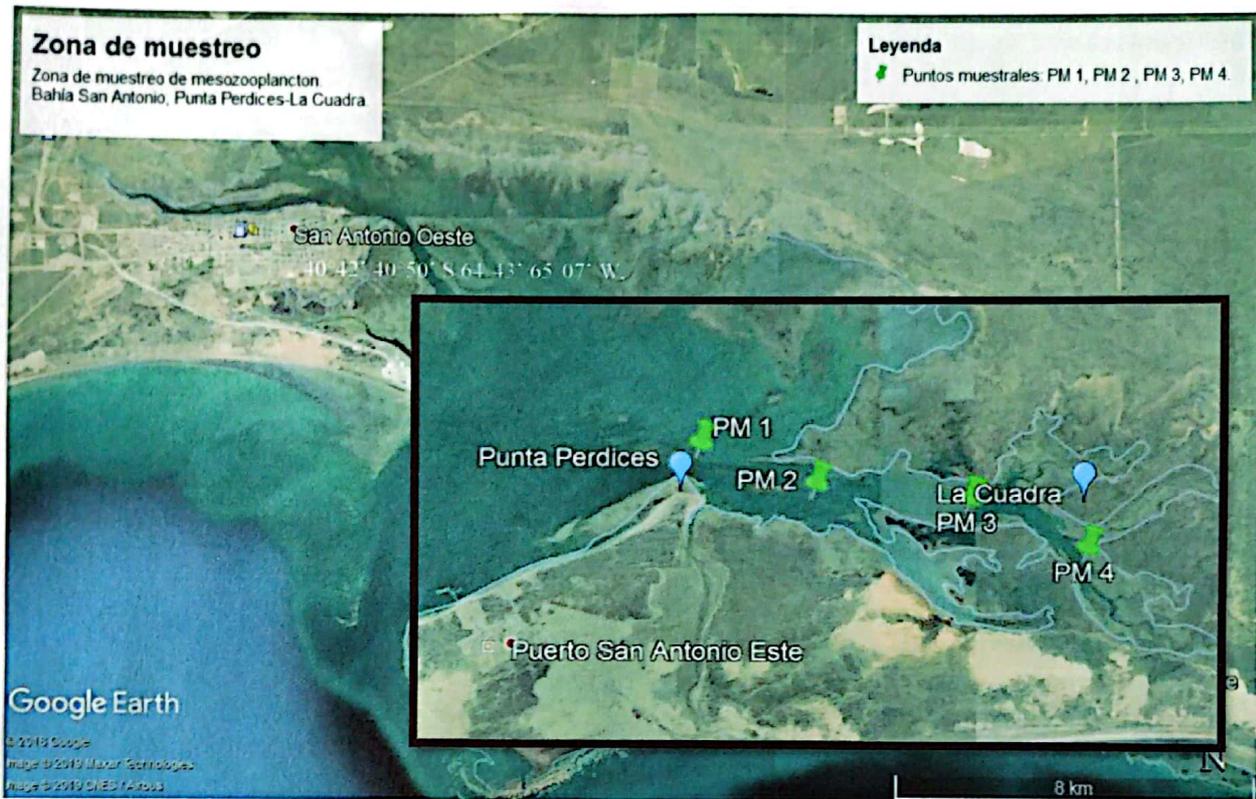
### 5.1 Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la Bahía San Antonio (Figura 1) entre  $40^{\circ}42'/40^{\circ}50'$  S y  $64^{\circ}43'/65^{\circ}07'$  W, en el sector Punta Perdices ( $40^{\circ}46'56.24''\text{S}$   $64^{\circ}50'43.14''\text{O}$ ) y el sector de La Cuadra entre  $40^{\circ}47'3.42''\text{S}$  y  $64^{\circ}46'27.1''\text{O}$  (Fucks *et al.* 2011).

El movimiento del agua en la BSA está determinado principalmente por corrientes de marea, de ciclo semidiurno, en donde, durante períodos de reflujó (corriente saliente), aproximadamente el 85% de la superficie interna de la misma se mantiene al descubierto, quedando agua sólo en estrechos canales de poca profundidad y en las pozas de marea. (Fucks *et al.* 2011).

El régimen térmico se caracteriza por una onda anual simple que presenta un mínimo en julio, con una temperatura media del orden de  $8^{\circ}\text{C}$ , y un máximo en enero, con un valor medio de  $23^{\circ}\text{C}$ . En verano en promedio, la temperatura máxima oscila entre  $28^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$ , mientras que la mínima oscila entre  $15^{\circ}\text{C}$  y  $16^{\circ}\text{C}$ ; en invierno las temperaturas máximas oscilan entre los  $13^{\circ}\text{C}$  y los  $15^{\circ}\text{C}$  mientras que las mínimas lo hacen entre  $3^{\circ}\text{C}$  y  $4^{\circ}\text{C}$  (Perier, 1994). En promedio, la intensidad del viento es máxima hacia fines de la primavera y principios del verano (noviembre a enero), con valores entre 18 y 20 km/h. En cuanto a las precipitaciones, San Antonio Oeste totaliza apenas unos 250 mm al año repartidos en promedio en 63 días, siendo la mayor frecuencia en otoño e invierno. El régimen anual de precipitación se presenta bastante parejo durante todo el año, aunque se aprecian máximos en marzo, mayo y octubre (Servicio Meteorológico Nacional, 2019).

Investigaciones previas realizadas por Perier (1994) mostraron valores anuales de temperatura de la capa superficial de la columna de agua con un rango de 8 a 24 °C, dado que la extensa superficie descubierta en cada bajamar está expuesta al calentamiento o enfriamiento excesivo de acuerdo con la estación del año considerada; la salinidad presentó un rango anual de 34,1 a 39,9 g/L, encontrándose los valores más altos en los meses de noviembre a enero y los valores más bajos en otoño-invierno; Saad *et al.*, (2018) mediante estudios sobre la estructura de la comunidad de nano y microplancton de un gradiente espacial en la BSA ,determinó que la BSA presenta una variación fuerte en sus propiedades físicas, químicas y biológicas desde el Golfo San Matias a sus canales internos (a medida que aumenta la elevación de la tierra), los valores más altos de temperatura del agua se presentaron en los sitios internos de la bahía, alcanzando un máximo de 26.8 ° C en temporada de verano y la salinidad aumentó hacia la cercanía con la tierra. Además, existen informes técnicos como Ocampo y Storero (2007), que a partir del estudio anual de parámetros ambientales en la entrada del canal principal de la BSA (entre octubre del 2006 y octubre del 2007), determinaron que la bahía presenta valores de temperatura que variaron de 20,52° C a 22,42 ° C, concentración de oxígeno disuelto con valores de 9,05 a 5,81 mg/L , la salinidad vario de 35,46 a 36,36 ppmil, y el pH paso de 8.85 a 9,06; Esteves et al, (1996) en Punta Verde y banco de las Garzas, determinaron para la BSA valores de temperatura de 22,50 a 22,95 ° C (Punta verde), 21,65 a 20,50 ° C (banco las Garzas), salinidad con valores de 36,85 a 35,43 ups (Punta verde), 35,27 a 34,64 ups (banco las Garzas), y concentración de oxígeno disuelto con valores de 5,65 a 5,27 mg/L (Punta verde), 5,38 a 5,23 mg/L ( banco las Garzas).



**Figura 1:** Bahía San Antonio (Río Negro). Detalle: Puntos muestrales= PM 1 punto muestral 1, PM 2= punto muestral 2, PM 3= punto muestral 3, PM 4= punto muestral 4; Punta Perdices-La Cuadra: Zona de estudio. (Google Maps).

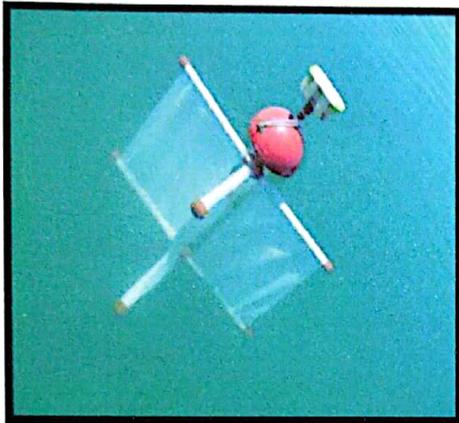
## 5.2 Técnica de investigación

Mediante el uso de una embarcación semirrígida, se recolectaron las muestras mesozooplancónicas ( $n = 24$ ) a partir de redes bicónicas de 60 y 250  $\mu\text{m}$  durante marea creciente, en el día (mañana/tarde), en tres muestreos con cuatro puntos muestrales, establecidos previamente mediante en GPS, en temporada de verano en los meses de enero ( $n = 8$ ), febrero ( $n = 8$ ), y otoño en el mes de mayo ( $n = 8$ ) del año 2019.

Se efectuaron arrastres sub-superficiales o de media agua, las redes (60 y 250  $\mu\text{m}$ ) se dejaron caer hasta la profundidad máxima en cada punto muestral, y se llevó a cabo un arrastre horizontal durante 5 minutos a una velocidad de 2 nudos, a fin de capturar un mayor espectro de la comunidad mesozooplancónica (Miller *et al.*, 1981, citado en Hwey *et al.*, 2009). Los puntos de muestreo ( $n=4$ ) fueron establecidos previamente con GPS a lo largo de una transecta de 9 kilómetros comprendida entre el Punta Perdices hasta La Cuadra, separadas entre ellas por 2 kilómetros, a fin de estudiar la posible existencia de un gradiente.

A partir de los puntos muestrales ya establecidos se utilizó un derivador Lagrangiano, el cual se desplazó con la corriente de agua durante marea creciente, hasta pasar por los puntos muestrales (4), momento en el cual se introdujeron las redes en el agua para la toma de las muestras, con el objetivo de seguir y estudiar una misma comunidad mesozooplancónica. Dicho derivador está provisto de GPS, modificado de varios autores (Poulain *et al.*, 2013), con 4 velas de 74 cm de altura por 32 cm de ancho con una boya de 20 cm de diámetro (Figuras 2 y 3). La información se extrajo del GPS al ordenador, y el análisis se realizó mediante el programa TrackMaker (Geo Studio Technology) para administrar gráficamente áreas, rutas y puntos del GPS,

para contar con una representación de la dirección del desplazamiento del derivador con la corriente en los diferentes meses de muestreo.



**Figura 2:** Derivador, 4 velas (74x32 cm), boya (20 cm).



**Figura 3:** Vista derivador navegando.

En cada punto de muestreo (4), y en cada mes muestreado (enero, febrero y mayo) se tomaron mediante una sonda multiparamétrica (AQUACOMBO, HM 3070), desde una embarcación parámetros ambientales tales como salinidad (g/L), temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg/L) y pH de la capa superficial, para determinar la variación de éstos parámetros en cada uno de los puntos, a excepción del mes de mayo por problemas técnicos en el medidor de pH. Además mediante una ecosonda (GARMIN echoMAP 52DV) se midió la profundidad de cada punto muestral.

Las muestras de zooplancton se fijaron in situ con formol al 4%, para un posterior filtrado y neutralización con borato de sodio en el laboratorio (Márquez-Rojas *et al.* 2008). El análisis de

las muestras se realizó bajo microscopio estereoscópico 40X y microscopio de disección de 10X con conexión a software de análisis de imagen, en las instalaciones del laboratorio de Parasitología e Histopatología de Moluscos Bivalvos del CIMAS (Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos “Almirante Storni”).

Se identificaron, y clasificaron los diferentes grupos taxonómicos presentes en cada muestra, mediante el uso de claves dicotómicas (Boltovskoy, 1981) páginas web especializadas, y consulta a expertos; haciendo énfasis en copépodos debido a que es el grupo mesozooplanctónico más importante, dada su predominancia numérica en la columna de agua.

Para estimar la abundancia se efectuaron conteos mediante la extracción de alícuotas de 1 mL (a partir cámaras de Bogorov) hasta que la cantidad de grupos taxonómicos se mantuvo estable con sucesivas alícuotas (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, 2004) y se calculó la abundancia numérica de todos los organismos zooplanctónicos, ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) utilizando el volumen filtrado obtenido a partir del radio de ambas redes (250 y 60  $\mu\text{m}$ ) y la distancia recorrida.

Se estimó la biomasa de los grupos más representativos. Para ello se midieron 10 individuos de cada grupo a partir de fotos en el microscopio utilizando el software Micrometrics (Accu-Scope, EEUU) y se calculó la biomasa como peso seco (PS) en microgramos ( $\mu\text{g}$ ) utilizando ecuaciones largo vs peso publicadas para cada grupo. Luego se estimó el contenido de carbono (C) en microgramos ( $\mu\text{g}$ ) asumiendo  $C = 0.2 * \text{PS}$ . En la tabla 3 se muestran las ecuaciones utilizadas y la fuente bibliográfica.

### 5.3 Análisis estadísticos

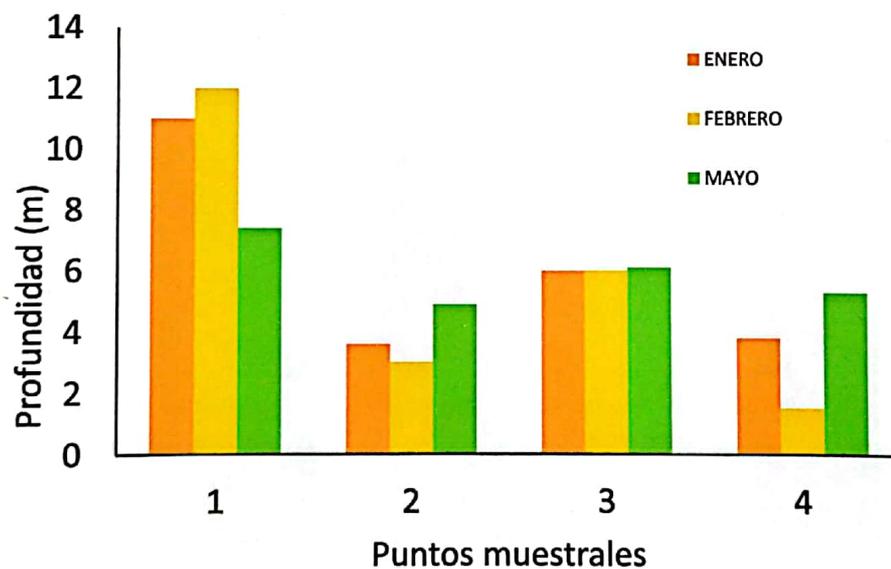
Se calculó la abundancia absoluta y la abundancia relativa de los diferentes grupos mesozooplancónicos de cada punto de muestreo, además, se calculó el índice de Shannon-Wiener para cada punto muestral y a partir del valor obtenido de dicho índice también se obtuvo el índice de equidad comparando puntos muestrales (Gallardo-Pineda 2013); éstos cálculos se realizaron para cada punto muestral (4), cada mes muestreado (enero, febrero y mayo), y cada red utilizada (60 y 250  $\mu\text{m}$ ). El análisis de escalamiento multidimensional no-métrico (MDS) fue utilizado para representar la comunidad bajo estudio. La técnica se basa en una matriz triangular obtenida a partir de la utilización del índice de similitud de Bray-Curtis sobre los datos transformados mediante  $\log_{10}(X+1)$ , con el objetivo de aumentar la contribución de los taxones menos abundantes (Clarke & Warwick 1994). Las abundancias y biomásas de las especies fueron comparadas entre épocas muestreadas (enero, febrero y mayo). Las diferencias entre los grupos que constituyen las comunidades mesozooplancónicas del sitio de estudio fueron evaluadas con un análisis de similitud de una vía ANOSIM. La rutina BIOENV fue utilizada para analizar las variables ambientales y datos biológicos. Esta rutina selecciona las variables ambientales que mejor explican el patrón comunitario, a través del análisis de correlación de Spearman ( $\rho_s$ ) mediante la maximización de la correlación de rangos entre sus respectivas matrices de similitud. Los valores cercanos a 1 representan las variables ambientales que mejor explican el patrón de la comunidad. El software estadístico utilizado fue PRIMER-E® 6 (Clarke & Gorley 2006).

## 6. Resultados

### 6.1 Variables físicas

#### 6.1.1 Profundidad

Los valores de profundidad en los meses muestreados varío en los 4 puntos dependiendo del tipo de marea al momento del muestreo (sicigia o cuadratura) encontrándose valores máximos de 12 m y mínimos de 1,5 m, con máximo de profundidad en general presentes en el primer punto muestral y el mínimo en el último punto muestral (Figuras 4) en los tres meses muestreados (enero, febrero y mayo).

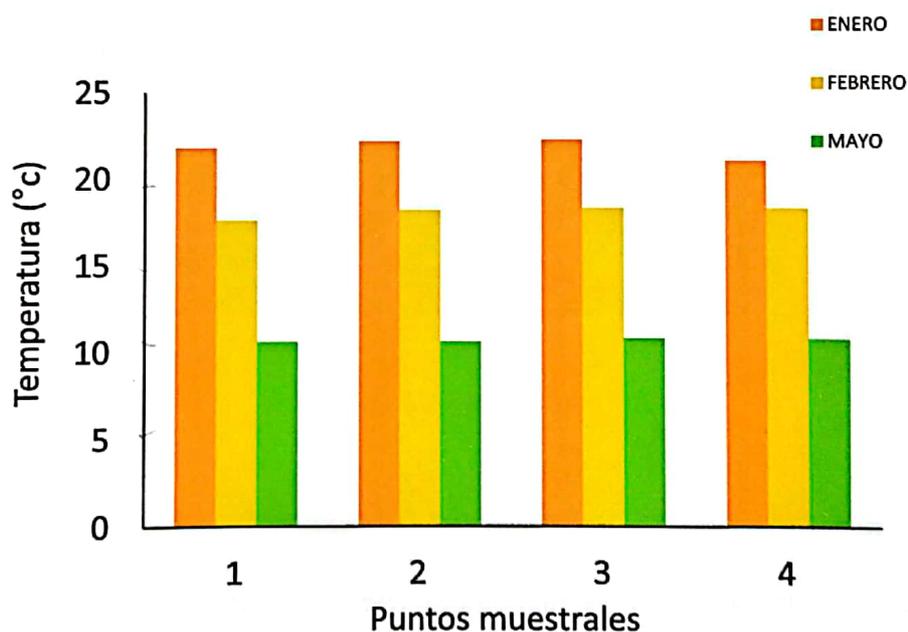


**Figura 4:** Valores de profundidad para los 4 puntos muestrales en los t3 meses muestreado.

## 6.1.2 Temperatura

La temperatura del mar presentó diferentes valores en los tres meses muestreados (Figura 5), encontrándose valores que van desde 21,8 a 21,07 °C en el mes de enero conforme se avanzó del primer al último punto muestral. En el mes de febrero, por el contrario, la temperatura superficial del mar presentó un leve aumento con valores de 17,6 a 18,3 °C desde el primer al último punto muestral.

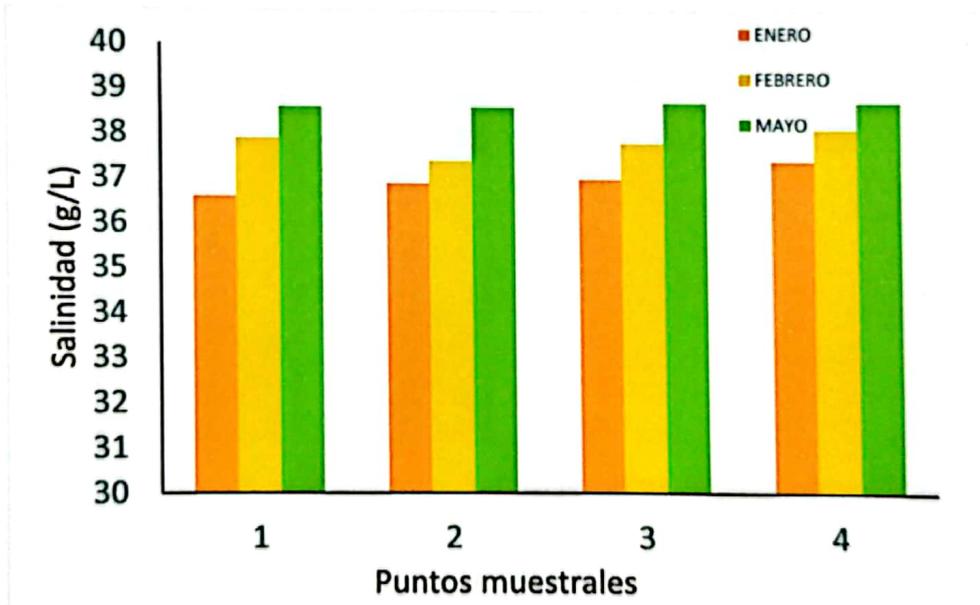
El mes de mayo presentó valores de temperatura que se mantuvieron relativamente constantes en los diferentes puntos muestrales.



**Figura 5:** Valores de temperatura para los 4 puntos muestrales en los 3 meses muestreados.

### 6.1.3 Salinidad

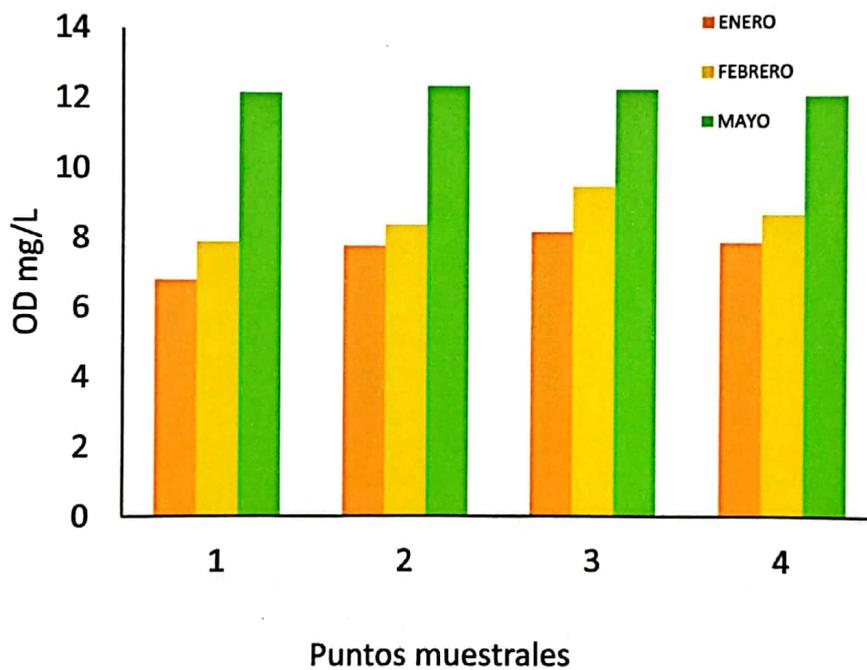
La salinidad (Figuras 6) presentó valores que van desde 36,6 a 37,4 del primer al último punto muestral en el mes de enero, febrero presentó valores desde 37,4 a 38,1 del primer al último punto muestral, y el mes de mayo presentó valores que van desde 38,6 a 38,7, del primer al último punto muestral .



**Figura 6:** Valores de salinidad para los 4 puntos muestrales en los 3 meses muestreados.

### 6.1.4 Oxígeno disuelto

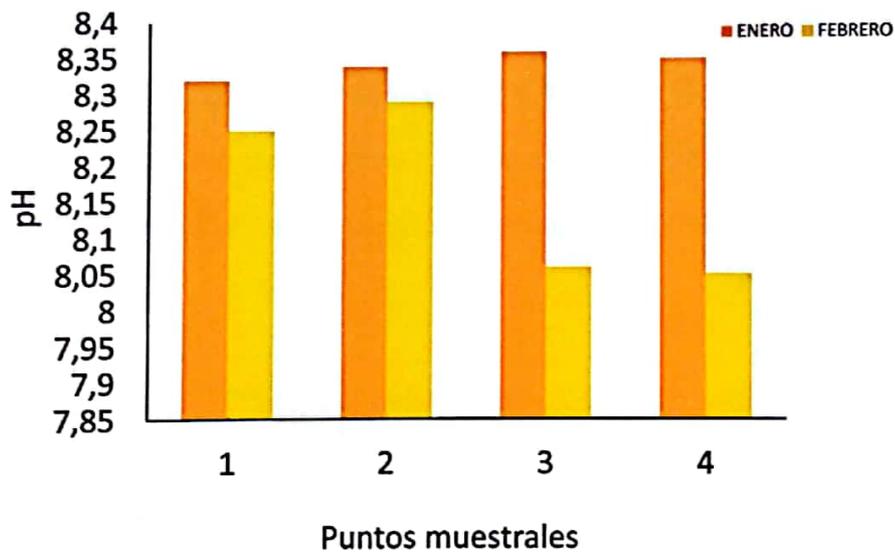
La concentración de oxígeno disuelto (Figura 7) presentó valores de 6,8 a 7,9 mg/L en el mes de enero desde el primer al último punto muestral , en el mes de febrero presentó valores de 7,9-9,5 mg/L . El mes de mayo presentó valores de 12,2 a 12,1 mg/L desde el primer al último punto muestral.



**Figura 7:** Valores de OD para los 4 puntos muestrales de mayo.

## 6.1.5 pH

El pH en los meses muestreados (Figura 8) presentó valores de 8,32 a 8,35 desde el primer al último punto muestral en el mes de enero . Al contrario, el mes de febrero presentó valores de 8,25 a 8,05 desde el primer al último punto muestral . En el mes de mayo no se obtuvieron valores por inconvenientes con el instrumental.



**Figura 8:** Valores de pH para los 4 puntos muestrales en los 3 meses muestreados.

## 6.2 Descripción de la comunidad del mesozooplankton

Se identificaron 9 grupos taxonómicos diferentes: Copepoda (Figuras 9, 10 y 11), Foraminifera (Figura 12), Hydromedusae (Figura 13), Isopoda (Figura 14), Polychaeta (Figura 15), Chaetognatha (Figura 16), Appendicularia (Figura 17), Cladocera (Figura 18), y Anfípoda (Figura 19). Además se identificaron: huevo de pez y larva de pez (Figuras 20 y 21), larva umbonada (Figura 22), larva nauplius (Figura 23), zoea de decápodo (Figura 24), larva poliqueto (Figura 25), larva equinodermo (Figura 26), larva cypris (Figura 27), ver Anexo.

Los organismos más abundantes durante los meses de enero, febrero y mayo, fueron el grupo de los copepoda con máximos de 1489,3 ind/m<sup>3</sup> (5,85 ind/m<sup>3</sup>), el grupo de las appendicularia con un máximo de 1.080,4 ind/m<sup>3</sup> (54,36 ind/m<sup>3</sup>) con muestras recolectadas con red de 250 µm y el grupo de los copepoda 2.293,6 ind/m<sup>3</sup> (6,98 ind/m<sup>3</sup>) y larva nauplius con un máximo de 3.084,8 ind/m<sup>3</sup> (1,8 ind/m<sup>3</sup>) con muestras recolectadas con red de 60 µm.

## 6.3 Diversidad

La diversidad promedio de Shannon ( $H'$ ) calculada para cada uno de los puntos muestrales de cada mes muestreado y para los distintos tipos de redes utilizadas (60 y 250 µm) presentó en el mes de enero valores máximos (2,24) en el primer punto muestral y un mínimo (1,34) en el tercer punto muestral, en muestras recolectadas con red de 250 µm, las muestras recolectadas con red de 60 µm presentaron valores máximos (1,20) en el segundo punto muestral y mínimos (0,92) en el último punto muestral. Febrero mostró valores máximos (1,94) en el segundo

punto muestral y mínimos (1,19) en el último punto muestral con muestras recolectadas con red de 250  $\mu\text{m}$ , valores máximos (1,50) y mínimos (0,37) en muestras recolectadas con red de 60  $\mu\text{m}$ . El mes de mayo presentó el valor máximo (1,82) en el último punto muestral y un mínimo (0,60) en el segundo punto muestral en muestras recolectadas con red de 250  $\mu\text{m}$ , valores máximos (1,34) en el primer punto muestral y mínimos (0,40) en el segundo punto muestral, en muestras recolectadas con red de 60  $\mu\text{m}$

## 6.4 Equitatividad

Los valores promedio de equidad  $J'$  calculados para cada uno de los puntos muestrales de cada mes muestreado y cada tipo de red utilizada (60 y 250  $\mu\text{m}$ ), presentó valores máximos (0,92) en el último punto muestral, mínimos (0,69) en el tercer punto muestral con muestras recolectadas con red de 250  $\mu\text{m}$ , con respecto a las muestras recolectadas con red de 60  $\mu\text{m}$  presentó máximos (0,84) en el último punto muestral y mínimos (0,54) en el tercer punto muestral, valores coincidentes para el mes de enero y febrero. El mes de mayo presentó valores máximos (0,76) en el último punto muestral y mínimos (0,44) en el primer punto muestral en muestras recolectadas con red de 250  $\mu\text{m}$ , las muestras recolectadas con red de 60  $\mu\text{m}$  presentaron valores máximos (0,63) y mínimos (0,55).

## 6.5 Abundancia

Analizando la abundancia presente en la red de 250  $\mu\text{m}$  (Tabla 1) y en la red de 60  $\mu\text{m}$  (Tabla 2) en los cuatro puntos muestrales y los meses muestreados (enero, febrero y mayo) se detectó que el grupo de los copepoda y las appendicularias, como también las larvas *nauplius* y las zoeas de decápodos fueron los más abundantes y frecuentes en la estructura de la comunidad del mezooplancton en la bahía San Antonio. Los demás grupos taxonómicos tales como Hydromedusae, Anfípoda, Isópoda, Foraminífera, Polychaeta, Chaetognatha, Cladocera y las larvas umbonadas, larvas de equinodermo, larvas de poliqueto, larvas cypris, como también los huevos y larvas de peces se hicieron presentes pero no en tal abundancia como los anteriores grupos nombrados.

A partir del análisis de abundancia relativa ( $\text{ind}/\text{m}^3$ ) y la sumatoria del total de organismos cuantificados en los cuatro puntos muestrales presentes en cada mes de muestreo (enero, febrero y mayo), obtenidos a partir de redes de 250 y 60  $\mu\text{m}$  indicaron que las muestras obtenidas mediante la red de 60  $\mu\text{m}$  presentaron valores de abundancia relativa superiores que las obtenidas mediante la red de 250  $\mu\text{m}$ ; encontrándose en enero 7.333,6  $\text{ind}/\text{m}^3$ , en febrero 5.532,7  $\text{ind}/\text{m}^3$  y en el mes de mayo 3.157,5  $\text{ind}/\text{m}^3$ . Mientras que las muestras obtenidas mediante la red de 250  $\mu\text{m}$  presentaron valores para enero de 1.453,9  $\text{ind}/\text{m}^3$ , en febrero de 1240,1  $\text{ind}/\text{m}^3$  y en el mes de mayo de 753,4  $\text{ind}/\text{m}^3$ .

Tabla 1: Abundancia ind/m<sup>3</sup>, red de 250 µm.

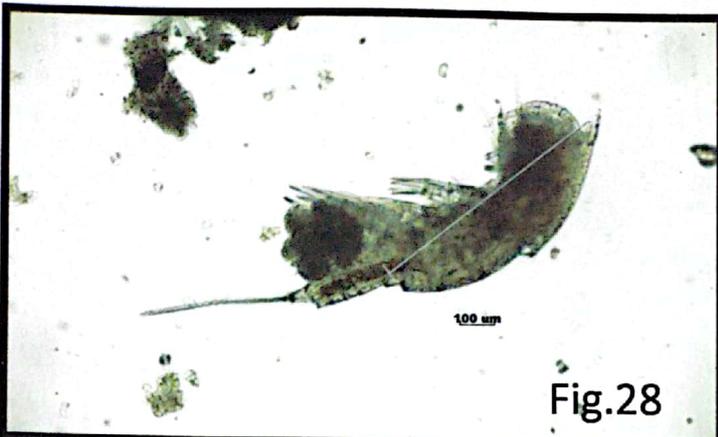
Organismo	Abundancia relativa Ind/m <sup>3</sup>											
	Enero				Febrero				Mayo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Copépodo	0,50	0,44	0,22	0,24	0,58	0,71	0,15	0,62	0,48	0,74	0,60	0,57
Foraminífero	0,31	0,61		0,45	0,03	0,07	0,01	0,08	0,04	0,63	0,01	0,02
Hidromedusa	0,64			0,94	0,48		0,12	0,01		0,63		
Huevo de pez	0,01	0,61		0,45	0,48	0,45	0,12	0,01	0,38	0,63	0,80	
Larva de pez		0,30	0,85	0,94					0,38	0,63		
Isópodos	0,80											0,57
Larva umbonada							0,55		0,81			
Larva <i>nauplius</i>	0,11	0,09	0,19	0,25	0,16	0,07	0,01		0,17		0,09	0,09
Zoea decápodo	0,09	0,25	0,25	0,18	0,04	0,01	0,01	0,09	0,81	0,02	0,04	0,01
Larva poliqueto	0,47		0,42						0,38	0,63		0,57
Poliqueto						0,45				0,63		
Larva equinodermo	0,15	0,91	0,42	0,94		0,45					0,80	
Quetognato	0,01								0,08		0,07	0,03
Cladóceros	0,64								0,38			0,57
Larva cypris					0,01	0,01	0,55	0,61	0,81			0,06
Apendicularia	0,23	51,8	0,31	0,26	0,15	0,09	0,78	0,14	0,13	0,15	0,12	0,15
Anfípodo				0,45				0,01	0,02	0,04	0,01	0,02

**Tabla 2: Abundancia ind/m<sup>3</sup>, red de 60 µm.**

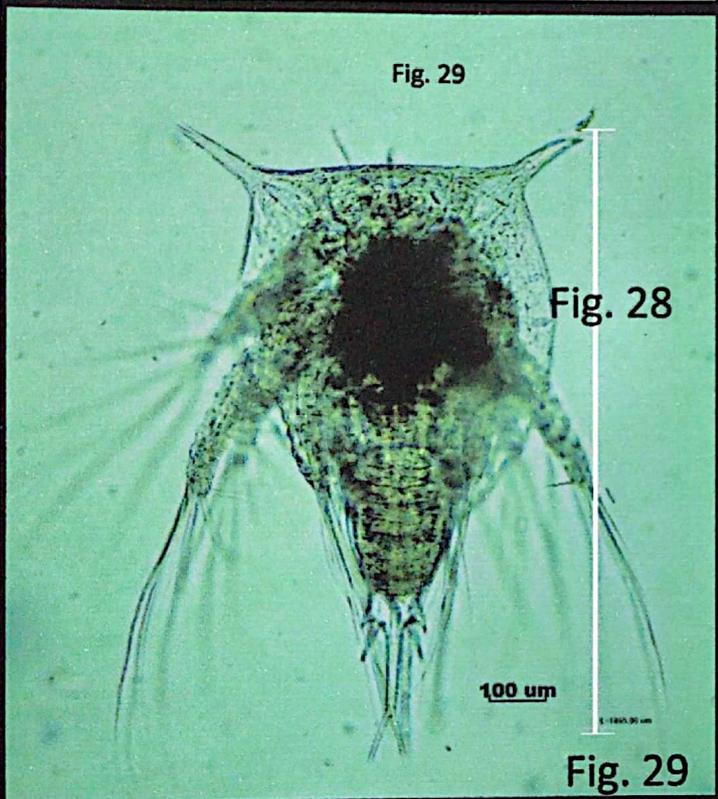
Organismo	Abundancia relativa Ind/m <sup>3</sup>											
	Enero				Febrero				Mayo			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Copépodo	0,52	0,61	0,65	0,57	0,68	0,76	0,50	0,52	0,06	0,62	0,75	0,74
Foraminífero	0,06	0,01			0,03	0,07	0,04	0,19	0,19	0,08		0,08
Hidromedusa							0,70					
Huevo de pez		0,54	0,69		0,55							
Larva de pez												
Isópodos												
Larva umbonada	0,01		0,03		0,02	0,05	0,11	0,08	0,19	0,01		
Larva <i>nauplius</i>	0,32	0,20	0,13	0,28	0,18		0,20	0,08	0,01	0,17	0,14	0,09
Zoea decápodo		0,03	0,03				0,02	0,01				
Larva poliqueto							0,70		0,19			
Poliqueto												
Larva equinodermo												
Quetognato									0,52		0,01	0,01
Cladóceros											0,01	
Larva cypris							0,70	0,04	0,06			
Apendicularia	0,07	0,12	0,13	0,13	0,06	0,09	0,07	0,04	0,86	0,08	0,07	0,05w
Anfípodo									0,19			

## 6.6 Cálculo de biomasa

El análisis de la biomasa (Tabla 3) de los grupos más representativos, el copépodo harpacticóide *Euterpina acutifrons* (Figura 28), la larva *nauplius* (Figura 29), el quetognato *Sagitta sp.* (Figura 30), la apendicularia *Oikopleura dioica* (Figura 31), el copépodo ciclopoide *Oithona nana* (Figura 32), y el calanoide *Paracalanus parvus* (Figura 33), de la comunidad mesozooplancónica de la bahía San Antonio expresada como microgramos de carbono ( $\mu\text{g C}$ ), mostró que los valores más altos de biomasa los presentó *Oikopleura dioica* con valores de 31.793,28  $\mu\text{g C}$  en el mes de enero, 28.009,28  $\mu\text{g C}$  en febrero y 10.003,84  $\mu\text{g C}$  en el mes de mayo, seguido por las tres especies de copépodos presentes, *Paracalanus parvus* con 7078,38  $\mu\text{g C}$  en el mes de enero, 9316,36  $\mu\text{g C}$  en febrero y 28.009,28  $\mu\text{g C}$  en mayo, *Oithona nana* con 113,97  $\mu\text{g C}$  en enero, 181,29  $\mu\text{g C}$  en el mes de febrero y 230,43  $\mu\text{g C}$  en mayo, *Euterpina acutifrons* con 313,16  $\mu\text{g C}$  en enero, 268,37  $\mu\text{g C}$  en el mes de febrero y 238,73 en mayo; el grupo de las larvas *nauplius* con 119,5  $\mu\text{g C}$  en enero, 246,13  $\mu\text{g C}$  en el mes de febrero y 317,56  $\mu\text{g C}$  en mayo, y los valores más bajos de biomasa los presentó *Sagitta sp* con 30,03  $\mu\text{g C}$  en enero y 15,27  $\mu\text{g C}$  en el mes de mayo.

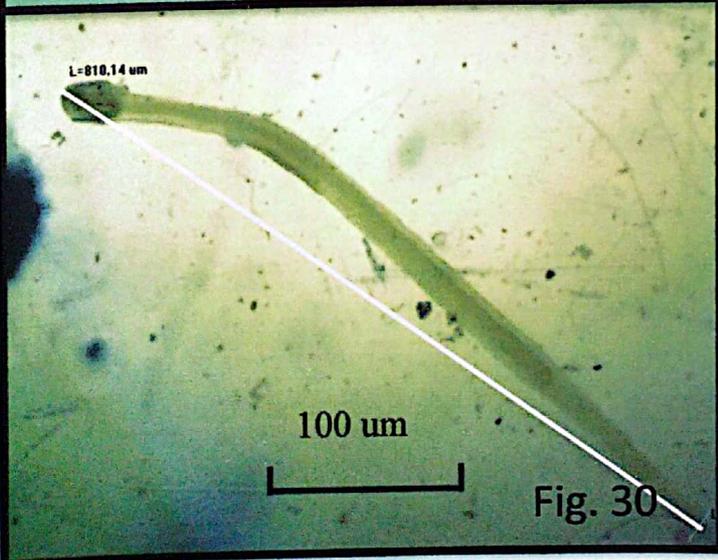


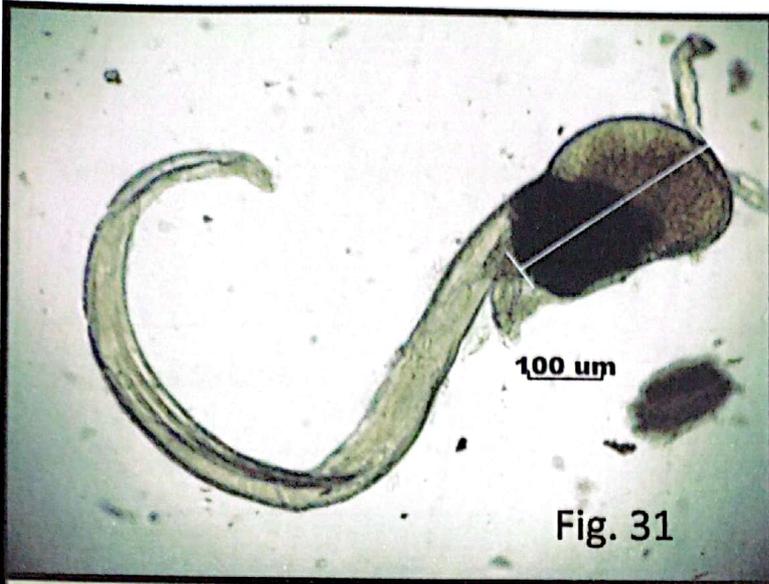
**Figura 28:** *Euterpina acutifrons*. Escala: 100  $\mu\text{m}$ .



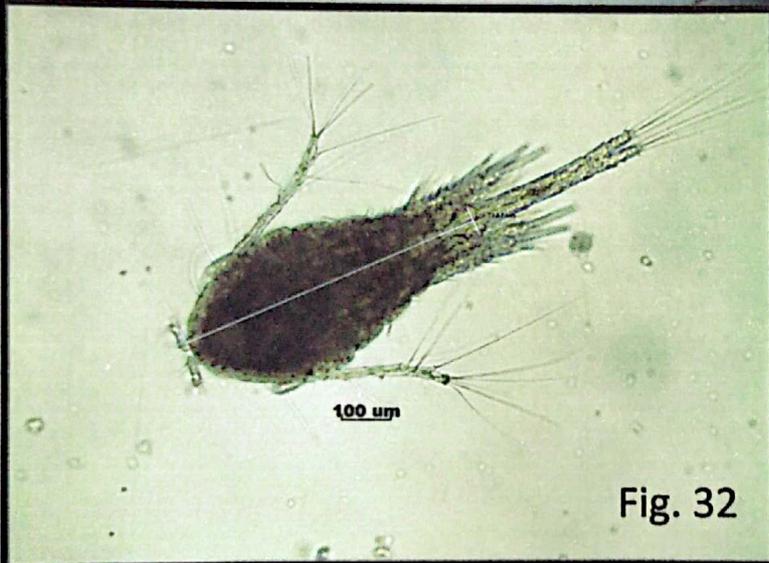
**Figura 29:** Nauplii. Escala: 100  $\mu\text{m}$ .

**Figura 30:** *Sagitta sp.* Escala: 100  $\mu\text{m}$ .





**Figura 31:** *Oikopleura dioica*. Escala 100 μm



**Figura 32:** *Oithona nana*. Escala: 100 μm



**Figura 33:** *Paracalanus parvus*. Escala: 100 μm.

**Tabla 3:** Biomasa de los grupos más abundantes. Los valores son expresados como media  $\pm$  desvío estándar de 10 individuos.

Organismo/especie	Biomasa en $\mu\text{g C}$		
	ENERO	FEBRERO	MAYO
<i>Oikopleura dioica</i>	31.793,28 $\mu\text{g C}$	28.009,28 $\mu\text{g C}$	1.003,84 $\mu\text{g C}$
<i>Paracalanus parvus</i>	7078,38 $\mu\text{g C}$	9.316,36 $\mu\text{g C}$	8.431,11 $\mu\text{g C}$
<i>Oithona nana</i>	113,97 $\mu\text{g C}$	181,29 $\mu\text{g C}$	230,43 $\mu\text{g C}$
<i>Euterpina acutifrons</i>	315,16 $\mu\text{g C}$	268,37 $\mu\text{g C}$	239,73 $\mu\text{g C}$
Larva nauplius	779,56 $\mu\text{g C}$	246,13 $\mu\text{g C}$	317,56 $\mu\text{g C}$
<i>Sagitta sp</i>	30,03 $\mu\text{g C}$		15,27 $\mu\text{g C}$

## 6.7 Análisis multivariado

El análisis ANOSIM para muestras recolectadas con red de 250  $\mu\text{m}$ , presentó un valor de R global igual a 0,64 (Figuras 34), y una representación gráfica a partir de MDS que se ilustra en la Figura 35. Con respecto al análisis ANOSIM para muestras recolectadas con red de 60  $\mu\text{m}$ , presentó un valor de R global igual a 0,36 (Figuras 36) ,y una representación gráfica a partir de MDS que se ilustra en la Figura 37. En cuanto al analisis BIOENV con datos de abundancia, para las muestras recolectadas con red de 250 y 60  $\mu\text{m}$  presentaron un valor de Rho igual a 0,38 (Figura 38), y con respecto al realizados con datos de biomasa de los principales grupos se obtuvo un Rho igual a 0,99 (Figura 39 ).

Global Test

Sample statistic (Global R): 0.646

Significance level of sample statistic: 0.3%

Number of permutations: 999 (Random sample from 5775)

Number of permuted statistics greater than or equal to Global R: 2

Pairwise Tests

Groups	R	Significance Level %	Possible Permutations	Actual Permutations	Number >= Observed
V1, V2	0.833	2.9	35	35	1
V1, O1	0.771	2.9	35	35	1
V2, O1	0.219	14.3	35	35	5

Figura 34: Resultados ANOSIM red de 250  $\mu$ m. Estaciones: V1 = verano 1 (enero), V2 = verano 2 (febrero), y O1 = otoño 1 (mayo).

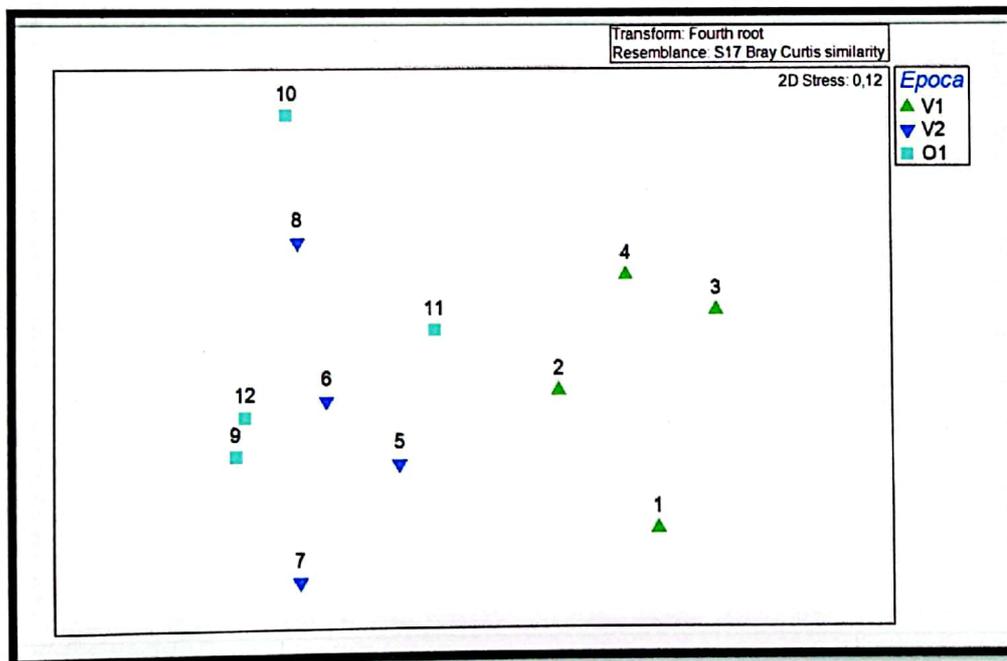


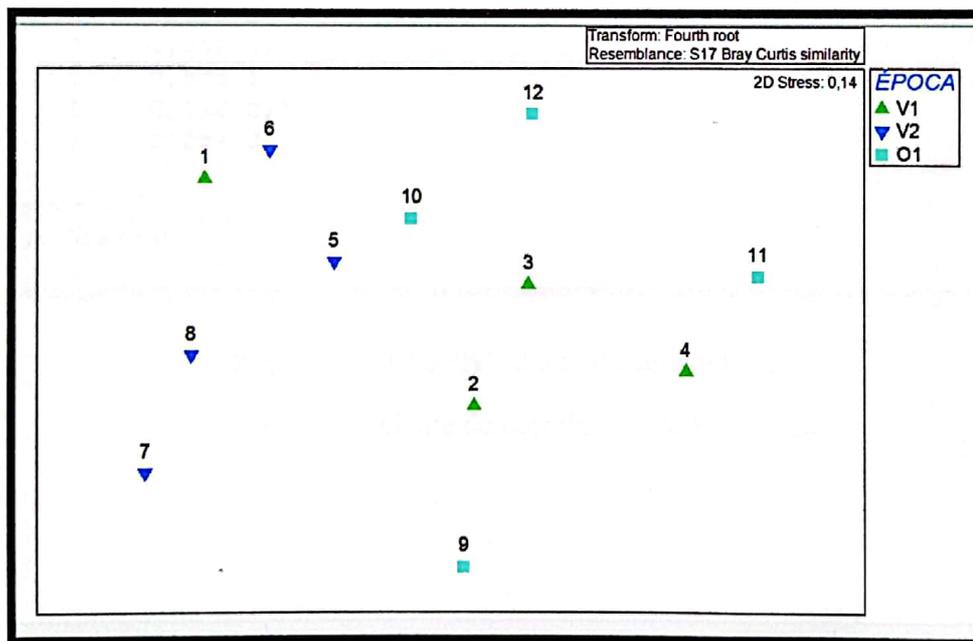
Figura 35: MDS, representación gráfica. Estaciones: V1 = verano 1 (enero), V2 = verano 2 (febrero) y O1 = otoño 1 (mayo).

**Global Test**  
Sample statistic (Global R): 0,366  
Significance level of sample statistic: 1%  
Number of permutations: 999 (Random sample from 5775)  
Number of permuted statistics greater than or equal to Global R: 9

**Pairwise Tests**

Groups	R	Significance Level %	Possible Permutations	Actual Permutations	Number >= Observed
V1, V2	0,375	11,4	35	35	4
V1, O1	0,26	14,3	35	35	5
V2, O1	0,448	2,9	35	35	1

**Figura 36 :** ANOSIM red de 60 µm. Estaciones: V1 = verano 1 (enero), V2 = verano 2 (febrero), y O1 = otoño 1 (mayo).



**Figura 37:** MDS, representación gráfica. Estaciones: V1 (verano 1 , enero), V2 (verano 2, febrero), y O1 (otoño 1, mayo).

```

Parameters
Rank correlation method: Spearman
Method: BIOENV
Maximum number of variables: 5
Resemblance:
Analyse between: Samples
Resemblance measure: S17 Bray Curtis similarity

Variables
1 TEMPERATURA
2 SALINIDAD
3 OXÍGENO DISUELTO

Global Test
Sample statistic (Rho): 0,389
Significance level of sample statistic: 3%
Number of permutations: 99 (Random sample)
Number of permuted statistics greater than or equal to Rho: 2

Best results
No. Vars    Corr. Selections
    3      0,389 All
    2      0,389 1;3
    1      0,386 2
    2      0,380 1;2
    1      0,375 1
    2      0,310 2;3
    1      0,284 3

Outputs
Plot: Graph4

```

Figura 38 : BIOENV datos de abundancia  
resultados coeficiente de correlacion de Spearman.

```

Parameters
Rank correlation method: Spearman
Method: BIOENV
Maximum number of variables: 5
Resemblance:
Analyse between: Samples
Resemblance measure: S17 Bray Curtis similarity

Variables
1 TEMPERATURA
2 SALINIDAD
3 OXÍGENO DISUELTO

Global Test
Sample statistic (Rho): 0,996
Significance level of sample statistic: 1%
Number of permutations: 99 (Random sample)
Number of permuted statistics greater than or equal to Rho: 0

Best results
No.Vars      Corr. Selections
    3      0,996 All
    2      0,994 1;3
    2      0,970 1;2
    1      0,955 1
    2      0,943 2;3
    1      0,925 3
    1      0,841 2

Outputs
Plot: Graph1

```

**Figura 39 :** BIOENV datos de biomasa, resultados coeficiente de correlacion de Spearman.

## 7. Discusión

---

El estudiar las comunidades mesozooplanktonicas bajo diferentes condiciones ambientales, continua siendo un desafio científico, debido a la dificultad para capturar y medir las variaciones en el ambiente fisico-químico del agua donde viven las asociaciones planctónicas. El mesozooplankton se encuentra entre los organismos acuáticos más abundantes y ocupan posiciones tróficas claves en los ambientes marinos y de agua dulce (Kjørboe, 2008).

La presente tesis es la primera aproximación cuantitativa para comprender la composición del mesozooplankton en la bahía San Antonio en función a variables ambientales (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, y pH), se determinaron valores de temperatura que variaron de 21,8 a 21,07 °C en el mes de enero y de 17,6 a 18,3 en el mes de febrero, valores semejantes a los encontrados previamente en los meses de enero y febrero por Ocampo y Storero, (2007), respecto a los valores de oxígeno disuelto se presentaron diferencias con los valores encontrados previamente por los autores mencionados con valores de 4,41 mg/L en el mes de enero y 6,03 mg/L en el mes de febrero, y los valores obtenidos en el presente estudio reflejaron valores que fueron de 6,08 a 7,9 mg/L en el mes de enero y 7,9 a 8,7 mg/L en el mes de febrero, los valores de pH en el mes de enero fueron semejantes en ambos estudios, pero en el mes de febrero ubieron diferencias con valores de 8,40 en estudios previos y valores de 8,25 a 8,05 en el presente estudio, lo mismo ocurrió con los valores de salinidad encontrándose diferencias en el mes de febrero con valores de 36,71 ppmil, y de 37,9 a 38,1 ppt en el presente estudio, los valores de salinidad

encontrados van en aumento dado que la evaporación del agua intersticial se mejora en los canales internos ya que los sedimentos permanecen sin cubrir durante un período prolongado de tiempo promoviendo así un aumento en los valores de salinidad al entrar en la bahía (Wang et al., 2007). El mes de mayo no fue estudiado en estudios previos por lo que no se pudieron comparar con los valores de las variables ambientales medidas en el presente estudio.

Se lograron identificar nueve grupos taxonomicos, tales como : Copepoda, Foraminifera, Hydromedusae, Polychaeta, Cladocera, Chaetognatha, Appendicularia, Anfipoda e Isopoda, como tambien larva *nauplius*, larva de equinodermos, larva umbonadas, larva cypris, larva de poliqueto, huevo y larva de pez. Siendo el grupo de los copepoda el grupo más abundante del mesozooplankton en el sitio estudiado, lo que ha sido ya expresado en trabajos anteriores como el grupo más abundante del zooplankton constituyendo un 80-100% del total de individuos (Ramirez y Sabatini, 1991), lo que ha sido observado también en otras regiones costeras templadas (Hopcroft et al. (2001), Aguirre et al., 2012). Las especies de copépodos idenficadas en el presente estudio para la bahía San Antonio, ya han sido registradas para la bahía (Ramirez y Sabatini, 1991) y el Golfo San Matias (Viñas y Gaudi, 1996).

Los cálculos de diversidad obtenidos mediante el uso del índice de Shannon-Weaver, mostró un valor máximo (2,24) , y un minimo (0,60) con muestras recolectados con red de 250  $\mu\text{m}$  en el mes de enero. Con respecto a la red de 60  $\mu\text{m}$  los valores de diversidad promedio fueron de máximos (0,92) y minimos (0,37) en los meses de enero, febrero y mayo; presentándose mayor diversidad en las muestras recolectadas con la red de 250  $\mu\text{m}$  que con la red de 60  $\mu\text{m}$ , esto puede deberse al diferente tamaño de poros de ambas redes, dado que la red de poros de mayor tamaño (250  $\mu\text{m}$ ) presento un numero de grupos taxonómicos diferentes a la red de poros de menor tamaño

(60  $\mu\text{m}$ ), la cual si bien presentaba un mayor número de individuos su diversidad era inferior con respecto a la otra red utilizada, lo cual ya ha sido observado en trabajos como Antacli *et al.* (2010) que encontró que el utilizar solo un tipo de red no servía para capturar toda la comunidad de interés, por lo que consideró más apropiado el uso de una red de tamaño de poros más chico para caracterizar al plancton. Si bien la comparación entre la composición y diversidad de organismos capturados con ambos tipos de redes no forma parte de uno de los objetivos del presente trabajo, si se podría considerar como una base para poder considerar que tipo de red utilizar, según el objetivo de estudio que se proponga.

El análisis de biomasa realizado para los grupos más abundantes de la comunidad mesozooplanktonica de la bahía San Antonio, presentó los mayores valores de biomasa para appendicularia *Oikopleura dioica* en los tres meses de muestreo, seguido de las tres especies de copépodos del presente estudio, lo cual puede deberse a que ambos grupos tanto copepoda como appendicularia presentan una mayor distribución en capas de los 0 a los 100 m de profundidad y son considerados dos de los grupos que no presentan una migración vertical, por lo que se los encontraría distribuidos en toda la columna de agua (Boltovskoy, 1981). Las larvas *nauplius* se presentaron con una biomasa inferior, lo que podría deberse al tipo de red utilizada y el tamaño de sus poros; con respecto a los quetognatos, debido a que son predadores (principalmente de copépodos), podría ser la explicación para su baja concentración en biomasa (Vergara-Soto *et al.*, 2010).

Mediante el análisis ANOSIM se obtuvieron valores de R global de 0,64 para las muestras recolectadas con red de 250  $\mu\text{m}$ , indicando que existe una diferencia en la comunidad mesozooplanktonica comparada en el mes de enero (V1) con la del mes de febrero (V2), y una

diferencia poco significativa en la comunidad comparada en el mes febrero con la de mayo (O1) y un valor de 0,36 para las muestras recolectadas con red de 60  $\mu\text{m}$  indicando al igual que las muestras recolectadas con red de 250  $\mu\text{m}$ , es decir se encuentra diferencia entre la comunidad mesozooplantonica del mes de enero con la del mes de febrero , pero la diferencia entre la comunidad del mes de febrero en comparación con la del mes de mayo es poco significativa, situacion observada en trabajos realizado por otros autores como Carrillo-Baltodano (2012) en otros sitios de estudio, donde se presentaron valores de ANOSIM ( $R=0.48$ ) encontrándose diferencias significativas de todos los taxones durante los meses del año de estudio (septiembre del 2010 hasta agosto del 2011). Mediante el analisis BIOENV se pudo determinar que la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto son las variables que se encuantran más correlacionadas con la estructura de la comunidad mesozooplantonica del área de estudio, lo que podria deberse a que el sitio de estudio es un amplio plano de mareas ubicado dentro de un ecosistema costero semidesértico patagónico, además la forma semicircular de la bahía sirve como protección contra la fuerte energía de las aguas SMG (Carbone et al., 2007). permitiendo el aumento de la temperatura de la columna de agua, dado que al producirse las bajamares acerca del 85 % de la superficie interna de la BSA queda al descubierto, quedando expuesta a los rayos solares favoreciendo tanto al aumento de la temperatura de la columna de agua como al aumento de la salinidad por evaporación. Después de circular por la bahía durante cada ciclo de marea, el agua entrante aumenta su salinidad y su contenido de nutrientes y fitoplancton (Esteves et al., 1996).

## 8. Conclusión

---

### 8.1 Las conclusiones finales obtenidas de este trabajo :

- Se pudo identificar la presencia de 9 grupos taxonómicos pertenecientes a la comunidad mesozooplancónica de la bahía San Antonio.
- Se identificó la presencia de una especie para cada grupo de copépodos (calanoide, ciclopoide y harpacticoide).
- Se determinó que las variables físicas, la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto fueron las que presentaron una mayor influencia en la abundancia y distribución de las comunidades mesozooplancónicas de la bahía.
- Se determinó que la abundancia mesozooplancónica presente en la bahía se mantuvo en los 3 meses muestreados, pero la diversidad fue mayor en el mes de enero y menor en el mes de mayo.

Para poder contar con conclusiones más abarcadoras y robustas, haría falta un estudio con muestreos realizados todos los meses durante un año completo, y medición de más variables ambientales no medidas en el presente trabajo.

## 8.2 Líneas de estudios a proponer :

- Analizar otros parámetros ambientales tales como clorofila como indicador de la biomasa del fitoplancton como base de la red trófica.
- Obtener datos de variables físicas a mayor profundidad, para poder obtener resultados más certeros.
- Hacer estudios anuales, para ver la variación en abundancia y diversidad de la comunidad mesozooplantonica, comparando las diferentes estaciones del año.

## 9. Bibliografía

---

- Antacli, J. C., D. Hernández, and M. E. Sabatini. "Estimating Copepods' Abundance with Paired Nets: Implications of Mesh Size for Population Studies." *Journal of Sea Research* 63, no. 1 (January 1, 2010): 71–77.  
<https://doi.org/10.1016/j.seares.2009.09.004>.
- Alder V, Morales C (2009) Manual de métodos para estudio de sistemas planctónicos marinos. Buenos Aires, Argentina. **Editorial Eudeba**.
- Berasategui A, Marque S, Gómez EM, Ramirez F, Mianzan H, Acha E (2006) Copepod assemblages in highly complex hydrographic region. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 66(3-4):483-492.
- Clarke KR, Gorley RN (2006) xPRIMER V6: User Manual/Tutorial. Primer-E, Plymouth: 190p.
- Cognetti G, Sora M, Mogazzu G (2001) *Biology Marina*. Primera edición. Ed.Ariel. Barcelona España. 619 p.
- Costa RB, Ordóñez LV, Suárez-Morales E (2011) Seasonal and spatial variation in hydrological parameters and microzooplankton communities in an Amazonian estuary. pp. 1477-1481 Published by: Coastal Educ.
- De Carli P, Braccalenti J, Garcia de Leon FJ, Acuña-Gómez EP (2012) La pesquería del langostino argentino *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Penaeidae) en Patagonia. ¿Un único stock? *An. Inst. Patagonia* 40: 103–112.

- Escamilla JB, Ordóñez-López V, Suárez-Morales E (2011) Spatial variability of *Acartia* (copepoda) in a tropical coastal lagoon of the southern Gulf of Mexico. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 46(3): 379-390.
- Escamilla JB, Juárez-Morales E, Gasco R (2000) Distribución del zooplancton durante flujos de marea opuestos en el complejo lagunar de Chelem, Yucatán, México. *Rev. Biol. Trop.*, 49(1): 47- 52.
- Espinosa-Correón G, Gaxiola-Castro J, Robles-Pacheco J, Najera-Martinez S (2001) Temperatura, salinidad, nutrientes y clorofila a en aguas costeras de la Ensenada del Sur de California. *Cien. Mar.*, 27: 397-422
- Fischlin M, Garreaud R (2009) Regional cooling in a warming world: recent temperature trends in the southeast Pacific along the west coast of subtropical South America (1979-2006). *Journal of Geophysical Research* - [intranet.dgf.uchile.cl](http://intranet.dgf.uchile.cl)
- Folt CL, y Burns, CW (1999) Biological drivers of zooplankton patchiness. *Trends Ecol. Evol.* 14, 300-305.
- Frutos SM (1998) Densidad y diversidad del zooplancton en los ríos salado y negro—Planicie del Río Paraná, Argentina. *Revista Brasileira de Biologia*, 1998 - SciELO Brasil.
- Fucks E, Scalise A, Schnack E (2011) Evaluación de alternativas para la conservación y manejo del frente costero en Las Grutas. Consejo Federal de Inversiones, estudios y proyectos provinciales Río Negro.

- Gómez-Gutiérrez J, Palomares-García R, Gendron D (1995) Community structure of the euphausiid populations along the west coast of Baja California, during the weak ENSO 1986-1987. *Inter-Research, Meps* 120: 41\_51 (1995).
- Granados-Ramírez JG, Suárez-Morales E (2003) A new *Hesperodiaptomus* Light (Copepoda, Calanoidea, Diaptomidae) from Mexico with comments on the distribution of the genus. *Research*, Volume 25, Issue 11, November 2003, Pages 1383–1395.
- Hansen JE, Marlos P, Medirolos A (2001) Relationship between spatial distribution of the Patagonian stock of Argentine anchovy, *Engraulis anchoita*, and sea temperature during late spring to early summer. *Fisheries Oceanography* 10(2):193 - 206 · December 2001.
- Halac SR, Villafañe VE, Gonçalves RJ, Helbling EW (2011) Long-term UVR effect upon phytoplankton natural communities of Patagonian coastal waters. *Biomass and Remote Sensing of Biomass*, Editorial:INTech, Año: 2011; p. 229 – 248.
- Hoffmeyer MS, Pascual MS (2006) Water quality and zooplankton monitoring at the seawater supply circuit of a mollusc hatchery. *World Aquaculture*, ISSN: 1041-5602.
- Hwey-Lan H, Lan-Feng F, Chang-Po C, Jiunn-Tzong W, Wen-Cheng L (2009) Effects of semidiurnal tidal circulation on the distribution of holo-

and meroplankton in a subtropical estuary. *J Plankton Res.* 2010 Jun; 32(6): 829–841.  
plankt.oxfordjournals.org.

- INIDEP (2009) Dinamica del Plancton marino y Cambio Climatico.
- Instituto de Investigación Biológica Alexander Von Humboldt (2004)

Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad 236p.

- Ismael D, Anger K, Moreira GS (1997) Influence of temperatura on larval survival, development, and respiration in *Chamagnathus granulata* (Crustacea, Decapoda). *Helgoländer Meeresuntersuchungen*, 51, pp. 463-475.

- Jerónimo-Balcazar J (2011) Variación interanual de las larvas de peces pelágicos menores en el Golfo de California y su relación con el zooplancton y el ambiente durante marzo de 2005 y 2006. Maestría en Manejo de Recursos Marinos Tesis, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas., La Paz, B.C.S., México, 80 h.

- Kinne, O (1970) Temperature. Invertebrates. En: O. kinne (ed). *Marine ecology*.

- Kiørboe T (2008) *A Mechanistic Approach to Plankton Ecology*. Copyright:2009 , 224p.

- Lavaniegos-Espejo BE (2017) Changes in composition of summer hyperiid amphipods from a subtropical region of the California current during 2002-2008. *Journal of Marine Systems*, 165, 13-26.

- Litchman E, Ohman MD, Kiørbe T (2013) Trait-based approaches to zooplankton communities. *Journal of Plankton Research*, Volume 35, Issue 3, May/June 2013, Pages 473–484.
- Cifuentes-Lemus J, Torres-García P, Frias M (1987) El océano y sus recursos: V. Plancton.
- Mackas DL, Beaugrand G (2010) Comparison of zooplankton time series. *Journal of Marine Systems*, vol. 79, February 2010, pages 286-30.
- Martínez A, Mortensen M, Acosta P, Kroeck M, Fernandez V (2017) Clasificación y variación estacional de crustáceos del mesozooplancton dentro de la Bahía San Antonio, Provincia de Rio Negro-Argentina. V Congreso Nacional de la Conservación de la Biodiversidad, Las Grutas-Rio Negro (2017).
- Márquez-Rojas B, Marín B, Díaz-Ramos JR, Troccoli L (2008) Biomasa, densidad y composición zooplanctónica de la Bahía de Mochima, Venezuela. *Gayana (Concepc.)* [online]. 2008, vol.72, n.1, pp.52-67.
- Mendoza-Portillo FJ (2013) Estructura de la comunidad del Holoplancton y Meroplancton durante invierno y verano en el Golfo de California. Maestría en Manejo de Recursos Marinos Thesis, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas La Paz, B. C. S., México xi, 86 h.
- Mendoza SM, Amione L, Barrena M, Fernandez V (2018) Composición del zooplancton y Migración vertical en Punta Perdiz-Bahía San Antonio, Rio Negro, Argentina. X Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, UBA, Facultad de Ciencias Exactas, Bs.As (2018).

- Mesas A, Tarifeño E (2015) Temperaturas letales superiores para el mejillón, *Mytilus gallaprovivialis* (Lamarck, 1819), en la costa de Chile central. *Latin American Journal of Aquatic Research* 43(3):473-483.
- Muzio L, Mendoza SM, Mortensen M, Acosta P, Kroeck M, Fernández V (2017) Identificación y monitoreo estacional de estadios tempranos de *Munida gregaria* en Bahía de San Antonio. V Congreso Nacional de Conservación de la Biodiversidad (2017), Las Grutas-Río Negro.
- Pájaro M, Macchi EJ, Martos P (2004) Reproductive pattern of the Patagonian stock of Argentina hake (*Merluccius hubbsii*). *Fisheries Research* 72(1):97-108.
- Palma S, Apablaza P (2004) Abundancia estacional y distribución vertical del zooplancton gelatinoso carnívoro en un área de surgencia en el norte del Sistema de la Corriente de Humboldt. *Investigaciones Marinas* 32(1).
- Poulain MP, Busasani RG, Junglirith EM, Mauri E, Menna M, Notorstefano G (2013) Mediterranean Surface Currents Measured with Drifters; From Basin to Subinertial Scales. *Oceanography* 26(1):38-47.
- Ramírez CF (1996) Composición, abundancia y variación estacional del zooplancton de red del Golfo San Matías. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Vol. 16, Sec. A : 157-167 (1996).
- Ramírez F, Sabatini M (1991) La fauna ictica de la bahía de San Antonio y su importancia como sostén de una pesquería artesanal de subsistencia. Universidad Nacional del Comahue. Centro Universitario Regional Zona Atlántica, 1991, 574.982 73 P442.

- Ré P, Aeitero U, Morgado F (2005) Ecología do plancton marinho e estuarino. Ed. Afontamento, 144p.
- Rehim M, Zhang Z, Muhammadhajl A (2016) Mathematical analysis of a nutrient-plankton system with delay. Springerplus. 2016 Jul 11;5(1):1055.
- Sánchez-Guerrero E (2010) Zooplancton gelatinoso (hidromedusas, sinóforos, y ctenóforos) del Golfo San Matías y zonas adyacentes, Patagonia, Argentina. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 81p.
- Servicio Metereológico Nacional (2019) Estadística Climatológica 1961-90.
- Spinelli R, Cacot E, Mihelic M, Nestorovski L, Mederski P, Tolosana E (2016) Techniques and productivity of coppice harvesting operations in Europe: a meta-analysis of available data. Annals of Forest Science, vol. 73, pages112–1139(2016).
  - Suthers I, Rissik D (2009) Plankton: a guide to their ecology and monitoring for water quality. Marine & Aquatic Science, 244p.
  - Varpe O (2012) Fitness and phenology: annual routines and zooplankton adaptations to seasonal cycles. Journal of Plankton Research, Volume 34, Issue 4, April 2012, Pages 267–276.
  - Villafañe VE, Barbieri ES, Helbing EW (2004) Anual patterns of ultraviolet radiation effects on temperate marine phytoplankton off Patagonia,

Argentina. Journal of Plankton Research, Volume 26, Issue 2, February 2004, Pages 167–174.

- Villafañe VE, Banaszak AT, Guendulain-García SD, Strauch SM, Halac JR, Helbling EW (2013) Influence of seasonal variables associated with climate change on photochemical diurnal cycles of marine phytoplankton from Patagonia (Argentina). *Limnology and Oceanography* 58(1):203-214 · January 2013

- Villenas F, Soto D, Palma S (2009) Cambios interanuales en la biomasa y biodiversidad de zooplancton gelatinoso en aguas interiores de Chiloé, sur de Chile (primavera 2004 y 2005). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 44(2): 309-324, agosto 2009.

- Viñas MD, Negri RM, Cepeda GD, Hernandez D, Silva RI, Daponte MC, Capitanio FL (2013) Seasonal succession of zooplankton in coastal waters of the Argentina sea (Southwest Atlantic Ocean): prevalence of classical or microbial food webs. *Marine Biology Research* 9(4) · May 2013.

- Zirino A, Fuhrman R, Oksanen-Gooden D, Lieberman S, Clavell C, Seligman P, Mathews J, Jones W, Kogelshatz J, Barber R (1986) pH, temperature-nutrient relationships in the eastern tropical Pacific Ocean. *Science of The Total Environment*, Vol. 58, 117-137p, December 1986.

## 10. Anexo



Fig.10

**Figura 10:** Calanoide,  
*Paracalanus parvus*.  
Escala: 100 μm.



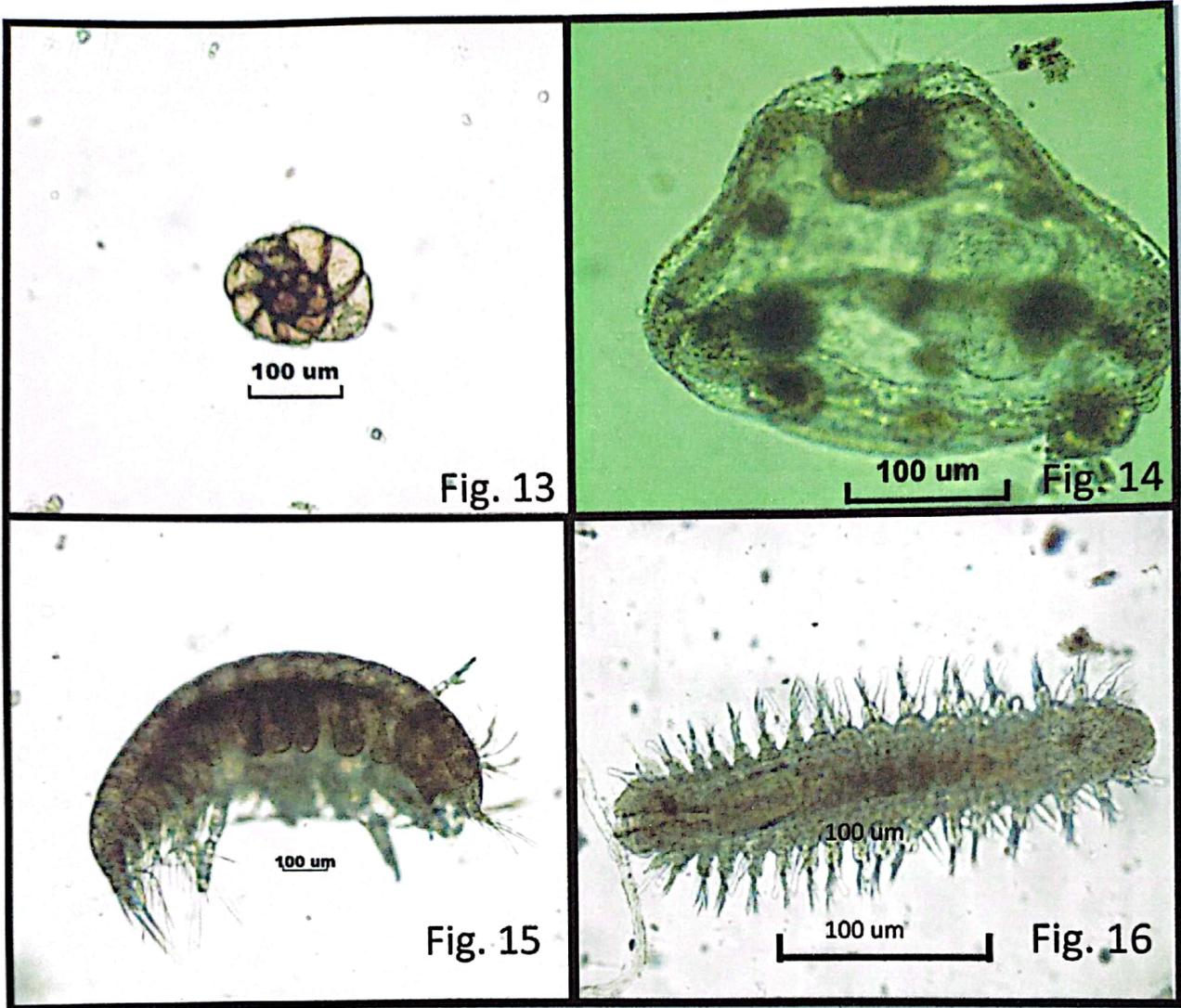
Fig.11

**Figura 11:** Ciclopoide,  
*Oithona nana*. Escala: 100  
μm.



Fig.12

**Figura 12:** Harpacticoide,  
*Euterpina acutifrons*.  
Escala: 100 μm.



**Figura 13:** Foraminífero. Escala: 100 µm.

**Figura 14:** Hidromedusa. Escala: 100 µm.

**Figura 15:** Isópodo. Escala: 100 µm.

**Figura 16:** Poliqueto. Escala: 100 µm.

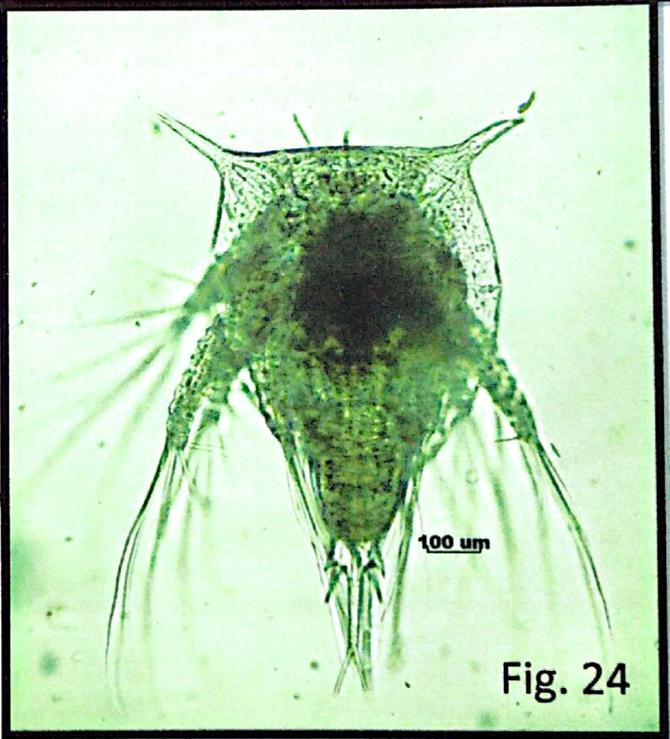
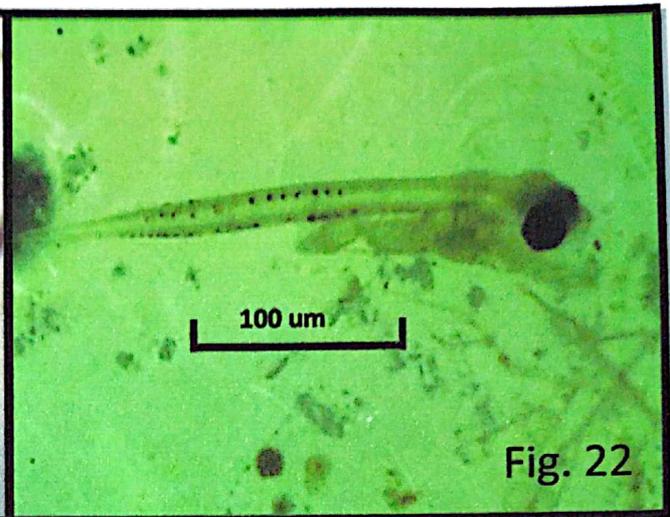
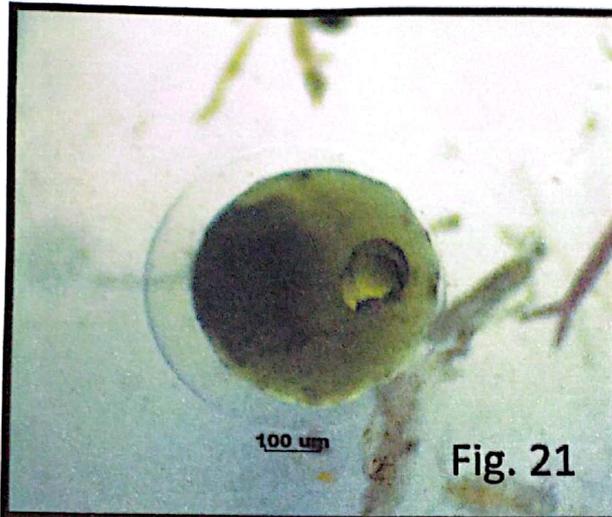


**Figura 17:** Quetognato. Escala: 100 µm.

**Figura 18:** Apendicularia, *Oikopelura dioica*. Escala: 100 µm.

**Figura 19:** Cladóceros. Escala: 100 µm.

**Figura 20:** Anfípodo. Escala: 100 µm.

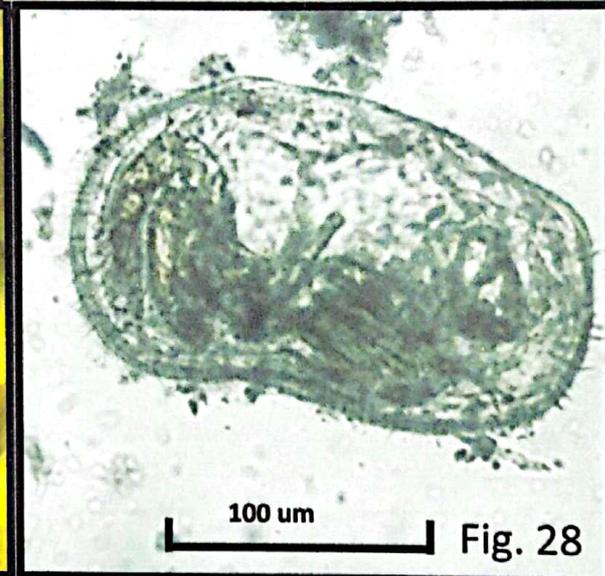
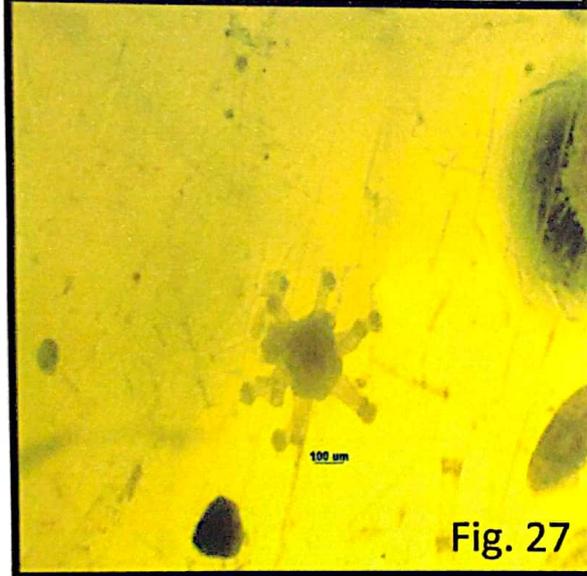
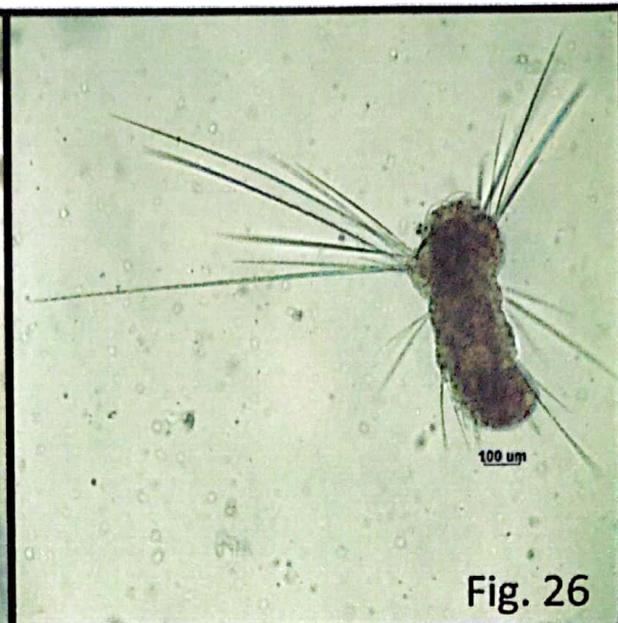
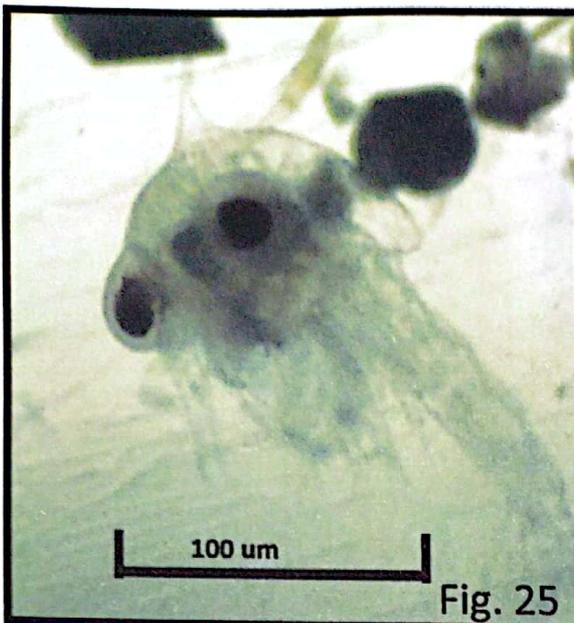


**Figura 21:** Huevo de pez. Escala: 100 µm.

**Figura 22:** Larva de pez. Escala: 100 µm.

**Figura 23:** Larva umbonada. Escala: 100 µm.

**Figura 24:** *Larva nauplius*. Escala: 100 µm.



**Figura 25:** Zoea de decápodo. Escala: 100 μm.

**Figura 26:** Larva poliqueto. Escala: 100 μm.

**Figura 27:** Larva equinodermo. Escala: 100 μm.

**Figura 28:** Larva cypris. Escala: 100 μm-