

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

VICE RECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ECOLOGÍA DE ZONAS COSTERAS  
CON ORIENTACIÓN AL MANEJO DE LOS RECURSOS COSTEROS MARINOS.

***“DINÁMICA DEL ZOOPLANCTON CON RELACIÓN A FACTORES FÍSICO  
QUÍMICOS EN LA PARTE INTERNA DEL GOLFO DE MONTIJO***

ITZI MARLENY VEGA CUMBRERA

9 701 1552

Tesis presentada como uno de los requisitos para optar al grado de Maestro en Ciencias con Especialización en Ecología de Zonas Costeras con orientación al manejo de los recursos costeros marinos.

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2012

## **Agradecimiento**

*Agradezco a Dios, en primer lugar, por todo su amor y bendiciones para conmigo y todos los que me rodean, por brindarme la fortaleza de culminar esta meta en mi vida profesional, a pesar de todos los obstáculos... A mi familia, por todo su apoyo y comprensión.*

*Mi más sincero agradecimiento, a quienes sin duda este proyecto no fuese posible: Gilberto Amores, por su amistad y apoyo en el trabajo de campo, a Lourdes González, a los profesores José Carlos Chang, Carlos Seixas, e Italo Goti, por sus orientaciones e invaluable colaboración, y por supuesto, a mi asesor Profesor Angel J. Vega por brindarme su guía y asesoramiento en este trabajo.*

*A la A.R.A.P, A.N.AM Y Mar Viva quienes suministraron el apoyo financiero y logístico para realizar nuestros proyectos de investigación.*

*Y a todos aquellos, quienes de una u otra forma me apoyaron ....*

***¡Mil gracias!***

## **Dedicatoria**

*El esfuerzo realizado para culminar este trabajo se lo dedico a mi familia, especialmente a mis niños Josesin y Fiorella y a mi abuelo Ricardo Cumbreira, por su amor y sabios consejos, y al que siempre tendré presente en mis pensamientos.*

## Resumen

Se realizó un estudio de la abundancia del zooplancton en la parte interna del Golfo de Montijo, Pacífico Panameño, durante el período de marzo a octubre de 2006. Se establecieron cinco estaciones de muestreo, en cada una de las cuales se midieron las variables físico- químicas y se realizó el arrastre superficial utilizando una red para zooplancton de 0,75 m de diámetro de boca, 2,25m de longitud y 250 $\mu$ m de apertura de malla, con un flujómetro General Oceanics, adaptado a la misma. La comunidad zooplanctónica de en esta área, estuvo representada por 14 taxa de organismos tanto holoplanctónicos como meroplanctónicos. Los taxa más abundantes fueron los copépodos con un promedio de 42211.95 ind/100 m<sup>3</sup>, seguido por las larvas de crustáceos con un promedio de 34590.15 ind/100 m<sup>3</sup> y los quetognatos con promedio de 4738.17 ind/100 m<sup>3</sup>, el promedio de abundancia de las restantes categorías zooplanctónicas fueron menores a los 1000.00 ind/ 100 m<sup>3</sup>. Se determinó un pico de abundancia promedio mensual del zooplancton, máximo en mayo, y mínimo en septiembre; además se observó correlación entre la abundancia total del zooplancton muestreado mensualmente y la temperatura, coeficiente de 0.83, p <0,05. La variación observada en la abundancia del zooplancton podría reflejarse como consecuencias de procesos biológicos de depredación y competencia entre grupos, tanto como por los factores abióticos.

## **Abstrac**

A study of the abundance of the zooplankton was made in the internal part of the Gulf of Montijo, Panamanian Pacific, during the period of March to October of 2006. Five sampling stations settled down, in each one of those which the physical and chemical variables were measured, and it was carried out the superficial haulage using a net for zooplankton of 0,75 m of mouth diameter, 2,25 m of longitude and 250  $\mu$ m of mesh opening, with a General Oceanics flujometer, adapted to the same one. The zooplankton community in this area, was represented by 14 taxa of organisms so much holoplankton like meroplankton. The most abundant taxa was the copepods with an average of 42 211.95 ind/100 m<sup>3</sup>, continued by the crustaceans larvs with an average of 34 590.15 ind/100 m<sup>3</sup> and the chaetognats with average of 4 738.17 ind/100 m<sup>3</sup>, the average of abundance of the remaining zooplankton categories went smaller to the 1 000.00 ind / 100 m<sup>3</sup>. A pick of abundance monthly average of the zooplankton, maximum in May was determined, and minimum in September; correlation was also observed monthly among the total abundance of the zooplankton sampled and the temperature, coefficient of 0.83,  $p < 0,05$ . The variation observed in the abundance of the zooplankton could be reflected as consequences of biological processes of pillaging and competition among groups, as much as for the abiotics factors.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Agradecimiento</b> .....	II
<b>Dedicatoria</b> .....	III
<b>Resumen</b> .....	IV
<b>Abstrac</b> .....	V
ÍNDICE GENERAL .....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
<b>I. INTRODUCCIÓN.</b> .....	1
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
<b>III. OBJETIVOS.</b> .....	9
OBJETIVO GENERAL.....	9
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	9
<b>IV. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	10
<b>1. Área de estudio.</b> .....	10
2. Metodología.....	12
2.1 Parámetros Físico-Químicos.....	13
2.2. Tipo de Red y mecanismo de arrastre utilizados.....	13
2.3. Procesamiento de las muestras.....	14
2.4. Identificación de los especímenes.....	15
2.5. Análisis de los Resultados.....	15
<b>V. RESULTADOS</b> .....	17
<b>1. Parámetros ambientales:</b> .....	17
A. Sitio Trinchera: .....	17
B. Sitio Isla Verde:.....	18
C. Sitio Perdomo: .....	19
D. Sitio Surrones:.....	20
E. Sitio Piñas: .....	21
<b>2. Parámetros Biológicos</b> .....	25
1.1 .Composición: .....	25
1.2. Composición del zooplancton por sitio de muestreo:.....	29
<b>3. Parámetros biológicos vs parámetros físico químicos</b> .....	37
Copéodos .....	38

Larvas de crustáceos.....	38
Quetognatos.....	38
<b>VI. DISCUSIÓN</b> .....	39
<b>1. Parámetros ambientales</b> .....	39
<b>2. Características Biológicas</b> .....	40
2.1. Abundancia del zooplancton por sitios de muestreo .....	45
<b>3. Parámetros biológicos vs variables físico químicas</b> .....	48
<b>VIII. RECOMENDACIONES</b> .....	54
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	55
<b>X. ANEXOS</b> .....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
Fig. 1. Parte Interna del Golfo de Montijo, Pacífico Panameño .....	13
Fig. 2. Variación mensual de la salinidad, temperatura y oxígeno. Sitio Trinchera, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006.....	18
Fig. 3 Variación mensual de la salinidad, temperatura y oxígeno. Sitio Isla Verde, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006. ....	19
Fig. 4 Variación mensual de la salinidad, temperatura y oxígeno. Sitio Perdomo, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006.....	20
Fig. 5 Variación mensual de la salinidad, temperatura y oxígeno. Sitio Surrones, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006.....	21
Fig. 6 Variación mensual de la salinidad, temperatura y oxígeno. Sitio Piñas, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006.....	22
Fig. 7 Variación mensual de la Turbidez en los Sitios de estudio, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006. ....	23
Fig. 8 Promedio mensual de las variables físico químicas en la parte interna del Golfo de Montijo Feb.-Oct. 2006.....	24
Fig. 9. Abundancia promedio (Ind/100m <sup>3</sup> ) de las categorías del zooplancton en la Parte Interna del Golfo de Montijo, Marzo a Octubre de 2006 .....	26
Fig. 10 Abundancia promedio mensual de las categorías zooplanctónicas menores, capturadas en la parte interna del Golfo de Montijo, marzo-octubre, 2006.....	27
Fig. 11. Abundancia promedio mensual del zooplancton capturado, por sitio de estudio en la parte Interna del Golfo de Montijo, marzo- octubre, 2006 .....	28
Fig. 12 Variación promedio mensual del zooplancton en la Parte Interna del Golfo de Montijo, marzo - octubre, 2006.....	29
Fig. 13 Abundancia promedio de zooplancton en Isla Verde, Parte Interna del Golfo De Montijo, Marzo a Octubre 2006 .....	30
Fig. 14 Abundancia promedio de zooplancton en Trinchera, Parte Interna del Golfo De Montijo, Marzo a Octubre 2006 .....	31
Fig. 15 Abundancia promedio de zooplancton en Perdomo, Parte Interna del Golfo De Montijo, Marzo a Octubre 2006 .....	32

Fig. 16 Abundancia promedio de zooplancton en Surrones, Parte Interna del Golfo De Montijo, Marzo a Octubre 2006.....	33
Fig. 17 Abundancia promedio de zooplancton en Piñas, Parte Interna del Golfo De Montijo, Marzo a Octubre 2006.....	34
Fig. 18 Densidad promedio de categorías zooplanctónicas (ind/100m <sup>3</sup> ), según sitio de estudio, en la parte interna del Golfo de Montijo, marzo-octubre, 2006.....	35
Fig. 19. Análisis exploratorio de conglomerados para los grupos de zooplancton, basado en el coeficiente de similitud de Bray Curtis y uniones de promedios por grupo, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006.....	36

## I. INTRODUCCIÓN.

Los estuarios son sistemas de gran relevancia ecológica, y el estudio del zooplancton en estas zonas es un elemento que puede aportar valiosa información sobre la dinámica del ecosistema (Gasca y Castellanos 1993).

En zonas de alta productividad pesquera el plancton en general es muy abundante y es importante conocer la composición y distribución de sus componentes; la importancia del zooplancton en las lagunas costeras radica principalmente en su papel como transformadores de la energía originada por el fitoplancton y que es puesta a disposición de niveles tróficos superiores donde pueden encontrarse organismos de importancia comercial; debido a lo anterior, se puede afirmar que de la abundancia de estos organismos en una zona determinada, dependen en gran medida la cantidad de recursos que puedan capturarse; asimismo, las especies presentes en el zooplancton pueden utilizarse como indicadoras de las características de las masas de agua de las cuales proceden (Suárez-Morales & Gasca-Serrano, 1992; Giraldo y Gutiérrez, 2007).

Cabe señalar que el zooplancton marino incluye varios grupos de animales; algunas especies forman parte del mismo durante toda su vida y se denominan holoplancton, en tanto que otras, forman parte del plancton solo en algunas etapas de su desarrollo y se conocen como meroplancton (Barnes, 1989). Al mismo tiempo, el zooplancton está constituido por muchos tipos de organismos, gran parte de éste, posee un ciclo de vida corto, dando una respuesta rápida a los

cambios ocurridos en el ambiente, como por ejemplo, cambios climáticos(temperatura, viento),concentraciones de nutrientes, pH, entre otros factores. Así mismo, la composición de especies del zooplancton y la abundancia de éstas, pueden ser alteradas en función de variaciones en el medio, pudiendo ser de gran utilidad como indicador biológico para la estimación de la calidad de agua, mostrando por ejemplo, variaciones en la comunidad con relación al grado de eutrofización del medio (Merihno, 2010).Con relación a lo anterior, Gagneten y Ceresoli (2004), señalan que los organismos del zooplancton son buenos indicadores de la calidad del agua, constituyendo en tal sentido, una herramienta eficaz para estudios de contaminación, en conjunto con otros parámetros ambientales.

Por otro lado, algunas especies de zooplancton presentan características fisiológicas adaptadas, para permitir cambios según lo manifieste el ambiente. Pudiéndose presentar migraciones verticales de varios cientos de metros y horizontales de cientos de kilómetros. Para otras, las condiciones de funcionamiento son estrictas, es decir, no soportan cambios, por lo que su distribución está restringida a una zona limitada( Santander, *et al.* 1981).

Según Quezada,y Morales (2006), la importancia del estudio de la variabilidad espacial y temporal de las comunidades de zooplancton se basa en que la generación de dicha información es útil para la comprensión del funcionamiento de los ecosistemas costeros; con base en lo anterior, podemos señalar que el estudio de la comunidad zooplanctónica y su relación con los parámetros ambientales,

propios de una zona estuarina, en la parte interna del Golfo de Montijo, podrán aportar información relevante para futuras comparaciones, evaluaciones y manejo adecuado de ésta área costera de gran importancia ecológica y comercial.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Los estudios de la comunidad zooplanctónica realizados en las últimas décadas, han aportado valiosa información sobre la dinámica de éstos organismos en los ecosistemas costero y estuarinos de la región, donde se revelan aspectos relacionados a su composición taxonómica, abundancia y variación estacional, tal es el caso de los realizados por: Gasca-S, *et al.*(1992), quienes estudiaron la composición, abundancia y distribución general de sifonóforos en el Domo de Costa Rica, en el Pacífico tropical, identificando un total de 29 especies: *Eudoxoides mitra*, *Muggiaea atlantica* y *Abylopsis eschscholtzi* fueron las más abundantes y donde las densidades totales más altas estaban relacionadas con la zona principal de afloramiento.

Morales-Ramírez *et al.*(1996), estudiaron la distribución, abundancia y composición del zooplancton en ecosistemas costeros del arrecife coralino del Parque Nacional de Cahuita, Limón, Costa Rica donde los copépodos fueron el grupo dominante a lo largo del año (32-95%), seguidos por foraminíferos (1-34%), huevos y larvas de peces (<1-28%), larvas de crustáceos (2-13.8%) y quetognatos (1-6.5%).

La comunidad zooplanctónica de Isla Caño, Costa Rica presentó un pico de abundancia durante la estación seca y una disminución hacia la estación de lluvias. Los Copépodos fueron el grupo dominante (el 41-63%). Otros grupos presentaron valores debajo de 10% en abundancia (las larvas de pez, ostrácodos y mysidos fueron los más importantes). El número de taxa resultó más alto durante la estación seca (Guzmán-Espinal, *et al*, 1998).

La estructura de la comunidad de zooplancton, incluyendo copépodos, eufáusidos, quetognatos y larvas de decápodos, fue monitoreada por seis ciclos circadianos en Bahía Magdalena, en la costa suroeste de Baja California, México, allí, la estructura de la comunidad de zooplancton mostró cambios fuertes con una relación cercana a las condiciones ambientales, (Gómez-Gutiérrez *al*. 2000). El zooplancton en un sistema tropical de la laguna de Chelen de la costa del norte de la Península Yucatán fue examinado en marea alta, y marea baja, La distribución de las dos especies de copépodos estudiadas está relacionada con condiciones salinas y flujo de la marea, la comunidad del zooplancton demuestra cambios fuertes debido a los procesos de mezcla hidrológica(Escamilla *et al*. 2001).

En el Golfo de Guayaquil, se estudió la comunidad zooplanctónica , donde los Copépodos, ostrácodos y larvas de decápodos fueron los taxa más abundantes, seguidos por larvas de peces, quetognatos, medusas, y mysidaceos. Los taxa de menor abundancia fueron huevos de peces, poliquetos, anfípodos, pterópodos, lamelibranquios, larvas cirrípedas, y gasterópodos (Bonilla Coello y Camposano, 2002).

Se estudió la composición de la comunidad mezoplanctónica en Punta Morales, Golfo de Nicoya, Pacífico de Costa Rica, en 1997. La comunidad estuvo

caracterizada por la presencia de organismos holo y meroplanctónicos. Los principales grupos holoplanctónicos fueron copépodos (80%) y quetognatos (16%). El meroplancton estuvo representado principalmente por larvas de crustáceos (66%), e ictioplancton (18%). La dominancia de larvas de crustáceos e ictioplancton evidencian la importancia ecológica de la zona (Brugnoli-Olivera *et al.* 2004).

Ulloa, *et al.* (2004) en la Bahía Concepción, Chile, estudiaron la composición específica de quetognatos, identificando a la especie *S. enflata* como la más abundante; algunas especies mesopelágicas fueron identificadas, como *S. decipiens*, *E. hamata*, *S.*, *S. lyra* y *S. planctonis*; estas especies fueron más abundantes en noviembre, cuando el afloramiento fue más intenso.

Otro estudio sobre la composición y abundancia del zooplancton se llevó a cabo en los sistemas estuarinos de Chantuto y Panzacola, Chiapas, en 1997. Se identificaron 20 especies zooplanctónicas, un género del *Phylum* Chaetognatha, 11 formas larvarias y varios huevos de peces de especies no identificadas (Álvarez Silva, *et al.* 2006).

En el sistema lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule de 2002 a 2003, se evaluaron los cambios en la estructura de la comunidad zooplanctónica en función de la variabilidad ambiental y de una posible influencia antropogénica. Se registraron 45 taxa a lo largo del año. Cuatro grupos aportaron el 91% de la abundancia total. Los copépodos representaron el 50%, seguidos por los decápodos (28%), los quetognatos (7%) y los cladóceros (6%). Los mayores

cambios en la estructura de la comunidad guardaron una estrecha relación con la variabilidad ambiental, pero se mantuvo siempre la dominancia de los copépodos y de los decápodos(De Silva-Dávila, *et al.*2006).

Con el objetivo de evaluar la distribución espacio-temporal de la meiofauna béntica en la zona sublitoral del norte de la Habana, desde 2003 hasta febrero del 2004, se registraron un total de 13 taxones en todas las áreas estudiadas, siendo los nemátodos de vida libre y los copépodos, los organismos dominantes, se detectaron dos picos de abundancia para los nemátodos y los copépodos durante el período de estudio. (Pérez, *et al.* 2006).

El zooplancton no gelatinoso fue estudiado en el Golfo Dulce, costa Pacífica de Costa Rica, durante el período 1997-1998. El grupo más abundante durante el estudio fueron los copépodos (71.47 %), seguidos por las apendicularias (8.25 %), ostrácodos (7.99 %), huevos de invertebrados (5.43 %), larvas de poliquetos (1.8 %) y quetognatos (1.03 %). En general, resultó claro que existe una variación significativa, tanto en la abundancia como en la composición de la comunidad de zooplancton, al comparar la capa superficial con las capas media y profunda, así como al comparar las partes interna y externa de la cuenca, asociado esto con los fuertes gradientes verticales, espaciales y temporales en las variables físicas que se dan en el Golfo(Quesada-Alpizar y Morales-Ramírez, 2006)

El papel del macrozooplancton en la bahía de Mochima fue determinado cuantitativamente mediante su biomasa y su relación con algunos parámetros ambientales. Los máximos valores de la biomasa de fito y macrozooplancton coincidieron con períodos de mayor intensidad de la surgencia costera e

intensidad del viento; se demuestra la existencia de una alta variabilidad anual en el crecimiento del fito y del macrozooplancton(Márquez ,*et al.* 2007).

Giraldo y Gutiérrez (2007), caracterizaron la comunidad zooplanctónica costera y oceánica del Pacífico Colombiano, identificando 26 grupos taxonómicos, donde los más abundantes fueron los copépodos y los quetognatos.

Recientemente, se estudió la comunidad zooplanctónica del sistema lagunar Chacahua-La pastoría, Oaxaca, México, antes de la apertura de la barra arenosa de Chacahua por la secretaría de marina. Se identificaron 26 grupos de zooplancton; en general en la laguna la pastoría la riqueza de grupos fue mayor. La composición de la comunidad zooplanctónica está condicionada por la salinidad y la tasa de intercambio de agua entre la laguna y el mar (Castellanos-Osorio, *et al.* 2011).

Algunos de los estudios de zooplancton realizados en Panamá, han tenido lugar en diferentes regiones, tal es el caso de la variación del zooplancton de la Bahía de Panamá realizado por Chang y Solís(1982), en la que reportan una variación irregular, en la misma área, D'Cross, *et. al.* (1991) estudiaron la variación del plancton por efectos del afloramiento, de quienes señalaron índices de abundancia en época seca y sucesión especies relacionada con los cambios hidrológicos del área. Por otro lado Grimaldo (1995), en el Estero de Chame, reporta máximos de abundancia en la biomasa del zooplancton durante los periodos secos y lluvioso y como grupo dominante a los copépodos, especialmente calanoides. Grimaldo *et al.* (2001) en González, (2009), Compara las comunidades de zooplancton de la playa Agallito y El Salao, en el Golfo de Parita; recientemente, en la península de

Azuero, se realizó el estudio de la estructura comunitaria del zooplancton de las colecciones de cruceros efectuados en los años 1989-1990, (González, 2009).

En El Golfo De Montijo, se han realizado dos estudios preliminares sobre la dinámica del Plancton en general, uno por Caballero, (1998), utilizando el método de sedimentación, quien también señala como grupo dominante a los copépodos y el otro por Flavio y Boniche (1999), utilizando el método de filtración con red igualmente señalan a los copépodos como grupo dominante.

En el presente estudio, se analizará la dinámica poblacional del zooplancton de la parte interna del Golfo de Montijo y su relación con los parámetros físico químicos, el cual, por su valor como indicador de alimento disponible, permitirá aportar información relevante como término de referencia para el ordenamiento de esta importante zona de pesca del pacífico panameño, así como para la comprensión del funcionamiento de este ecosistema costero de gran fragilidad ecológica.

### III. OBJETIVOS.

#### OBJETIVO GENERAL

Determinar la abundancia, composición, distribución espacial horizontal y temporal del zooplancton y su relación con parámetros físicos químicos en la parte interna del Golfo de Montijo.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la abundancia del zooplancton en la parte interna del Golfo de Montijo.

Determinar la composición taxonómica del zooplancton en la parte interna del Golfo de Montijo.

Analizar la relación de las variables físico-químicas y la abundancia del zooplancton en la parte interna del Golfo de Montijo.

Analizar la posible variabilidad en la distribución espacial y estacional en la composición del zooplancton en la parte interna del Golfo de Montijo.

#### IV. MATERIAL Y MÉTODOS

##### 1. Área de estudio.

El Golfo de Montijo, es una de las principales zonas de pesca del pacífico panameño, parte de él está incluido en el Sitio Ramsar, y parte dentro del área de amortiguamiento del Parque Nacional Coiba(Vega, 2004). Se localiza en la costa Pacífica, al sur de la provincia de Veraguas, República de Panamá, desde los 7° 35' 45" a los 7° 50' 45" N y desde los 80° 58' 45" a los 81° 13' 30" W(Diccionario Geográfico de Panamá).

Según Cámara *et al* 1984, el Golfo de Montijo se configura con una disposición meridiana de 30 km desde la parte interna con los manglares de La Trinidad al Norte hasta la Isla de Cébaco que lo cierra al Sur. Su anchura varía entre 10 y 20 km e incluye a Isla Verde e Isla Leones al Norte, excepto al Suroeste en Hicaco entre el Tigre y Punta Brava y al sureste en Llano Mariato. Al Este, el Golfo de Montijo presenta los relieves de la cordillera de Azuero que constituye la península del mismo nombre, sistema de relieve individualizado de la Cordillera Central de Panamá, con la disposición de Noroeste a Sureste, que alcanza su máxima altura en Cerro Hoya 1559 m.

El mismo autor señala que, actualmente el manglar progresa sobre los sistemas de barras de arenas y limos de acumulación aportados por los sistemas fluviales que desaguan al Golfo; De éstos los más importantes son el río Caté al Sureste, río San Pablo al Noreste, río San Pedro al Norte, río Ponuga al Noreste, río Suay al Oeste y río Mariato al Suroeste.

El Golfo de Montijo se caracteriza por presentar a lo largo del año un fuerte contraste climático que queda expresado en una estación muy lluviosa que ocupa el llamado “invierno panameño” y una muy seca conocida como el “verano panameño”. La existencia de dos temporadas climáticas bien marcadas (lluviosa y seca) produce variaciones en los volúmenes de agua dulce, lo cual repercute sobre variables como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes y sedimentos en suspensión. Los movimientos de las aguas en el Golfo están condicionados al movimiento de las mareas y a los patrones de descargas de los ríos, lo cual está relacionado con el régimen de lluvias imperante. La localización de los ríos, que bordean el Golfo, condiciona una distribución heterogénea de las variables físico-químicas, que establecen gradientes desde los ríos hacia la zona marina.(Cámara *et al* 1984)

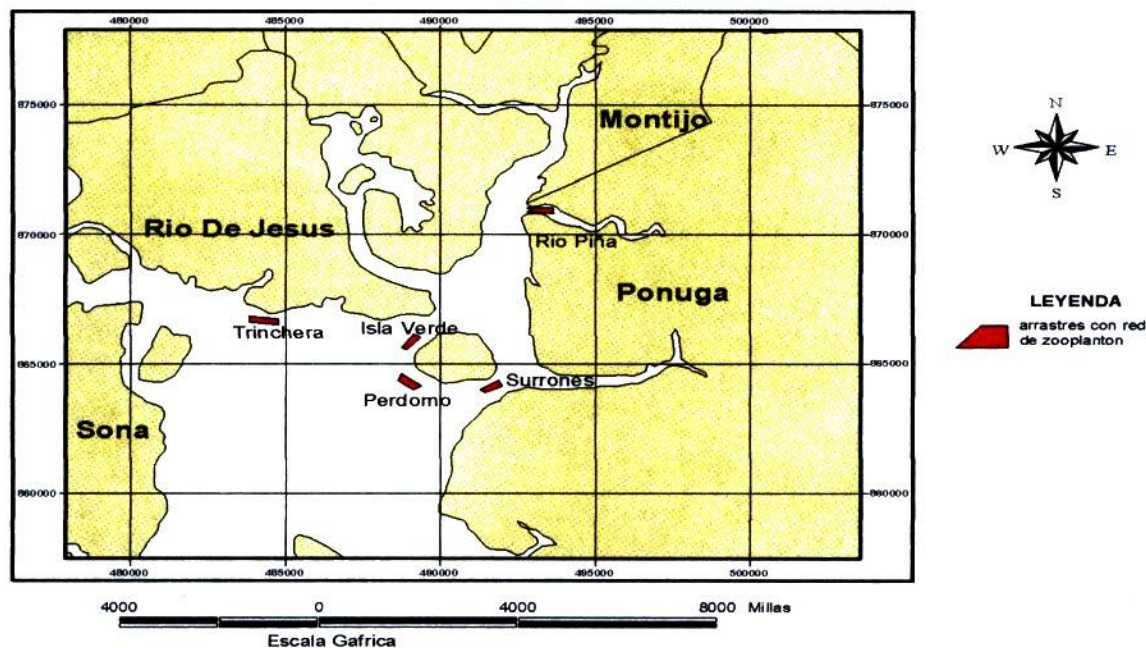
Estudios realizados por Vega *et al* (2004), indican que la temperatura varió entre 25,8 a 30,6 °C con un promedio de 28,39 °C, con un valor mínimo en julio, octubre y marzo. Dicho autor menciona que la salinidad es uno de las variables con mayores oscilaciones diarias y estacionales, y que está muy influenciada por el ciclo de mareas y por las condiciones climáticas. En promedio los valores de oxígeno se mantienen en 5,16 mg/l con un mínimo de 4,6 mg/l en septiembre y un máximo de 5,87 mg/l en enero. Las concentraciones de oxígeno disuelto a lo largo del año se presentan más elevadas durante la temporada seca, con relación a la lluviosa.

La profundidad de lectura del disco Secchi, refleja un aumento de la turbidez hacia la temporada lluviosa (julio-diciembre) con valores de 0,10 m de profundidad en noviembre. Entrada la temporada seca (enero) la profundidad de lectura del disco

aumenta considerablemente, alcanzando valores máximos de 3,60m de profundidad en mayo.

## 2. Metodología

De marzo hasta octubre del 2006, se realizaron diversos muestreos de zooplancton, en la parte interna del Golfo de Montijo, alrededor de Isla Verde 7° 48' 47" N y 81° 04' 45" W. Se seleccionaron cinco sitios de colecta: Sitio A. Trinchera. Sitio B: Isla Verde, Sitio: Perdomo, Sitio D: Surrones, y E. Isla Piña, como se muestra en la Fig.1. Los sitios B, C y D, se encuentran alrededor de la Isla, que pesar de estar localizada un poco alejada de la zona litoral, recibe también influencia de agua dulce, y su vegetación circundante está constituida exclusivamente de *Rhizophora mangle*, mangle rojo; mientras que en los sitios A y E, más alejados de la Isla, en una zona litoral cerca de la desembocadura de los Ríos San Pablo y Piñas, respectivamente, caracterizada por sedimento bastante fangoso, donde la vegetación circundante incluye mangles como el *Rhizophora mangle*, *Pelliciera rhizophorae* y *Avicenia nitida*(Chang, 2009). Los muestreos se realizaron en luna llena, en periodos de marea creciente, se realizaron las colectas de zooplancton en horarios diurnos una vez por mes.



**Fig. 1. Parte Interna del Golfo de Montijo, Pacífico Panameño, se indican las estaciones de muestreo**

## 2.1 Parámetros Físico-Químicos.

Previo a las colectas del Zooplancton, en cada sitio de muestreo, se midieron los parámetros de salinidad, temperatura, turbidez y oxígeno disuelto, se utilizó un Salinómetro digital YSI 30 para medir la salinidad y la temperatura y para el Oxígeno disuelto, un Oxímetro YSI55, mientras que la turbidez, fue evaluada con un disco Secchi.

## 2.2. Tipo de Red y mecanismo de arrastre utilizados.

Para la colecta de las muestras se utilizó una red de arrastre para zooplancton de 0,75 m de diámetro de boca, 2,25m de longitud y 250 $\mu$ m de apertura de malla, con

un flujómetro General Oceanics, adaptado a la misma para estimar los volúmenes de agua filtrada.

En cada sitio de muestreo los arrastres se llevaron a cabo desde una lancha con motor fuera de borda, mientras se mantenía una velocidad mínima y constante, durante 5 minutos. Los transeptos se efectuaron de forma superficial aproximadamente a 1m de profundidad, paralelos a la corriente en los cuatro primeros sitios, mientras que en el sitio E, fueron desde la desembocadura del río Piña hacia la parte central del canal del estuario.

### 2.3. Procesamiento de las muestras.

EL zooplancton capturado se fijó con formalina al 5%; luego fue trasladado al laboratorio para su identificación.

Las muestras de zooplancton obtenidas de cada arrastre fueron homogenizadas y estandarizadas a una submuestra de 100ml, las cuales fueron aforadas a 200ml, la submuestra se dividió nuevamente en dos partes iguales, una de las cuales se aforó nuevamente a 200ml y de la cual se obtuvieron dos alícuotas de 1ml cada una. El número de individuos por muestra se obtuvo al multiplicar el promedio de las alícuotas por el factor de dilución de la muestra, y este último se obtuvo de la división del volumen de dilución inicial conocido por el volumen de la alícuota (Guiraldo y Gutierrez 2007; González 2009).

En el laboratorio, se procedió al conteo e identificación de las muestras de zooplancton en una cámara tipo Bogorov, y se utilizó un microscopio estereoscopio con iluminación diascópica (Bernal y Zea, 1993; Quezada y Morales, 2006).

## **2.4. Identificación de los especímenes.**

La identificación de los diferentes taxa se llevó a cabo con el apoyo de literatura especializada: Smith (1977) y Pennak, (1978).

Cabe señalar que el componente del ictioplancton fue separado para un estudio independiente.

## **2.5. Análisis de los Resultados.**

La abundancia numérica fue estandarizada para  $100\text{m}^3$ , mediante la siguiente fórmula:  $N/100\text{ m}^3 = (N/VF) * 100$ .

Donde,  $N/100\text{ m}^3$ : Número de organismos en  $100\text{m}^3$ ;

N: Número de organismos de la muestra analizada.

VF: Volumen de agua filtrada para la muestra en estudio.

A su vez, el volumen de agua filtrada (VF) se obtuvo a partir de la siguiente

fórmula:  $VF = (A * B * R)/999999$

Donde, VF: Volumen de agua filtrada en  $\text{m}^3$

A: área de la boca de la red expresada en  $\text{m}^2$

B: Factor de calibración del flujómetro

R: Número de revoluciones del flujómetro durante el arrastre.

La abundancia promedio se expresó como la sumatoria total de  $N/100\text{ m}^3$  dividida entre el número de muestras (Alvarez- Silva, *et al* 2006; Escamilla *et al* 2001; Amores, 2008).

Los datos fueron analizados a través de estadística descriptiva; y estadística inferencial no paramétrica, debido a la no normalidad y homocedasticidad de la varianza según las pruebas de A'gostino y Bartlett; Se utilizó pruebas de Kruskal

Wallis para diferencias de abundancias entre estaciones, meses y grupos taxonómicos; así como correlaciones de Spearman entre los datos de abundancia y parámetros físico químicos, (González, 2009).; de igual forma se estableció un análisis exploratorio de conglomerados (coeficiente de similitud Bray Curtis y promedios por grupo) para la abundancia de los taxones del zooplancton por estación de muestreo(Quezada y Morales, 2006).

## V. RESULTADOS

### 1. Parámetros ambientales:

En la parte interna del Golfo de Montijo, las variables físico –químicas, presentaron variaciones, en los diferentes sitios muestreados, como se describen a continuación:

#### A. Sitio Trinchera:

El parámetro temperatura, presentó valores, mínimo en el mes de julio (28° C) y máximo (30,9 °C) en el mes de mayo, con un promedio de 29,04 °C. Por otro lado, la salinidad presentó un promedio de 18,86 ups, con el valor máximo en el mes de marzo (25,5 ups), disminuye, en los meses siguiente, hasta julio, de donde aumenta nuevamente en el mes de agosto, y disminuye nuevamente hasta su valor mínimo en septiembre (9,3 ups). En cuanto al Oxígeno, su promedio fue de 3,82 mg/l, con valor mínimo en junio (3,27 mg/l), y máximo en el mes de mayo (4,89 mg/l)(Fig.°2).

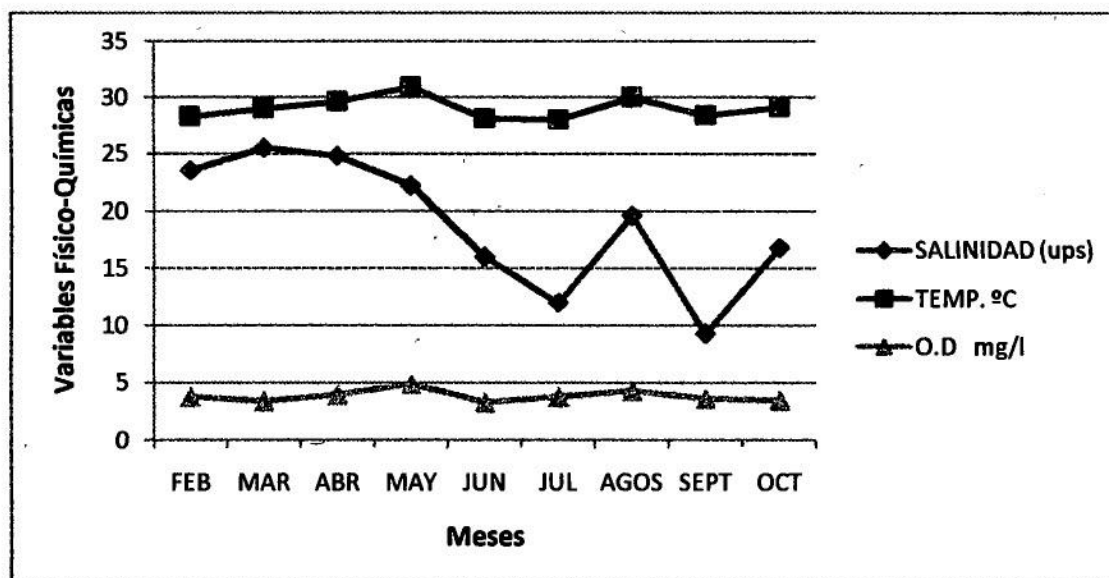


Fig. 2. Variación mensual de la salinidad, temperatura y oxígeno. Sitio Trinchera, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006.

#### B. Sitio Isla Verde:

La temperatura promedio en este sitio de estudio fue de 28,3 °C, con valor mínimo en el mes de febrero (28,3° C) y máximo (31,5 °C), en el mes de mayo. Mientras que la salinidad presentó un promedio de 20,89 ups, un aumento paulatino hasta un máximo en el mes de abril (27,2 ups), disminuye rápidamente, hasta un valor mínimo en junio (12,5 ups), de donde aumenta hasta agosto para disminuir nuevamente en septiembre. Por otro lado, el promedio del oxígeno fue de 4,59 mg/l, con valor mínimo en marzo (3,79 mg/l), y máximo en el mes de mayo (5,75 mg/l). (Fig.3).

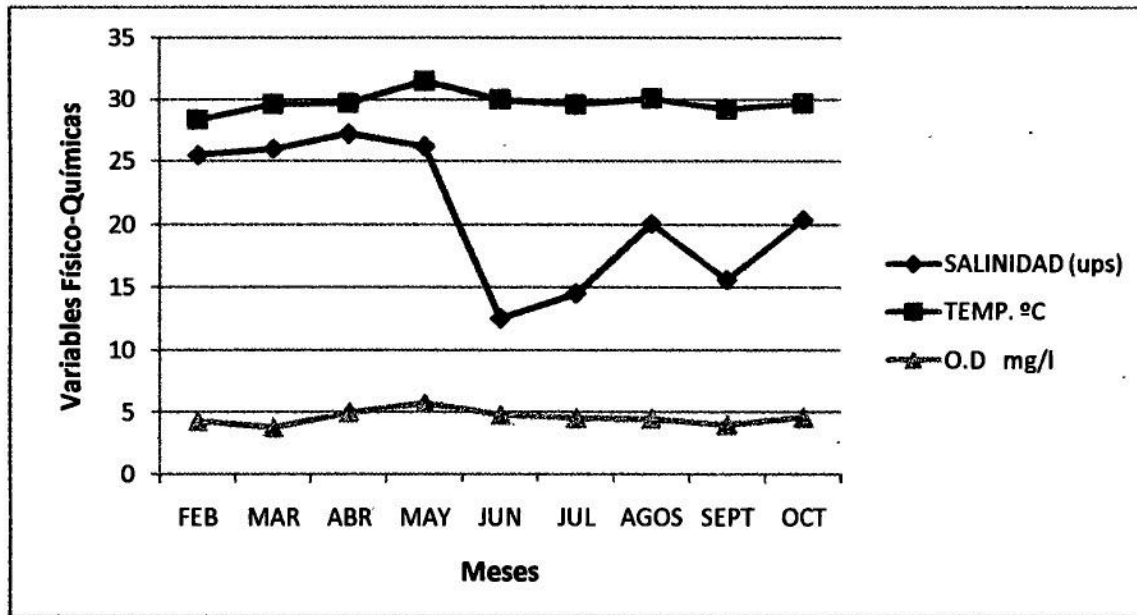


Fig. 3 Variación mensual de la salinidad, temperatura y oxígeno. Sitio Isla Verde, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006.

#### C. Sitio Perdomo:

En este sitio, la temperatura presentó un promedio de 29,81°C, con un valor mínimo en el mes de febrero (28,5 °C) y máximo (31,5 °C) en el mes de mayo. En el caso del parámetro salinidad el promedio fue de 22,03 ups, el valor máximo se presentó en el mes de marzo (27,9 ups) y disminuye hasta un valor mínimo en julio (15,4 ups) para aumentar nuevamente en agosto (20,5 ups) y disminuir nuevamente en septiembre(16.6).El promedio del oxígeno fue de 4,7 mg/l), con un valor mínimo en el mes de octubre (4,22 mg/l) y máximo en el mes de mayo (5,84 mg/l). (Fig.4).

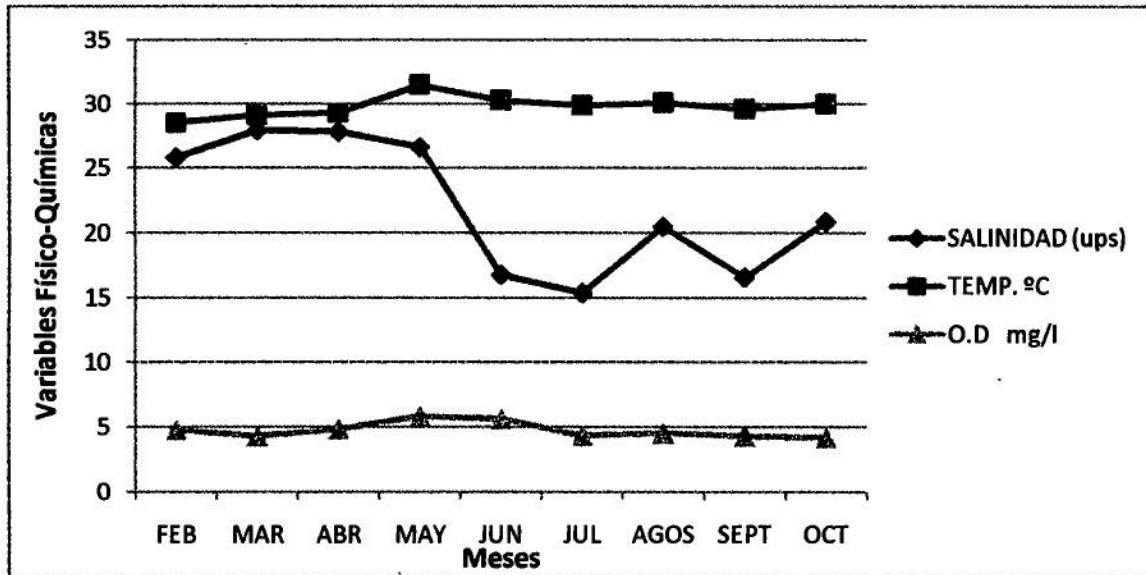


Fig.4 Variación mensual de la salinidad, temperatura y oxígeno. Sitio Perdomo, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006.

#### D. Sitio Surrones:

El parámetro temperatura presentó un promedio de 30,03 °C, con valor mínimo en el mes de febrero (28,8 °C) y máximo (32,4 °C) en mayo. Mientras que en la salinidad, el promedio de fue de 21,24 ups, presentó el valor máximo en el mes de marzo (29,3 ups), disminuye hasta un valor mínimo en julio (14,4 ups); aumento en agosto (19,3 ups) y disminuye nuevamente en septiembre (14,7). En cuanto al oxígeno, el promedio fue de 4,63 con un valor mínimo en el mes de julio (4,02) y máximo en el mes de mayo (6,03 mg/l)(Fig.5).

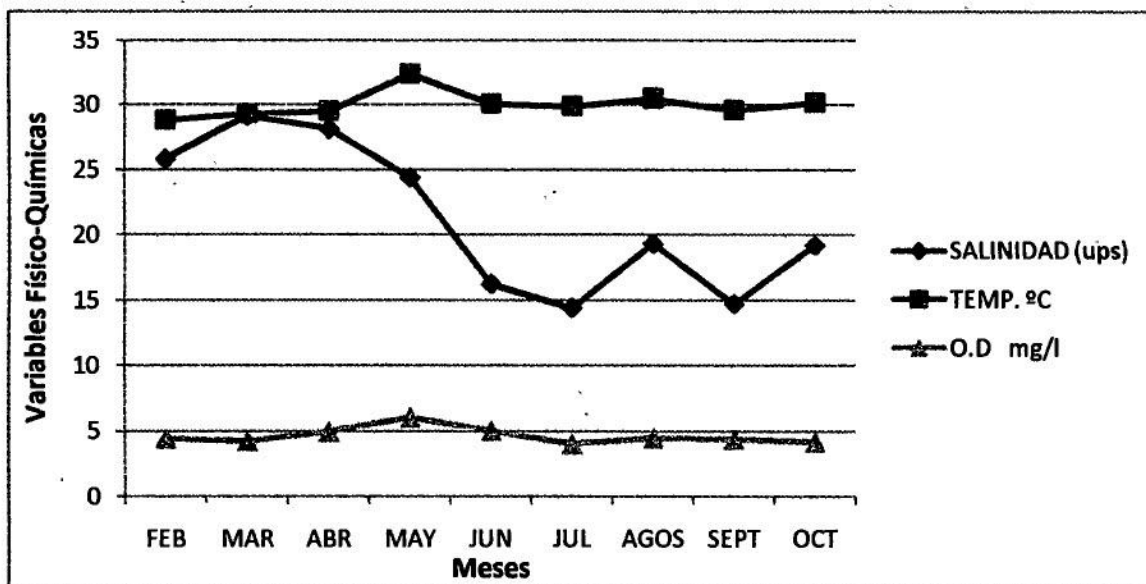
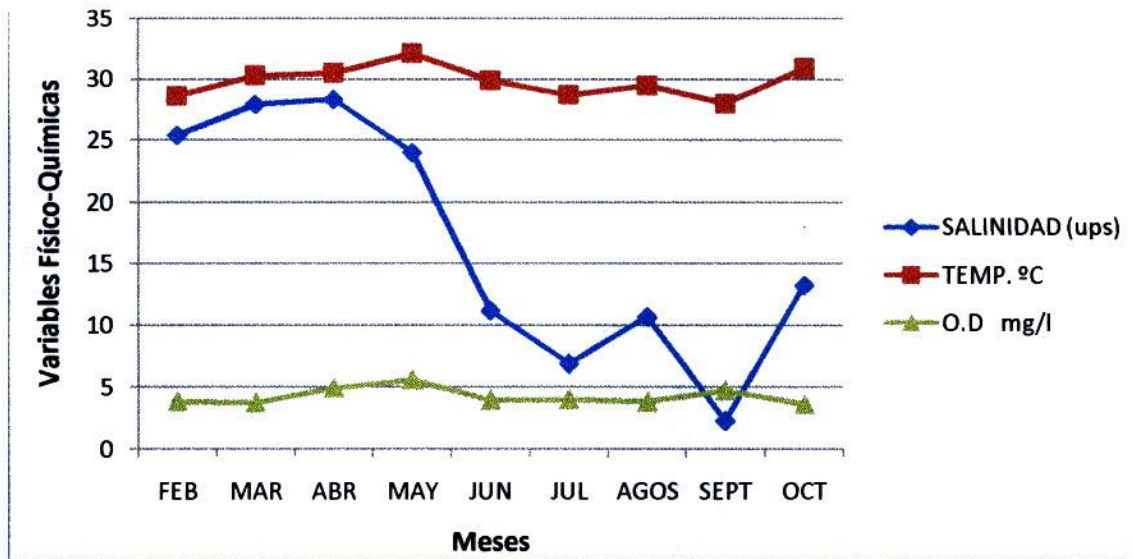


Fig. 5 Variación mensual de la salinidad, temperatura y oxígeno. Sitio Surrone, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006.

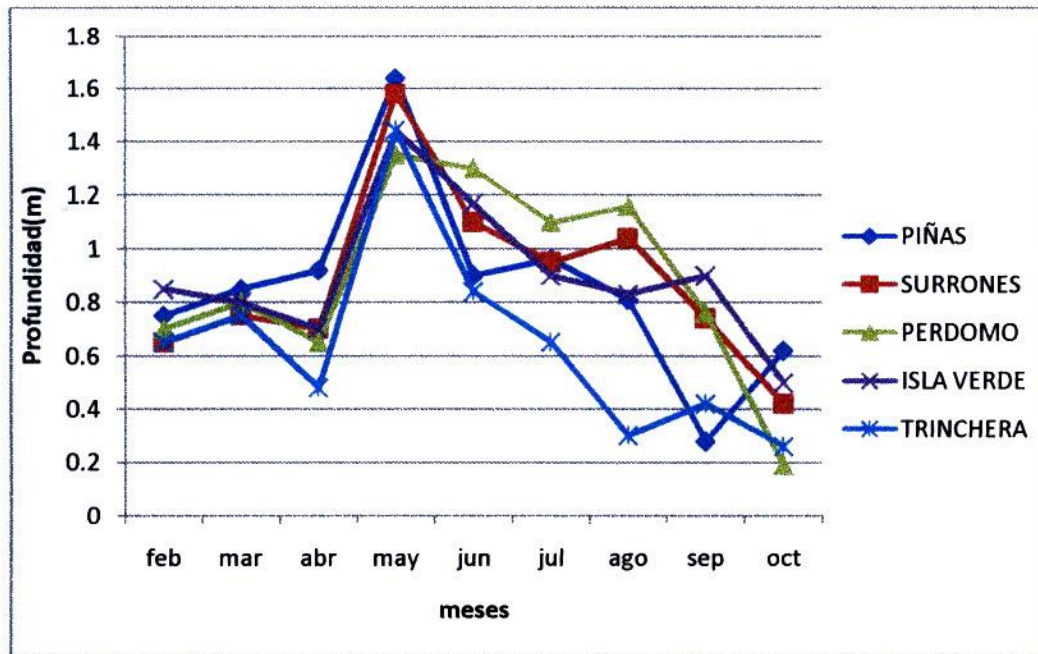
#### E. Sitio Piñas:

En este sitio, la temperatura promedio fue de 29,83 °C, con valor mínimo en el mes de septiembre (28°C) y máximo (32,1 °C) en mayo. Por otro lado, el promedio de salinidad fue de 16,67 ups, alcanzó un máximo en el mes de abril (28,3 ups), disminuye a un mínimo en septiembre (2,3 ups); aunque se dio un aumento leve en agosto (10,7ups) y luego en octubre (13,3 ups). Y en cuanto al promedio del oxígeno fue de 4,28mg/l, presentó un valor mínimo en el mes de octubre (3,67mg/l) y máximo en el mes de mayo (5,62 mg/l)(Fig.6).



**Fig.6 Variación mensual de la salinidad, temperatura y oxígeno. Sitio Piñas, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006.**

La turbidez en los diferentes sitios de estudio, mostró ámbitos máximos en el mes de mayo alrededor de 1,50 m según la lectura del disco de Secchi, al igual que a principios de junio (Fig.7). Esto se explica porque comienza el período lluvias, lo que ocasiona que el área sufra cambios en su estructura ya que en este momento los ríos comienzan a desplazar gran cantidad de desechos y residuos orgánicos provocado por los cambios bruscos en los afluentes de agua aledaños al Golfo.



**Fig. 7 Variación mensual de la Turbidez en los Sitios de estudio, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006.**

Al observar las gráficas anteriores podemos describir que el parámetro de salinidad durante el periodo de estudio, muestra valores altos en el mes de febrero, marzo y abril, períodos comprendidos para la época seca; luego dicho parámetro disminuyo paulatinamente a partir de los meses de junio hasta octubre esto influenciado por el período de lluvias imperantes en el sistema.

En cuanto a los sitios de muestreo, Isla Verde, Perdomo y Surriones mantenían promedios entre los 19 a 22 ups, debido a que dichos sitios se encuentran hacia la parte central del Golfo en donde la cantidad de agua dulce que emana de las desembocadura de los ríos no llegan con gran intensidad; no así para los sitios Trinchera y Piñas en donde vario de 13 a 19 ups, esto influenciado por la

presencia de varios afluentes que durante el período lluvioso provocan cambios bruscos en los aspectos hidrológicos del área lo que puede ocasionar la emigración de los organismos del área cercana al manglar por efecto de una baja salinidad hacia la parte más central del golfo.

La temperatura mostró un ascenso en los meses de abril a mayo con ámbitos entre los 30 y 32 °C y descendieron relativamente para los meses de junio a agosto con valores que oscilaban entre los 28 y 29°C. El oxígeno disuelto para todos los sitios se mantuvo de forma casi constante, con niveles de oxígeno entre los 3 y 5 mg/l, con un máximo de 5.6 mg/l en el mes de mayo.

Se puede observar que las variables físico químicas, temperatura, turbidez y oxígeno disuelto presentan sus máximos durante el mes de mayo (Fig 8).

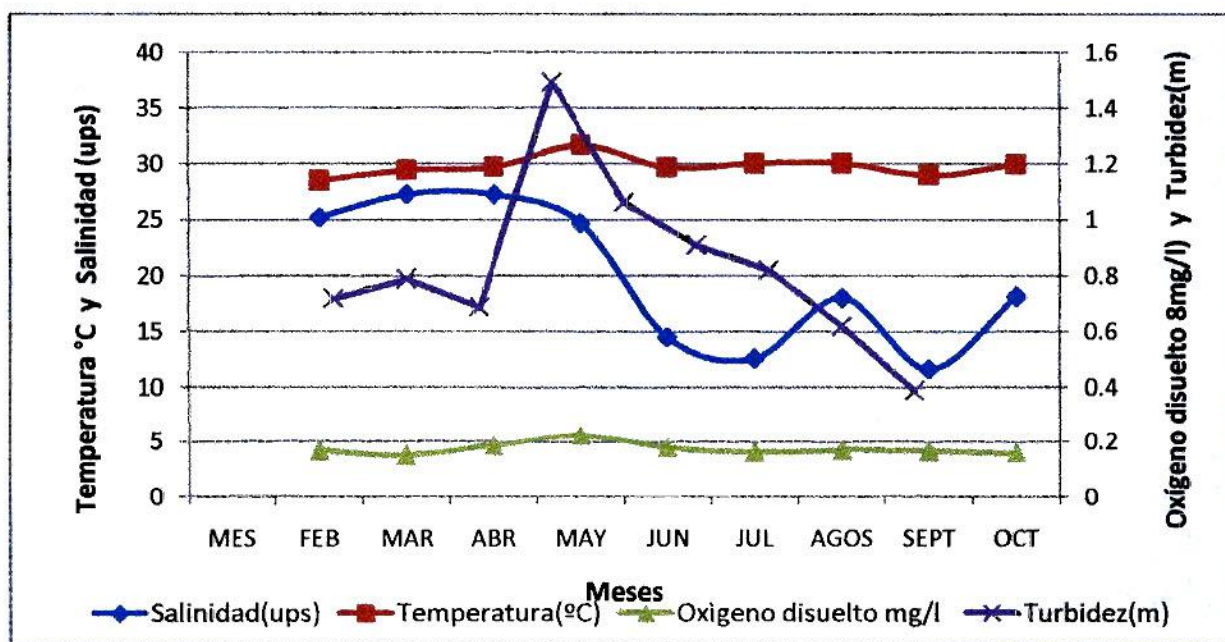


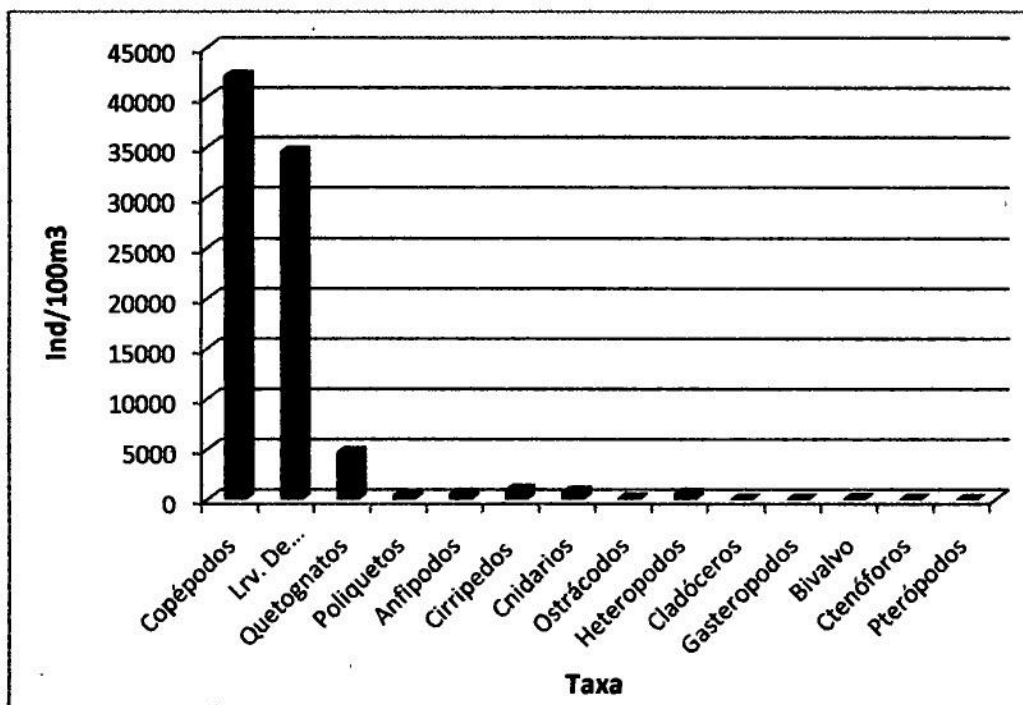
Fig. 8 Promedio mensual de las variables físico químicas en la parte interna del Golfo de Montijo Feb.-Oct. 2006

## 2. Parámetros Biológicos

### 1.1 .Composición:

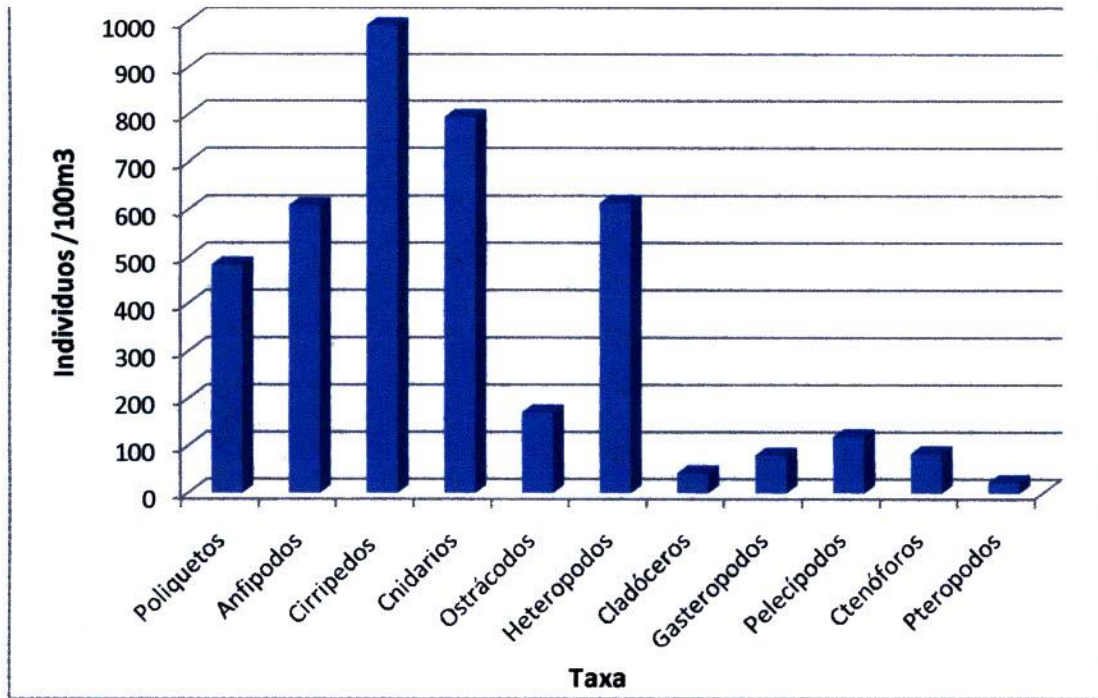
En el presente estudio, se lograron determinar 14 grupos o taxa de zooplancton pertenecientes tanto al holoplancton como al meroplancton: copépodos, larvas de crustáceos, quetognatos, poliquetos, cirrípedos, cnidarios, anfípodos, cladóceros, bivalvos, ostrácodos, gasterópodos, heterópodos, ctenóforos y pterópodos.

Los taxa más abundantes dentro del holoplancton fueron los copépodos con un promedio de 42211,95 ind/100 m<sup>3</sup>, seguido por los quetognatos con promedio de 4 738,17 ind/100 m<sup>3</sup>, mientras que para el meroplancton lo fueron las larvas de crustáceos con un promedio de 34 590,15 ind/100 m<sup>3</sup>. El promedio de abundancia de las restantes categorías zooplanctónicas fueron menores a los 1000,00 ind/100 m<sup>3</sup>. (Fig.9); lo que corresponde a un 49.34% a los copépodos, 40.34% a las larvas de crustáceos 5.54 % a los quetognatos y 1.16% a los cirrípedos, el resto de los taxa del zooplancton corresponden a menos del 1%.



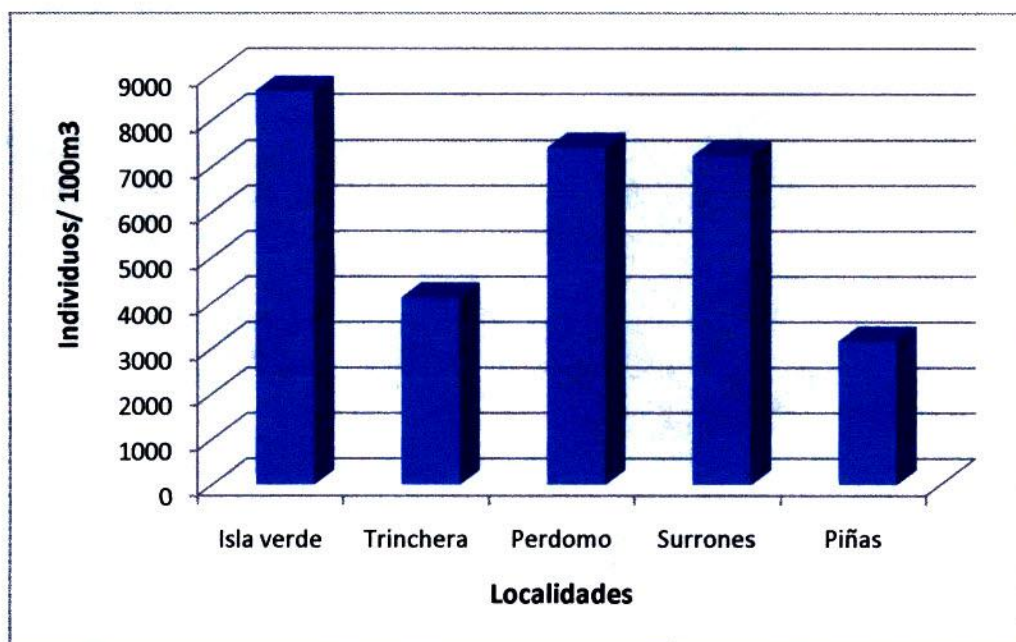
**Fig. 9. Abundancia promedio(Ind/100m<sup>3</sup>) de las categorías del zooplancton en la Parte Interna del Golfo de Montijo, Marzo a Octubre de 2006**

En cuanto a las categorías zooplanctónicas menores a los 1000,00 ind/ 100 m; sin embargo, por la importancia de las mismas, como parte del zooplancton, la Fig.10 nos muestra a una menor escala, las variaciones en su abundancia promedio mensual durante el estudio, en la que se refleja que dentro de los grupos menores, los cirripedos y cnidarios están entre los más abundantes (1 000,00 ind/ 100 m<sup>3</sup>) aproximadamente, mientras que pterópodos y cladóceros, constituyen los menos abundantes, menos de 100,00 ind/ 100 m<sup>3</sup>.



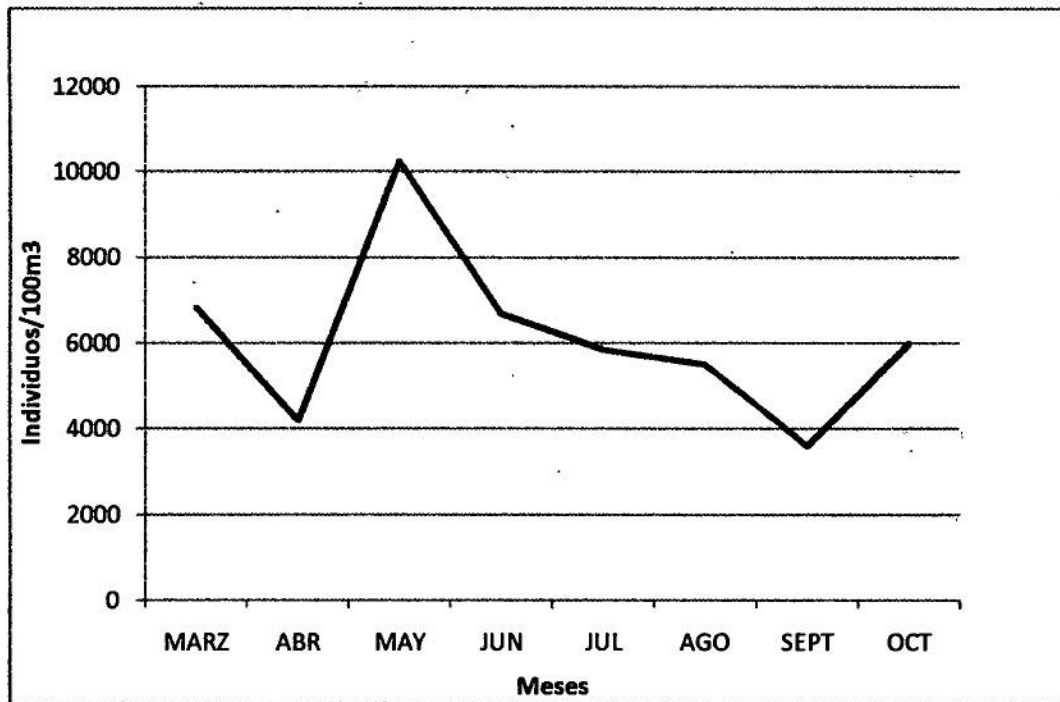
**Fig. 10 Abundancia promedio mensual de las categorías zooplanctónicas menores, capturadas en la parte interna del Golfo de Montijo, marzo-octubre, 2006**

La abundancia promedio mensual del zooplancton capturado durante el periodo de estudio, nos muestra que la máxima densidad, se encuentra en el sitio Isla Verde (7 486,33 ind/100 m<sup>3</sup>), seguido por Surrone (6 231,59ind/100 m<sup>3</sup>), Perdomo 5 585,96 ind/100 m<sup>3</sup>) mientras que fue menor en Trinchera ( 5 055,50ind/100 m<sup>3</sup>) y finalmente el sitio Piñas, presentó la mínima densidad( 2 712,39 ind/100 m<sup>3</sup>) (Fig.11).



**Fig. 11. Abundancia promedio mensual del zooplancton capturado, por sitio de estudio en la parte Interna del Golfo de Montijo, marzo- octubre, 2006**

Con relación a la variación temporal (Fig.12), durante este estudio, en la comunidad zooplanctónica del Golfo de Montijo, se observa un pico de abundancia promedio mensual máximo en mayo, con una disminución paulatina durante los siguientes meses, hasta aumentar levemente en agosto, de donde cae a un mínimo en septiembre, y vuelve a aumentar, para un segundo pico, en el mes de octubre; la prueba de Kruskal Wallis nos confirma que existen diferencias significativas entre los meses, con relación a la abundancia del zooplancton, en la parte interna del Golfo, durante el período de estudio (H:11,294,  $p < 0.0001$ ).

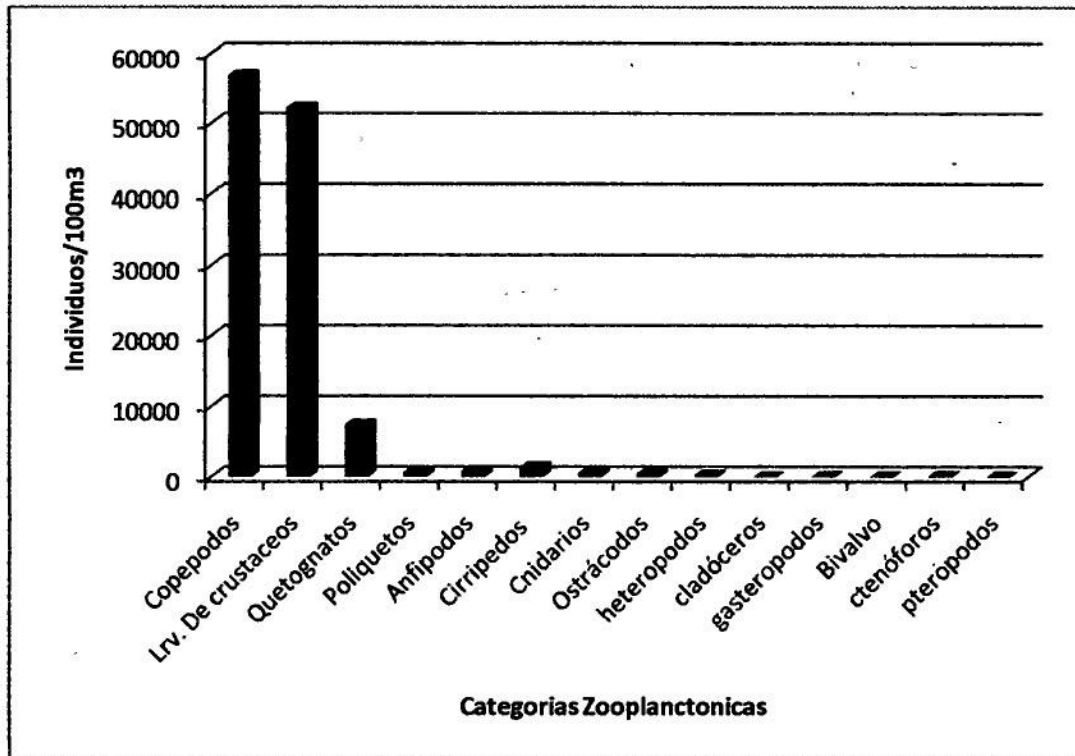


**Fig. 12 Variación promedio mensual del zooplancton en la Parte Interna del Golfo de Montijo, marzo - octubre, 2006**

## 1.2. Composición del zooplancton por sitio de muestreo:

### 1.2.1. Isla Verde:

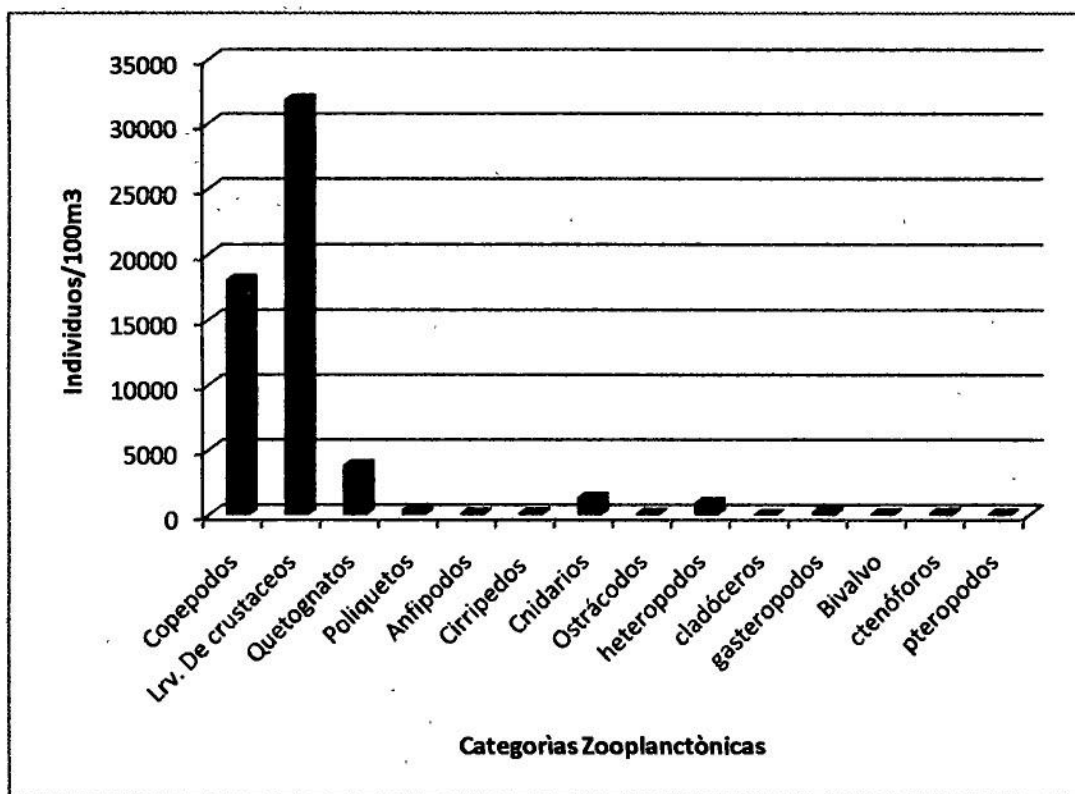
Los taxas más abundantes en este sitio, lo constituyeron los copépodos con una densidad promedio de 56 932,25 ind./100 m<sup>3</sup>, seguido por las larvas de crustáceos con un promedio de 52 335,22 ind./100 m<sup>3</sup> y los quetognatos con 7 424,72 ind./100 m<sup>3</sup>, los restantes grupos del zooplancton presentaron promedios de abundancia menores a 1 400,00 ind./100 m<sup>3</sup> (Fig. 13).



**Fig.13 Abundancia promedio de zooplancton en Isla Verde, Parte Interna del Golfo De Montijo, Marzo a Octubre 2006**

### 1.2.2. Trinchera:

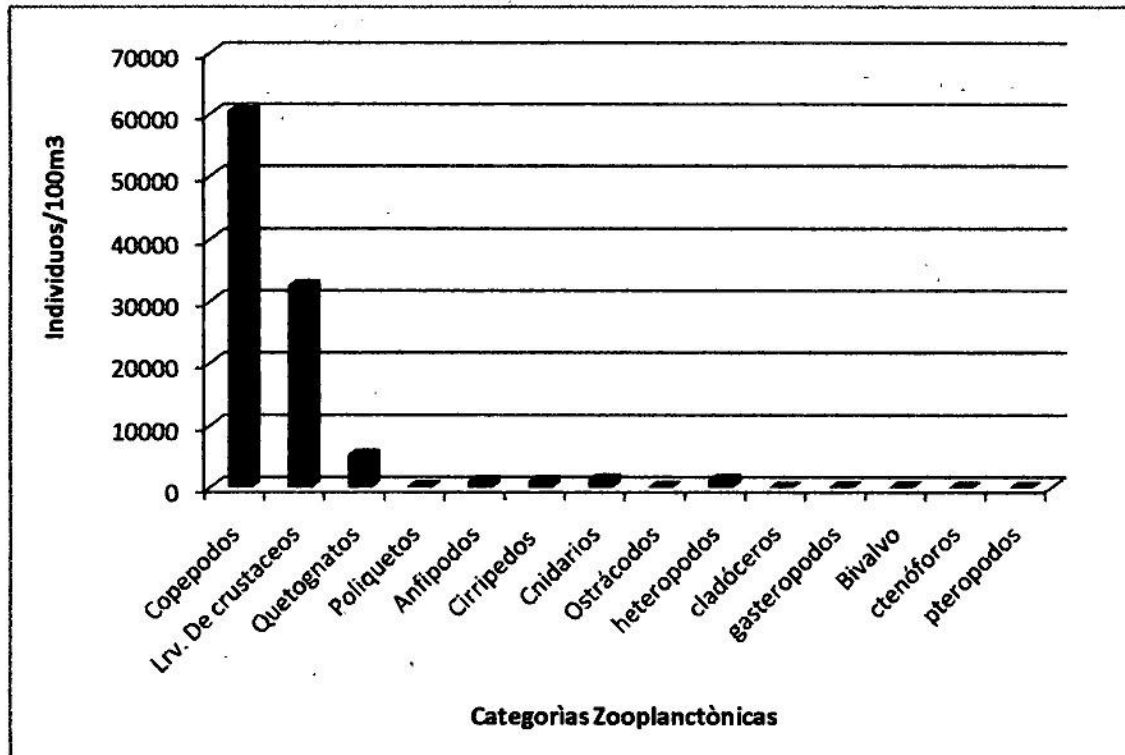
Durante el periodo de estudio, en este sitio los taxas más abundantes fueron, las larvas de crustáceos con una densidad promedio de 31 893,70 ind. /100 m<sup>3</sup>, seguido por los copépodos con un promedio de 18 083,43 ind. /100 m<sup>3</sup> y los quetognatos con 3 842,43 ind./100 m<sup>3</sup>, los restantes grupos del zooplancton presentaron promedios de abundancia menores a 1 400,00 ind./100 m<sup>3</sup>. (Fig.14).



**Fig. 14 Abundancia promedio de zooplancton en Trincheras, Parte Interna del Golfo De Montijo, Marzo a Octubre 2006**

### 1.2.3. Perdomo

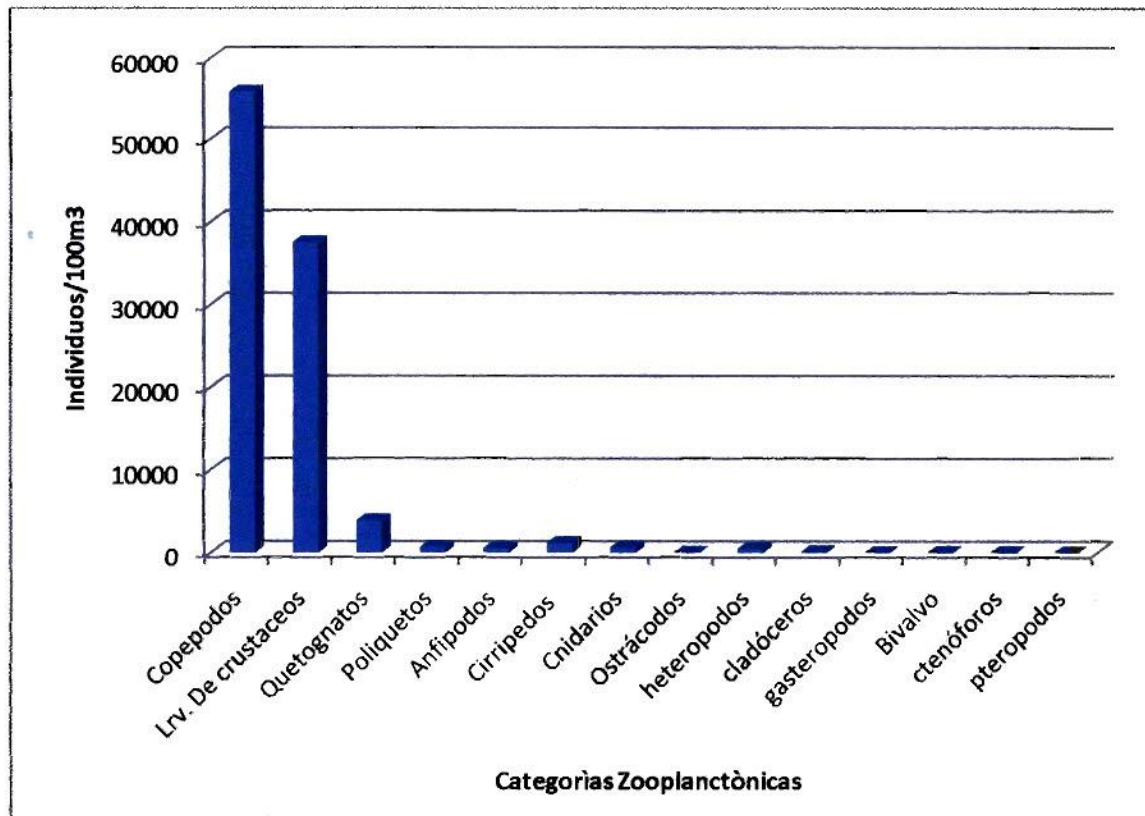
En este sitio de estudio, nuevamente los copépodos representan el grupo con mayor abundancia, con una densidad promedio de 60 537,77 ind./100 m<sup>3</sup>, seguido por las larvas de crustáceos con un promedio de 32 532,59 ind./100 m<sup>3</sup>, mientras que los quetognatos presentaron una densidad promedio de 5 271,78 ind./100 m<sup>3</sup>; los otros grupos de zooplancton presentaron densidades promedios menores a 1400,00 ind./100 m<sup>3</sup> (Fig.15)



**Fig. 15 Abundancia promedio de zooplancton en Perdome, Parte Interna del Golfo De Montijo, Marzo a Octubre 2006**

#### **1.2.4. Surrone:**

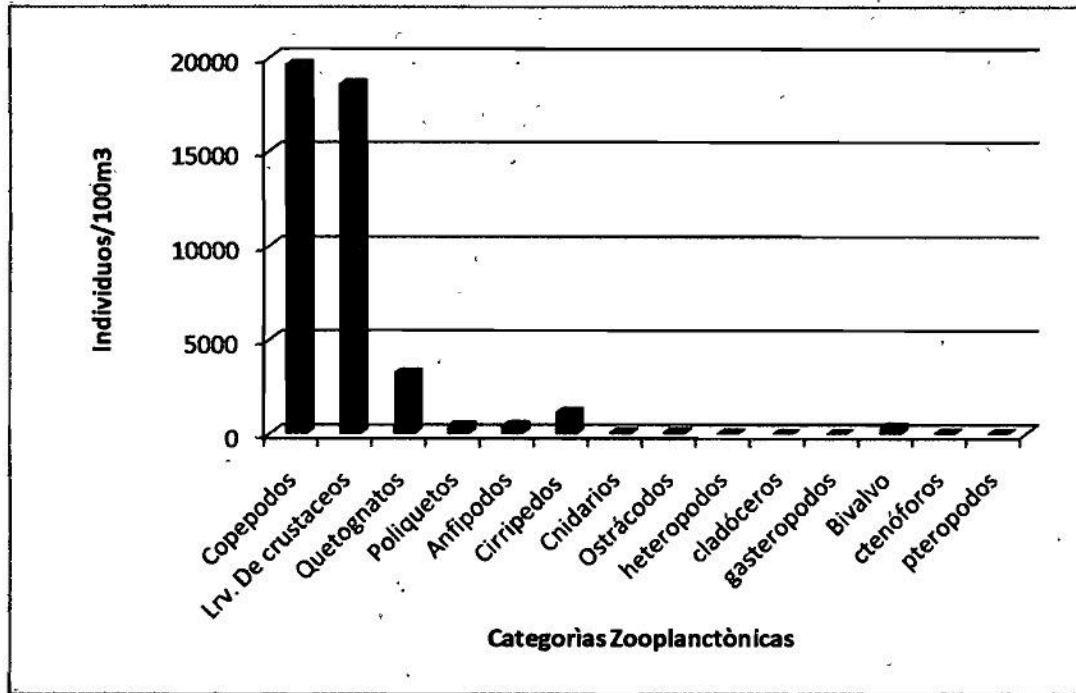
La densidad promedio de los grupos zooplanctónicos estuvieron representados mayormente por los copépodos, con una densidad promedio de 55 860,31 ind./100 m<sup>3</sup>, en segundo lugar tenemos las larvas de crustáceos con un promedio de 37 574,47 ind./100m<sup>3</sup>, y los quetognatos presentaron una densidad promedio de 3 932,13 ind./100m<sup>3</sup>; los otros grupos de zooplancton presentaron densidades promedios menores a 1200,00 ind./100 m<sup>3</sup> (Fig.16).



**Fig. 16 Abundancia promedio de zooplancton en Surrone, Parte Interna del Golfo De Montijo, Marzo a Octubre 2006**

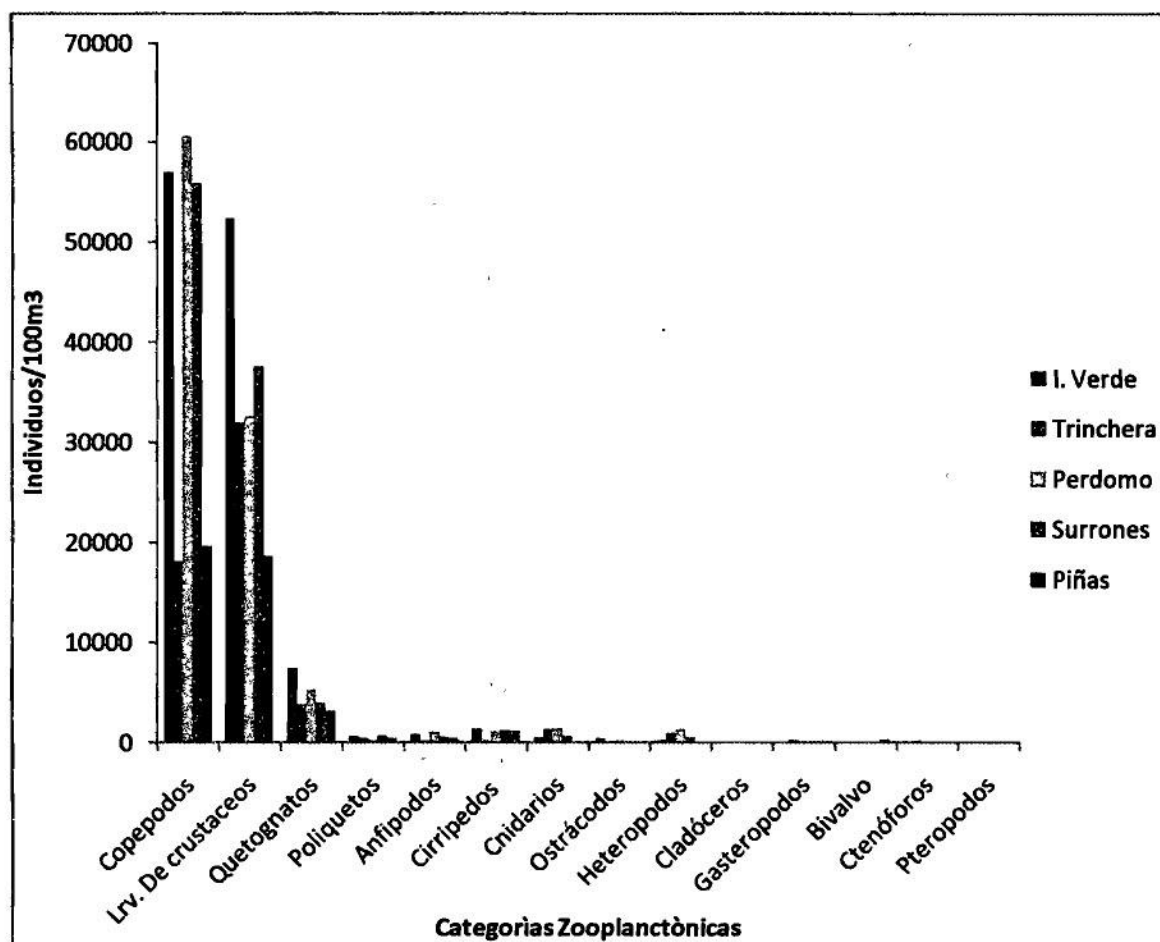
### 1.2.5. Piñas

En este sitio de muestreo, al igual que en los anteriores se observó una tendencia similar, en donde las mayores densidades promedio se presentaron en el grupo de los copépodos con 19 645,98 ind./100 m<sup>3</sup>, mientras que para las larvas de crustáceos fue de 18 614,77 ind./100m<sup>3</sup> y para los quetognatos fue de 3 219,79 ind./100 m<sup>3</sup>, las restantes taxas fueron menores a 11 ind./100 m<sup>3</sup> (Fig.17).



**Fig.17 Abundancia promedio de zooplancton en Piñas, Parte Interna del Golfo De Montijo, Marzo a Octubre 2006**

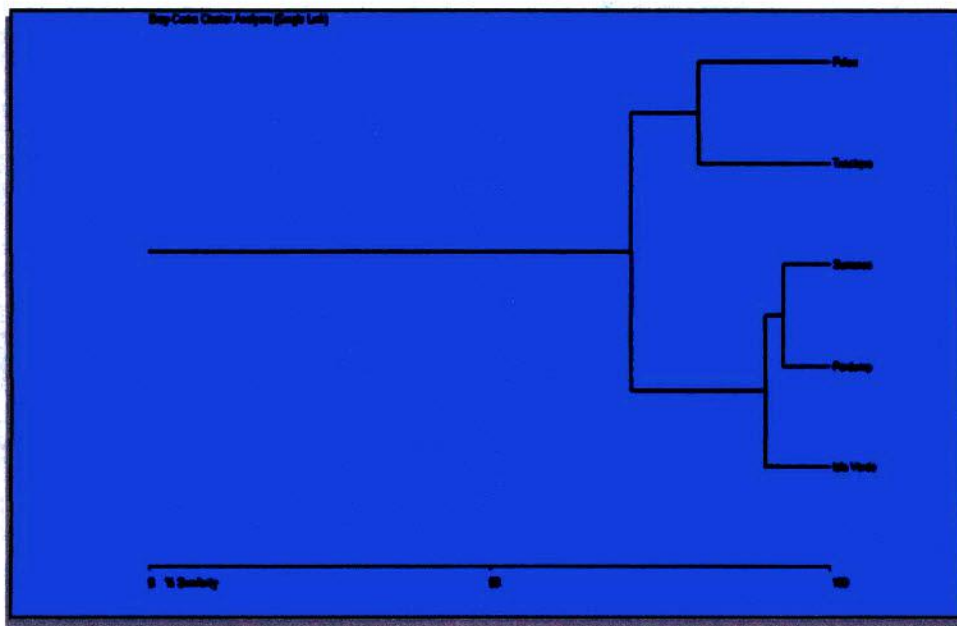
Se puede señalar, que los taxas dominantes en todos los sitios de muestreo fueron los copépodos, larvas de crustáceos y quetognatos, de 10000,00 a 60000,00 ind/100m<sup>3</sup> mientras que el resto de las categorías permanecieron en densidades muy bajas, menores a 1500,00 ind/100m<sup>3</sup>, y en ese orden de dominancia para todos los sitios salvo en Trinchera donde predominaron en las larvas de crustáceos sobre los demás grupos(Fig.18).



**Fig.18** Densidad promedio de categorías zooplanctónicas (ind/100m<sup>3</sup>), según sitio de estudio, en la parte interna del Golfo de Montijo, marzo-octubre, 2006

La prueba de Kruskal Wallis nos demuestra que existen diferencias altamente significativas entre la abundancia de los grupos dominantes de copépodos, larvas de crustáceos y quetognatos entre los diferentes sitios muestreados, ( $H= 6.8182$   $p= 0,009$ ), y donde la prueba de Dunn nos señala que las diferencias significativas se encuentran entre las localidades de Isla Verde y Trinchera ( $z= 2.61$   $p<0,05$ ).

Un análisis exploratorio de conglomerados, basado en el coeficiente de Bray Curtys, y uniones de promedios por grupo, nos muestra que existe mayor cercanía entre los datos de las estaciones de Trinchera y Piñas 84.4 % de similaridad, en relación a la abundancia de todos sus grupos zooplanctónicos, separándose de las restantes estaciones de muestreo, quienes comparten un 70,57% de similaridad, no obstante se observa claramente más de un 90% de similaridad en cuanto a los datos de abundancia de todos los grupos taxonómicos entre las estaciones de Perdomo y Surrone, quedando la estación de Isla Verde separada de las mismas (Fig. 19).



**Fig. 19. Análisis exploratorio de conglomerados para los grupos de zooplancton, basado en el coeficiente de similitud de Bray Curtis y uniones de promedios por grupo, Parte Interna del Golfo de Montijo. Marzo-octubre, 2006**

En relación a los grupos dominantes en el zooplancton en este estudio, a través de la prueba de Kruskal Wallis se determinó, que entre los sitios muestreados no existe diferencias significativas en la abundancia mensual de los copépodos ( $H=8,56$   $p=0,28$ ), ni de los quetognatos; sin embargo en cuanto a las larvas de crustáceos, esta prueba nos señala que existen diferencias significativas ( $H=18,27$   $p=0,0108$ ) en su abundancia mensual entre los sitios, y la prueba de Dunn nos indica que las diferencias se dieron entre los meses de marzo, abril y mayo ( $p<0,05$ ).

### **3. Parámetros biológicos vs parámetros físico químicos**

En este estudio, se pudo observar una correlación entre la variación mensual de la abundancia total del zooplancton muestreado y factores físico químicos, como la temperatura, a través de un coeficiente de correlación de Spearman de 0.88,  $p<0,05$ ; de igual forma se determina una correlación media a baja entre esta abundancia del zooplancton y la turbidez y el oxígeno disuelto, con coeficientes de 0.79 y 0.61 respectivamente; Mientras que con relación salinidad mensual no se demostró estadísticamente correlación ( $r: 0.35$ ,  $p >0,05$ ).

Al considerar la dominancia de los copépodos, quetognatos y larvas de crustáceos, dentro de la comunidad zooplanctónica, se estimó las correlaciones entre la abundancia promedio mensual entre los sitios muestreados con relación a los parámetros físico químico.

### **Copépodos**

La prueba de Spearman indica que existen correlación entre la abundancia de los copépodos y la variación mensual de la temperatura en el sitio Isla Verde ( $r: 0,8$   $p=0,011$ ), no así para las otras localidades; Por otro lado no hay evidencia estadística de correlación entre la abundancia de los copépodos y la salinidad en ningún sitio estudiado,  $p >0,05$ . Mientras que con relación a la abundancia promedio mensual de los copépodos, la prueba de Spearman no encontró correlación con el oxígeno disuelto  $p>0,05$ .

### **Larvas de crustáceos**

La abundancia mensual de las larvas de crustáceos muestra correlación con la temperatura, en el sitio Perdomo, Spearman ( $r :0,8$   $p=0,014$ ). Mientras que no hay evidencia estadística de correlación entre la abundancia de larvas de crustáceos y la salinidad en ningún sitio estudiado,  $p >0,05$ ; sin embargo, señala una correlación entre la abundancia promedio mensual de las larvas de crustáceos y el oxígeno, en el sitio Piñas ( $r: 0,73$   $p=0,03$ ).

### **Quetognatos**

La abundancia mensual de los quetognatos mostró correlación con la temperatura en el sitio Isla Verde, Spearman( $r: 0,8$   $p=0,012$ ) No se observó correlación entre la abundancia de los quetognatos y la salinidad en ningún sitio estudiado,  $p >0,05$  de igual forma para el sitio Piñas, señala correlación significativa entre el oxígeno y la abundancia promedio mensual de los quetognatos ( $r: 0,74$   $p=0,03$ ).

## VI. DISCUSIÓN

### 1. Parámetros ambientales

En general, los valores máximos y mínimos de salinidad y temperatura a lo largo de la temporada estuvieron asociados con la estación seca y lluviosa, respectivamente; coinciden con lo reportado por Flavio y Boniche, 1999, para esta zona; también en otras localidades Sánchez-Rueda y Castro-Aguirre (1986) y Bedia-Sánchez (1990), señalan valores termo-halinos elevados en verano y menores durante el invierno.

Según; Phillip (1981b), García & Castañeda y Batres (1994), las variaciones climáticas modifican la hidrología del ambiente principalmente la salinidad, lo cual produce cambios temporales en la estructura de la comunidad y señalan un continuo cambio físico-químico ocasionado por el acoplamiento entre la boca del estuario y el mar, que a su vez permite el flujo de organismos entre ambos sistemas vía corrientes del mar. Este mecanismo puede ser utilizado por las especies marinas para ingresar a ciertas áreas en busca de alimento y propiciar el establecimiento de hábitat espacio temporales de una significativa riqueza biológica.

Lo antes descrito, coincide con lo señalado por Vega *et al.* (2004), en que los movimientos de las aguas en el Golfo de Montijo están condicionados al movimiento de las mareas y a los patrones de descargas de los ríos, lo cual está relacionado con el régimen de lluvias imperante. La localización de los ríos, que bordean el Golfo, condiciona una distribución heterogénea de las variables físico-químicas, y se establece así un gradiente desde los ríos hacia la zona marina lo

que a su vez refleja la existencia de dos temporadas climáticas bien marcadas (lluviosa y seca), que producen variaciones en los volúmenes de agua dulce, lo cual repercutirá sobre las variables como temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, nutrientes y sedimentos en suspensión y que de igual forma tiene gran influencia en una variable importante como lo es la turbidez, factor determinante según Witfield (1994) en la distribución de los individuos en los sistemas estuarinos.

## **2. Características Biológicas**

Podemos señalar, de forma general, que la baja composición taxonómica de los grupos del zooplancton representados en este estudio, 14 taxa, resulta similar en número a otros sistemas estuarinos, como en Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica donde se encontraron 15 grupos representantes del zooplancton en el estudio realizado por Quezada y Morales (2006), así como en áreas sublitorales al norte de la Habana, donde se registraron un total de 13 taxones, Pérez, *et al.* (2006); Gasca y Castellanos (1993), reportaron 23 taxa de zooplancton en la bahía de Chetumal, mar Caribe mexicano, y en Chantuto y Panzacola, Chiapas, (1997) donde se identificaron tan solo 20 especies zooplanctónicas (Álvarez Silva, *et al.* 2006).

La poca cantidad de taxa encontrados en nuestro estudio, puede fundamentarse en que, en los estuarios tropicales se encuentra generalmente una menor diversidad de especies que en otras zonas con menor variabilidad ambiental, Margalef (1969) en Gasca y Castellanos (1993), de igual forma Firpo *et al.* (2002), señalan que el zooplancton de lagunas costeras se caracteriza por su baja diversidad y la dominancia de algunas especies que toleran sus condiciones

ambientales cambiantes como es el caso de la laguna costera Mar Chiquita, Argentina.

De los estudios recientes realizados en nuestro País, a pesar de que en nuestro caso, se utilizó el método de arrastre superficial con red, obtuvimos un número de taxas bastante similar a lo reportado por González, (2009), quien encontró 14 grupos zooplanctónicos en el Sur de Azuero, quien utilizó arrastres oblicuos desde profundidad; de igual forma, para el Golfo De Montijo, se habían reportado 11 grupos zooplanctónicos en 1999 por Flavio y Boniche quienes se basaron en el método de filtración con red; Caballero (1998), reportó 12 grupos taxonómicos en la misma área de estudio, a través de el método de sedimentación.

En nuestro estudio los taxa pertenecientes tanto al holoplancton como al meroplancton, corresponden en su mayoría con los encontrados por Brugnoli-Olivera *et al*,(2004) en Punta Morales, Golfo de Nicoya, Pacífico de Costa Rica, donde su comunidad estuvo caracterizada también por la presencia de organismos holo y meroplanctónicos; los principales grupos holoplanctónicos fueron copépodos (80%)y quetognatos (16%).El meroplancton estuvo representado principalmente por larvas de crustáceos (66%),e ictioplancton (18%). La abundancia de los diferentes taxa del zooplancton en la parte interna del Golfo de Montijo, tanto del holoplancton como del meroplancton, guardan relación en cuanto la dominancia de los grupos de copépodos, quetognatos y larvas de crustáceo, respectivamente, con otros estudios de la comunidad zooplanctónica. En este sentido, guarda cierta similitud con estudios como el de Morales-Ramírez *et. al*, (1996) quienes encontraron en el arrecife coralino del Parque Nacional de Cahuita, Limón, Costa Rica que los copépodos fueron el grupo dominante a lo

largo del año (32-95%), también las larvas de crustáceos (2-13.8%) y quetognatos (1-6.5%) se encontraron entre los más abundantes. Mientras que para el Golfo de Guayaquil, los Copépodos, ostrácodos y larvas de decápodos fueron los taxa más abundantes, seguidos por larvas de peces, quetognatos, medusas, y mysidaceos; los taxa de menor abundancia fueron huevos de peces, poliquetos, anfípodos, pterópodos, lamelibranquios, larvas cirrípedas, y gasterópodos (Bonilla Coello y Camposano 2002). En la comunidad zooplanctónica de Isla Caño, Costa Rica los Copépodos fueron el grupo dominante (41-63%); otros grupos presentaron valores debajo de 10% en abundancia (las larvas del pez, ostrácodos y mysidos fueron los más importante, (Guzmán-Espinalet *et al*, 1998).

Sin embargo en otros sitios como en el sistema lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule, donde, se registraron 44 taxa zooplanctónicos la estructura comunitaria del zooplancton es más compleja. Los copépodos, los decápodos, los quetognatos y los cladóceros conformaron el 91% de la abundancia total (De Silva-Dávila *et al* 2006).

En todos los casos los copépodos fueron el grupo dominante y constante lo que demuestra su utilidad como organismo indicador de productividad secundaria, el seguimiento de su distribución y abundancia determinan el perfil del zooplancton, y permite hacer inferencias a cerca de toda la comunidad zooplanctónica. Barnes (1989), Escamilla *et al* (2001); de igual forma, podemos señalar que la composición, abundancia y distribución espacial de los grupos del zooplancton en una zona determinada está modulada principalmente por patrones de circulación (tanto local como regional) y por procesos oceanográficos multiescalares que

determinan las características físicas –químicas- biológicas de la columna de agua (Pearson et al 1984; Mullin, 1993 en Giraldo y Gutierrez, 2007).

La dominancia de los copépodos es similar en los estudios realizados en nuestro País, en el Golfo de Panamá,(Chang y Solís, (1982); D'Crozet *al.*(1991); Grimaldo,(1995); en Azuero, González,(2009) y en El Golfo de Montijo, Flavio y Boniche, (1999) y Caballero,(1999); sin embargo, específicamente en nuestra área de estudio, Golfo de Montijo, podemos observar algunas diferencias en cuanto a la abundancia de los restantes grupos, en estudios previos, como el de Flavio y Boniche, (1999) donde las apendicularias y zoeas fueron el segundo grupo más abundante y el resto de los grupos aparecían de manera ocasional en las muestras; mientras que para Caballero,(1999) lo fueron los tintínidos, seguido por el ictioplancton y los ctenóforos; cabe recalcar que éstos se trataron de estudios preliminares y utilizaron otros métodos de muestreo.

Los picos de abundancia promedio mensual de la comunidad zooplanctónica de la parte interna del Golfo de Montijo, observados durante este estudio, máximo en mayo, a inicios del período lluvioso, leve en agosto, y un segundo pico, en el mes de octubre; corresponden parcialmente con los señalados por Caballero (1999), en esta misma área, quien señala máximos en Junio, agosto y octubre, mientras que para Flavio y Boniche, (1999), se dieron en mayo, julio y octubre; Al respecto, Gasca y Suarez Morales, (1994) en Escamilla *et al*(2001), la mayor variabilidad de la densidad del zooplancton en las lagunas costeras de la región parece darse entre las épocas climáticas; las variaciones mensuales suelen ser relativamente débiles en sistemas similares. Sin embargo autores como Quezada Alpizar y

Morales Ramírez, (2006), señalan máximos de abundancia en el mes de abril para el zooplancton de Golfo Dulce, Costa Rica.

Gasca y Castellanos(1993), reportaron máximos de abundancia de los grupos de zooplancton en la Bahía de Chetumal, México en el mes de octubre y agosto y específicamente de los copépodos en el mes de mayo. Este mismo autor, señala, sin embargo, que las correlaciones significativas observadas entre la abundancia relativa de los grupos, podría estar relacionada con factores biológicos como la depredación y la competencia más que con los hidrológicos.

Por otro lado el ictioplancton se alimenta fundamentalmente de copépodos, desde su estadio naupliar hasta el adulto. Las consecuencias en la depredación y la competencia entre grupos, podría reflejarse en la abundancia de éstos organismos (Gasca y Castellanos,1993).

Al considerar lo anterior y tomar en cuenta el hecho de que los copépodos corresponden al taxa dominante en la comunidad zooplanctónica de la parte interna del Golfo, podemos señalar que su variación temporal puede verse afectada no solo por las variables ambientales, sino también por los procesos de depredación, como lo confirma el estudio del ictioplancton del área realizado por Amores, (2008) donde señala que los porcentajes de abundancias en la mayoría de las familias en los meses de mayo a agosto, periodo de lluvias intensas dentro del sistema, fueron bajos lo cual puede deberse a que muchas de ellas al detectar cambios de temperatura, salinidad, o la disponibilidad de alimento buscan otras áreas más óptimas para lograr su total desarrollo.

Esta regulación en la abundancia del zooplancton, por sus depredadores se ha señalado en estudios alimentarios como el de la anchoveta en el Perú, que se

alimenta de calanoideos y ciclopoideos, además de dinoflagelados y diatomeas (Pauly et al 1989).

En cuanto a la abundancia de los grupos dominantes del zooplancton a través de los meses en este estudio, la prueba de Kruskal Wallis determinó diferencias en cuanto a la abundancia mensual de las larvas de crustáceos no así para los copépodos ni los quetognatos; donde los meses estadísticamente diferentes correspondieron a los de época seca a transición (marzo, abril, mayo) Cabe señalar que las postlarvas de camarones, estudiadas en este Golfo, por Chang, (2009) muestran también diferencias significativa en su abundancia mensual, tal es el caso de la especie *L. stylirostris*, dominante en ese estudio.

### **2.1. Abundancia del zooplancton por sitios de muestreo**

Con relación al comportamiento de la distribución espacial de los grupos dominantes del zooplancton en las estaciones muestreadas, donde se señalan según las pruebas estadísticas diferencias significativas  $P < 0,05$ ; este estudio guarda similitud con el realizado en el arrecife coralino de Cahuita, Costa Rica donde grupos como los copépodos, quetognatos, larvas de crustáceos (reptántidos) y las larvas de poliquetos mostraron diferencias significativas en su distribución entre casi todas las estaciones de muestreo *Morales-Ramírez y Murillo-Castro, (1996)*; éstos autores señalan que las diferencias entre las estaciones de muestreo podrían reflejar la intensidad de intercambio entre las aguas del arrecife y las aguas oceánicas circunvecinas.

Por otro lado, *De Silva-Dávila et al. (2006)* señala que la influencia de las aguas costeras y la fisiografía de las lagunas determinaron la formación de

microambientes en el interior del sistema lagunar San Ignacio-Navachiste-Macapule, y caracterizaron número, abundancia y biomasa de grupos zooplanctónicos; lo que nos sugiere que en el caso del Golfo de Montijo, estas diferencias podrían reflejarse tanto por la propia fisiografía del estuario como por el intercambio entre las aguas de los ríos que desembocan en él, y las aguas marinas que entran con las mareas.

Se debe considerar además, que las fluctuaciones que se dan en los factores ambientales son, por lo general más complejos y significativas en áreas costeras debido a la combinación de influencias continentales y oceánicas (Thurman, 1996 en Quezada y Morales 2006).

Las diferencias observadas en las localidades de Trinchera e Isla Verde, dada por las pruebas de kruscal Wallis - Dunn, en relación a la abundancia promedio de los grupos dominantes del zooplancton, puede analizarse en función de sus características hidrológicas de acuerdo a la localización de cada una, puesto que como lo indica Gómez-Gutiérrez *et al.*(2000), en la boca de la Bahía Magdalena donde se da un intercambio vigoroso de agua causado por corrientes, la estructura de la comunidad de zooplancton sugiere una interacción de adentro hacia afuera más dinámica de sus grupos.

Zoppi (1961) en Márquez, *et al.* (2007), indicó que en regiones costeras y en aguas de poca profundidad, la biomasa del zooplancton es mayor, debido a que los nutrientes terrígenos elevan la producción primaria en áreas cercanas a la costa; además, la poca profundidad permite una distribución uniforme de los nutrientes en la columna por efecto de la turbulencia. Cabe señalar además que el sitio Trinchera presenta una mayor oscilación de salinidad y especialmente

temperatura, mientras que en Isla Verde estos se observaron más estables, lo que constituye otro factor relevante en el establecimiento de los organismos zooplanctónicos.

La relevancia de los grupos dominantes en este estudio, como indicadores de la dinámica de la comunidad zooplanctónica en el Golfo de Montijo, se corrobora al analizar los porcentajes de similitud de la abundancia de los taxones entre los diferentes sitios estudiados, a través de los conglomerados. Podemos señalar que la similitud que se muestra entre las estaciones de Trinchera y Piñas se debe en gran medida a que presentan características hidrológicas similares, ya que reciben ambas de forma directa un gran aporte de agua dulce por los afluentes del Golfo, como lo son Río San Pablo y Río Piñas, por encontrarse en la desembocadura de los mismos, distanciándose así, entre la abundancia de sus grupos zooplanctónicos, del resto de las estaciones; donde Surrone y Perdomo e Isla Verde, que se encuentran en la parte central del golfo, bajo la mayor influencia de factores como corrientes y mareas

Amores (2008), en cuanto a los sitios de muestreo: Isla Verde, Perdomo y Surrone, reporta que se encuentran hacia la parte central del Golfo en donde la cantidad de agua dulce que emana de las desembocaduras de los ríos no llegan con gran intensidad; no así para los sitios Trinchera y Piñas, esto influenciado por la presencia de varios afluentes que durante el período lluvioso provocan cambios bruscos en los aspectos hidrológicos del área lo que puede ocasionar la emigración de las larvas del área cercana al manglar por efecto de una baja salinidad hacia la parte más central del Golfo; con relación a esto, otros autores como Escamilla *et al.* (2001), señalan que también la influencia marina intensa

hacia las zonas internas puede llegar a transformar la estructura de la comunidad de copépodos. De igual forma, en el sistema lagunar Chacahua-la Pastoría la composición de la comunidad zooplanctónica está condicionada por la salinidad y la tasa de intercambio de agua entre la laguna y el mar.(Castellanos, *et al* 2011)

Amores (2008), resalta también, que la mayor abundancia de individuos se registraron en las áreas Isla Verde y Surrone esto causado por su gran afinidad y por presentar similitudes en sus parámetros ambientales durante su período de estudio; lo que hace, en parte, referencia a la separación de la abundancia de los grupos zooplanctónicos observada en Isla Verde en este estudio.

### **3. Parámetros biológicos vs variables físico químicas**

De forma general, podemos señalar que en este estudio la variación mensual de abundancia de la comunidad zooplanctónica en su totalidad, en la parte interna del Golfo de Montijo, podría asociarse, a la variación de factores físico químicos como la temperatura y la turbidez en el área, dado los altos índices de correlación observados; donde el mayor pico de abundancia en el mes de mayo, corresponde con las mayores temperaturas registradas, este aspecto puede explicarse parcialmente en función de la existencia de gradientes térmicos durante la época lluviosa ( Voorhis *et al*, 1983 en Caballero 1998).

De acuerdo con lo que señala J Gómez-Gutiérrez *et al*(2000), en que la variación de la temperatura, provoca la estratificación termal de la columna de agua, lo que afecta a su vez el transporte vertical de nutrientes, razones por las cuales, se altera la estructura y abundancia de la comunidad zooplanctónica; de igual forma en el caso de la turbidez, resulta un factor de influencia no solo en la abundancia,

sino en la diversidad de las formas larva, como señala Morales-Ramírez y Murillo-Castro(1996), que puede relacionarse a la fuerte sedimentación y resuspensión de sedimentos, producto el período lluvioso.

Por otro lado, las fluctuaciones mensuales de la salinidad durante el periodo de estudio no mostraron correlación con abundancia zooplanctónica en la parte interna del Golfo, esto concuerda parcialmente con lo reportado por Chang y Solís (1982), quienes no encontraron relación directa entre el zooplancton y las variables físico químicas, en el Golfo de Panamá. Sin embargo, en otros estudios como el de Castellanos *et al.* (2011) se señala que la composición de la comunidad zooplánctica está condicionada por la salinidad y la tasa de intercambio de agua entre la laguna y el mar.

Finalmente cabe señalar que según, De Silva-Dávila *et al.* (2006) una distribución diferencial de los grupos que integran a la comunidad zooplanctónica se determina en función de su origen/o capacidad de tolerancia a cambios bruscos del ambiente.

En cuanto a la relación entre la abundancia de los grupos dominantes del zooplancton y los parámetros físicos químicos, basados en los resultados de las correlaciones, podemos señalar que su dinámica poblacional en esta área del estuario, en concordancia con lo demostrado para la comunidad zooplanctónica completa, se encuentra mayormente influenciada por variables como temperatura y oxígeno disuelto, el primero, especialmente en Perdomo e Isla Verde que corresponden a los sitios en medio del canal del estuario, más expuestos que los restantes y el segundo en la desembocadura del Río Piñas, en la parte más

interna del Golfo, que presenta un importante acarreo de nutrimentos de origen continental.

Cabe señalar que en los sistemas estuarinos como el de Chanchuto y Penzacola, México, la concentración de oxígeno disuelto, estuvo relacionada de manera inversa con respecto a la salinidad( ley de Bunsen), de tal manera que las lagunas con influencia predominantemente marina tuvieron menor concentración de oxígeno, mientras que las lagunas más dulceacuícolas presentaron un contenido mayor ( Álvarez Silva *et al.* 2006).

De igual forma, Quezada y Morales (2006), señala, que para Golfo Dulce, los eventos de entrada de agua oceánica rica en nutrimentos y oxígeno, producto del fenómeno ENSO, representan disturbios al nivel de la termoclina, que se reflejan en las fluctuaciones observadas en la comunidad de zooplancton. Por otro lado, Bakun, (1988) en García y Amaya(2002), señala que mayores volúmenes de zooplancton se dieron debido al afloramiento de aguas profundas ricas en oxígeno.

Cabe señalar que a pesar de que el Golfo de Montijo no se ve beneficiado 100% por fenómenos de afloramiento, ni se han realizado estudios completos de patrones de corrientes, existen reportes de la entrada de masa de agua frías en el sistema, como el realizado por Vega (2004), quien lo observó reflejado en la disminución de la temperatura, durante el mes de marzo, en todo el estuario donde se ven afectadas tanto la variable temperatura como oxígeno; al mismo tiempo, señala una tendencia de aumento de temperatura desde la parte interna hacia la parte externa del estuario.

La salinidad resultó ser un parámetro de menor influencia ya que no mostró correlación mensual con la abundancia de los taxa dominantes del zooplancton en la zona interna del Golfo, lo que concuerda con el hecho de que los copépodos presentan una amplia distribución en los ambientes acuáticos, marinos hasta dulceacuícolas; donde como lo reportan Escamilla *et al.* (2001) en el complejo lagunar de Chelem, lo que suele presentarse es una alternancia en la dominancia de las especies de copépodos según la influencia marina de la zona.

Con relación a las larvas de crustáceos, Haury *et al.*, (1978); Mann & Lazier, (1991) en Rivera y Mujica (2004), señalan que sus abundancias tendrían relación con las variables consideradas y muestran un mayor grado de determinación por la temperatura y en un grado menor por la salinidad, este patrón fue observable a niveles de mesoescala; por otro lado cabe señalar, que en el caso de los quetognatos según Morales- Ramírez (2008) representan uno de los grupos de depredadores zooplácticos más abundantes y ampliamente distribuidos, a pesar de que presentan una distribución restringida a una sola región oceánica relacionada con factores abióticos y por esta característica se les denomina indicadores de desplazamiento de aguas frías. (Santander, *et al.* 1981)

## VII. CONCLUSIÓN

La comunidad zooplanctónica de la parte interna del Golfo de Montijo, estuvo representada por 14 taxa de organismos tanto holoplanctónicos como meroplanctónicos.

Los taxa más abundantes dentro del holoplancton fueron los copépodos con un promedio de 42211.95 ind/100 m<sup>3</sup>, seguido por los quetognatos con promedio de 4738.17 ind/100 m<sup>3</sup>, mientras que para el meroplancton lo fueron las larvas de crustáceos con un promedio de 34590.15 ind/100 m<sup>3</sup>. El promedio de abundancia de las restantes categorías zooplanctónicas fueron menores a los 1000.00 ind/100 m<sup>3</sup>.

Existen diferencias significativas en la abundancia mensual de la comunidad zooplanctónica de la parte interna del Golfo de Montijo, donde se observa un pico de abundancia promedio mensual del zooplancton, máximo en mayo, y mínimo en septiembre.

Los taxa dominantes en todos los sitios de muestreo fueron los copépodos, larvas de crustáceos y quetognatos.

Existen diferencias altamente significativas entre la abundancia de los grupos dominantes de copépodos, larvas de crustáceos y quetognatos entre los diferentes sitios muestreados, específicamente entre las localidades de Isla Verde y Trinchera

Las diferencias observadas en las localidades de Trinchera e Isla Verde, en relación a la abundancia promedio de los grupos dominantes del zooplancton, puede analizarse en función de la diferencia en sus características hidrológicas

Existe correlación entre la abundancia total del zooplancton muestreado mensualmente y la temperatura, coeficiente de 0.88,  $p < 0,05$ ; mientras que no se demostró correlación con el parámetro salinidad, coeficiente de correlación de 0.35,  $p > 0,05$ .

La dinámica poblacional de acuerdo a la abundancia de los grupos dominantes del zooplancton en esta área del Golfo, se encuentra influenciada por parámetros como temperatura y oxígeno disuelto, la primera, especialmente en Perdomo e Isla Verde, sitios más expuestos que los restantes a la influencia marina y la segunda en la desembocadura del Río Piñas, en la parte más interna del Golfo, La variación observada en la abundancia del zooplancton podría reflejarse como consecuencias de procesos biológicos de depredación y competencia entre grupos, tanto como por los factores abióticos.

En general, los valores máximos y mínimos de salinidad y temperatura a lo largo de la temporada estuvieron asociados con la estación seca y lluviosa, respectivamente.

## VIII. RECOMENDACIONES

Fortalecer las medidas de conservación de la zona interna del Golfo de Montijo, dado al reconocido valor de sostenibilidad ecológica de la comunidad zooplanctónica que lo habita.

Realizar programas completos de monitoreo e investigación de todos los recursos marinos biológicos, especialmente zooplanctónicos, a fin de identificar los ciclos de vida, distribuciones temporales y patrones de migración, que permitan establecer medidas de manejo y ordenación adecuadas de los recursos pesqueros de la zona.

Realizar estudios detallados sobre patrones de corrientes, y dinámica de mareas el cual servirá de guía para determinar patrones de intercambio de agua desde el mar hacia la entrada del golfo y viceversa, así como la estratificación de las masas de agua y así poder explicar con mayor certeza la distribución de la comunidad zooplanctónica.

Comparar a través de estudios más amplios de la comunidad zooplanctónica, con metodologías similares, tanto el área interna como externa del Golfo, de manera que puedan establecerse una caracterización completa de la zona.

Ampliar el estudio del zoopláncton del Golfo a las épocas secas y lluviosas en su totalidad para verificar su variabilidad anual, a través de sus relaciones con los factores físicos químicos.

Realizar estudios a nivel de especies, de los grupos zooplanctónicos, para establecer su riqueza y distribución en la zona.

## BIBLIOGRAFIA

Álvarez- Silva, C., G. Miranda- Arce, G. de Lara Isasi & Gomez-Aguirre S. 2006. Zooplancton de los sistemas estuarinos de Chanchuto y Penzacola. Chiapas, en épocas de secas y lluvias. *Hidrobiológica* 16 (2):175-182.

Amores V., G. 2008. Composición y abundancia taxonómica del ictioplancton en el Golfo de Montijo, República de Panamá. Tesis de Maestría. Universidad de Panamá. 71pp.

Barnes, R.D. 1989. *Invertebrate zoology* fourth Edition Cettisburg College. 1089 pp.

Bedia Sánchez, C. M. 1990. Aspectos ecológicos del ictioplancton del sistema estuarino de Tuxpan, Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-Escuela Nacional de Estudios Profesionales (ENEP) Iztacala. México. 56pp.

Bernal, V. A. R. & Zea S. 1993 Variaciones nictimerales en la comunidad de zooplancton de la Bahía de Santa Marta, Mar Caribe Colombiano. *An. Inst. Investi. Mar. Punta Betón, Santa Marta* 22:5-20.

Bonilla Coello, M.A. & Plúas, F., Camposano, J. 2002. Condiciones del plancton en una estación fija: Puerto El Morro-Playas, Golfo de Guayaquil, 2000-2002 Instituto Oceanográfico de la Armada, Guayaquil, Ecuador. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 11(1): 91-99.

Brugnoli-Olivera, E.; E. Díaz-Ferguson; M. Delfino-Machin; A. Morales- Ramírez & Dominici Arosemena A. 2004 Composition of the zooplankton community, with

emphasis in copepods, in Punta Morales, Golfo de Nicoya, Costa Rica Rev. Biol. Trop. 52(4):897-902.

Caballero J., V.A. 1998. "Dinámica del plancton en el Golfo de Montijo. Caracterización por el método de sedimentación". Tesis de Licenciatura en Biología. 86 pp.

Cámara A.; Díaz del Olmo R.; Martínez Batlle J. R. ;Moron M.; Gomez Ponce M; Tabares E; & Vega A.J. 2004. Directrices de Gestión para la conservación y Desarrollo Integral de un Humedal Centroamericano. Golfo de Montijo (litoral del Pacífico, Panamá). FUNDACION DEMUCA-MEF-ANAM. 299pp.

Castellanos Osorio, I.; Pataleón López, B. & Acenes G. 2011. Distribución y abundancia del zooplancton del complejo lagunar Cachacua-La pastoría, Oaxaca, México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 76(001):37-45.

Chang J.C. & Solís, A. E.1982. Variación en la comunidad de zooplancton en el Golfo de Panamá. Tesis de Licenciatura. Universidad de Panamá. 63 pp.

Chang V., J. C. 2009. Dinámica poblacional de postlarvas y juveniles de camarones de la familia Peneidae en el Golfo de Montijo, Pacífico Panameño. Tesis de Maestría. Universidad de Panamá. 146 pp.

D'Croz, L., J.B. Del Rosario & Gómez J.A. 1991. Upwelling and phytoplankton in the Bay of Panama. Rev. Biol. Trop., 39(2): 237-245.

De Silva, R.; Palomares G., R.; Zavala N., A. y Escobedo U., D. 2006. Ciclo anual de los grupos dominantes del zooplancton en Navachiste, Sinaloa. Contribuciones

al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este. 4 (1). Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 158 pp.

Escamilla J. B.; Suarez Morales, E. & Gasca R. 2001 Distribución del zooplancton durante flujos de marea opuestos en el complejo lagunar de Chelem, Yucatán, México. Rev. Biol. Trop. 49(1):47-51.

Firpo, C.; Ramírez, F.; Figueroa, D. & Reta, R. 2002. Variación estacional del zooplancton en el sector estuarial de la laguna Mar Chiquita. Su relación con algunas variables ambientales. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Argentina. 27pp.

Flavio, N. & Boniche E. 1999. Evaluación preliminar del zooplancton en el sistema estuarino de Montijo utilizando el método de filtración con red. Tesis de Licenciatura. Universidad de Panamá. 43 pp.

Gagneten, A. M. & Ceresoli N. 2004. Efectos del efluente de curtiembre sobre la abundancia y riqueza de especies del zooplancton en el arroyo las prusianas (Santa Fe, Argentina). Caracas INCI.29(12).ISSN 0378-1844.

García, A. & Castañeda O. 1994. Hidrografía, Nutrientes y Productividad Primaria en dos Sistemas Costeros Del Estado de Chiapas, México. Rev. Invest. Mar. 15(3):175-182.

García, D. & Amaya F. 2002. Distribución y abundancia de larvas de peces Cupleidae y engraulidae durante dos temporadas de evaluación en la región Nororiental del Caribe colombiano. Boletín científico N° 7:145-175.

Gasca, R. & Castellanos I. 1993. Zooplancton de la Bahía de Chetumal, Mar Caribe, México. Rev. Biol. Trop. 41 (3):619-625.

Gasca-S., R.; & Suárez-Morales, E. 1992. Sifonóforos (Cnidaria: Siphonophora) del Domo de Costa Rica. Siphonophora (Cnidaria) from the Costa Rica dome. Rev. Biol. Trop. 40(1):125-130.

Genzano, G.; E. M. Acha; H. Mianzan & E. Gaitán. 2006. First record of the invasive medusa *Blackfordia virginica* (Hydrozoa: Leptomedusae) in the Río de la Plata estuary, Argentina-Uruguay Revista Chilena de Historia Natural 79: 257-261.

Giraldo A. & Gutiérrez E. 2007. Composición taxonómica del zooplancton superficial en el pacífico colombiano (Septiembre 2003). Investigaciones Marinas, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile. 35(001):117-122.

Gomez-Gutierrez, J.; Palomares-Garcia, R. & Hernandez-Trujillo, S. 2001. Community structure of zooplankton in the main entrance of Bahía Magdalena, México during 1996. Rev. Biol. Trop. 49(2):454-558.

González D., L.L. 2009. Descripción de la distribución de grupos zooplanctónicos en el Sur de Azuero, República de Panamá. Tesis de Maestría. Universidad de Panamá. 56 pp.

Grimaldo, M. 1995. Variaciones estacionales del zooplancton en el estero de Chame. Simposio Ecosistema de manglares en el pacífico centroamericano y su

recurso de postlarva de camarones Peneidos. El Salvador. PRADEPESCA\_ Univ. El Salvador-CENDEPESCA.

Guzmán-Espinal, H. M. & Obando-Acuña, V. 1998. Diversidad y Abundancia diaria y estacional del zooplancton marino de la Isla del Caño, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 36(1):139-150.

Márquez B.; M. Baumar; J. R. Díaz-Ramos; L. Troccoli & Subero-Pino S. 2007. Variación estacional y vertical de la biomasa del macrozooplancton en la bahía de Mochima, Estado Sucre - Venezuela, durante 1997 - 1998. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 42(3): 241-252.

Meirinho, P. D. A. (2010). Compartimentalização da comunidade zooplanctónica em um reservatório tropical urbano eutrofizado (braço Rio Grande, Complexo Billings, SP). Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade.

Mendoza, J, & Amores G. 1997. Peces del Golfo de Montijo: Diversidad y Abundancia de las especies capturadas en la pesca artesanal. Tesis de Licenciatura. Universidad de Panamá. 43 pp.

Morales R. A. & Murillo, M. M. 1996. Distribution, abundance and composition of coral reef zooplankton, Cahuita National Park, Limon, Costa Rica. *Centro de Investigaciones del Mar y Limnología y escuela de Biología, Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, costa Rica, 16pp.*

Morales-Ramírez, A. 2008. Caracterización cualitativa del zooplancton del área de conservación marina de Isla del Coco (ACMIC), Océano Pacífico de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 56(2):159-169.

Pauly, D.; A. Jane, S. Luna, V. Sambilay, B. Rojas de Mendiola & Alamo A. 1989. On The quantity and types of food ingested by Peruvian Anchoveta. 109-124. 1953-1982. In D. Pauly, P. Mucck, H. mendo, I. Tsukayama /eds./ *The Peruvian upwellig ecosystem: Dinamics and interactions.* IMARPE/GTZ/ICLARM.

Pérez, Helder A & Lopez Canovas, C. 2006. Distribución espacio-temporal de la meiofauna béntica en cuatro playas del Litoral Norte de la Habana. *Rev. Biol. Trop.* 54(3):985-995.

Phillips, P. C. 1981b. Diversity and fish community structure in a Central American mangrove embayment. *Rev Biol. Trop.* 29 (2): 227-236.

Quesada-Alpízar, M. A & Morales-Ramírez, A. 2006. Posible efecto de El Niño en el zooplancton no gelatinoso del Golfo Dulce, Pacífico de Costa Rica, durante el período 1997-1998. *Rev. Biol. Trop.* 54(1):225-240.

Rivera, J. & Mujica A. 2004. Larvas phyllosoma (Decapoda, Palinuridae y Scyllaridae) de las islas oceánicas chilenas. *Invest. Mar., Valparaíso*, 32 (2): 99-111.

Sánchez Rueda, P. & Castro Aguirre J.L. 1986. La ictiofauna del sistema Túxpam-Tampamachoco y sus aspectos ecológicos relevantes. CONACYT (Ed). México, D.F. 191p.

Santander, H.; Luyo, G.; Carrasco, S.; Véliz, M. & Castillo de, O. S. 1981. Catalogo de Zooplancton en el mar peruano. Bol. Inst. Mar. Perú- callao. 6: 8-71.

Smith, D. L. 1977. A guide to marine coastal plankton and marine invertebrate larval. Kendall/Hunt, Iowa. 161pp.

Suárez, E. & Gasca, R. 1992. De los misteriosos seres que viven suspendidos en el agua: el zooplancton Volumen 2 de Cuaderno de divulgación, Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Editor Centro de Investigaciones de Quintana Roo, 19 pp.

Ulloa, R.; S. Palma & Silva N. 2004. Relationship between spatial distribution of chaetognaths and oceanographic conditions off Concepción Bay, Chile. Universidad de Costa Rica. Escuela de Biología. 2060 San José, Costa Rica.

Vega, A. J. 2004. Evaluación del Recurso Pesquero del Golfo de Montijo Impresoras Marín. 56pp.

Whitfield, A.K. 1994. Abundance of larval and juvenile marine fishes in the lower reaches of three southern African estuaries with differing freshwater inputs. Marine Ecology Progress Series. 105: 257-267.

## **X. ANEXOS**

<b>Cuadro N° 1 Promedio mensual del zooplancton(Individuos/100m<sup>3</sup>) capturado en la parte interna del Golfo de Montijo, Marzo – Octubre 2006</b>									
	<b>MARZ</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEPT</b>	<b>OCT</b>	<b>Promedio</b>
<b>Isla verde</b>	4849.51	4817.83	18131.82	12571.52	5156.89	9426.65	6708.05	7495.35	8644.70
<b>Trinchera</b>	514.41	2487.32	5427.17	3379.82	2844.95	9999.62	4147.33	4164.94	4120.69
<b>Perdomo</b>	7881.07	10252.58	7882.02	12730.84	6427.26	4150.91	1929.37	8013.82	7408.48
<b>Surrones</b>	18383.15	2536.64	9330.22	3615.61	8467.71	2707.98	3292.49	9464.95	7224.84
<b>Piñas</b>	2511.01	811.15	10400.55	1122.56	6370.59	1242.16	1908.34	884.51	3156.36
	6827.83	4181.10	10234.36	6684.07	5853.48	5505.46	3597.12	6004.71	

<b>Cuadro N° 2 Promedio mensual de las categorías del zooplancton(Individuos/100m<sup>3</sup>) capturado en la parte interna del Golfo de Montijo, Marzo – Octubre 2006</b>	
<b>Copépodos</b>	42211.9533
<b>Lrv. de crustaceos</b>	34590.1533
<b>Quetognatos</b>	4738.17356
<b>Cirripedos</b>	992.304695
<b>Cnidarios</b>	795.260609
<b>Heteropodos</b>	614.216701
<b>Anfipodos</b>	609.343583
<b>Poliquetos</b>	483.629626
<b>Ostrácodos</b>	170.708954
<b>Bivalvo</b>	119.766521
<b>Ctenóforos</b>	83.7720449
<b>Gasteropodos</b>	80.2626653
<b>Cladóceros</b>	42.0698528
<b>Pterópodos</b>	22.6147322
<b>Total</b>	85554.2302

**Cuadro N° 3 Abundancia promedio mensual de las categorías zooplanctónicas (Individuos/100m<sup>3</sup>) capturadas en la parte interna del Golfo de Montijo, por sitio de muestreo marzo- octubre, 2006**

	I. Verde	Trinchera	Perdomo	Surrones	Piñas
<b>Copepodos</b>	56932.25	18083.43	60537.78	55860.32	19645.99
<b>Lrv. De crustaceos</b>	52335.22	31893.71	32532.59	37574.48	18614.77
<b>Quetognatos</b>	7424.72	3842.43	5271.79	3932.14	3219.79
<b>Poliquetos</b>	628.13	426.38	244.02	681.37	438.24
<b>Anfipodos</b>	862.07	156.31	1026.40	550.92	451.01
<b>Cirripedos</b>	1397.11	180.92	1054.47	1172.14	1156.87
<b>Cnidarios</b>	537.01	1350.48	1347.94	634.26	106.61
<b>Ostrácodos</b>	443.70	126.08	136.76	36.64	110.36
<b>Heteropodos</b>	296.14	950.14	1300.81	482.24	41.75
<b>Cladóceros</b>	15.83	47.38	33.03	114.10	0.00
<b>Gasteropodos</b>	52.81	257.10	91.40	0.00	0.00
<b>Bivalvo</b>	0.00	119.26	80.90	56.89	341.79
<b>Ctenóforos</b>	100.83	163.10	60.89	52.29	41.75
<b>Pteropodos</b>	0.00	93.01	0.00	0.00	20.07

**Cuadro N° 4 Promedio mensual de las variables físico químicas en la parte interna del Golfo de Montijo, Marzo – Octubre 2006**

	Salinidad(ups)	Temperatura(°C)	Oxígeno disuelto mg/l	Turbidez(m)
<b>MES</b>				
<b>MARZO</b>	27.28	29.46	3.8	0.79
<b>ABRIL</b>	27.24	29.72	4.7	0.69
<b>MAYO</b>	24.68	31.68	5.6	1.49
<b>JUNIO</b>	14.54	29.68	4.5	1.06
<b>JULIO</b>	12.64	30.04	4.1	0.91
<b>AGOSTO</b>	18.04	30.04	4.3	0.82
<b>SEPTIEMBRE</b>	11.7	28.96	4.2	0.62
<b>OCTUBRE</b>	18.12	29.98	4	0.39

<b>Cuadro nº 5 Estadística descriptiva para promedio mensual del zooplancton (Individuos/100m<sup>3</sup>), capturado en la parte interna del Golfo de Montijo, Marzo – Octubre 2006</b>	
	- 1 -
Tamanho da amostra =	8
Mínimo	3597.1191
Máximo	10234.3552
Amplitude Total	6637.2361
Mediana	5929.0953
Primeiro Quartil (25%)	5174.3739
Terceiro Quartil (75%)	6720.009
Desvio Interquartilico	1545.635
Média Aritmética	6111.0164
Variância	4.05E+06
Desvio Padrão	2011.847
Erro Padrão	711.2953
Coefficiente de Variação	32.92%
Assimetria (g1)	1.1075
Curtose (g2)	2.2865
Média Harmônica =	5594.5513
N (média harmônica) =	8
Média Geométrica =	5843.4085
N (média geométrica) =	8
Variância (geom.) =	1.0449
Desvio Padrão (geom.) =	1.3745

**Cuadro nº 6 Test de Kruskal Wallis para la Variación promedio mensual del zooplancton en los sitios de estudio de la Parte Interna del Golfo de Montijo, marzo - octubre, 2006**

<b>Resultados</b>				
H = 11.3085				
Graus de liberdade = 4				
(p) Kruskal-Wallis = 0.0233				
R 1 = 219.0000				
R 2 = 125.0000				
R 3 = 205.0000				
R 4 = 183.0000				
R 5 = 88.0000				
R 1 (postomédio) = 27.3750				
R 2 (postomédio) = 15.6250				
R 3 (postomédio) = 25.6250				
R 4 (postomédio) = 22.8750				
R 5 (postomédio) = 11.0000				
Comparações (método de Dunn)	Dif. Postos	z calculado	z crítico	p
Postosmédios 1 e 2	11.7500	2.0102	2.807	ns
Postosmédios 1 e 3	1.7500	0.2994	2.807	ns
Postosmédios 1 e 4	4.5000	0.7699	2.807	ns
Postosmédios 1 e 5	16.3750	2.8014	2.807	ns
Postosmédios 2 e 3	10.0000	1.7108	2.807	ns
Postosmédios 2 e 4	7.2500	1.2403	2.807	ns
Postosmédios 2 e 5	4.6250	0.7912	2.807	ns
Postosmédios 3 e 4	2.7500	0.4705	2.807	ns
Postosmédios 3 e 5	14.625	2.5020	2.807	ns
Postosmédios 4 e 5	11.8750	2.0316	2.807	ns

**Cuadro N° 7 Coeficiente de correlación de Spearman entre el promedio mensual del zooplancton (Individuos/100m<sup>3</sup>) capturado y el promedio mensual de la variable temperatura en la parte interna del Golfo de Montijo, Marzo – Octubre 2006.**

Coeficiente de Spearman (rs)=	
	Resultados
Coeficiente de Spearman (rs)=	0.8848
t =	3.0842
(p)=	0.0198
Número de pares =	8

**Cuadro N° 8 Coeficiente de correlación de Spearman entre el promedio mensual del zooplancton (Individuos/100m<sup>3</sup>) capturado y el promedio mensual de la variable salinidad en la parte interna del Golfo de Montijo, Marzo – Octubre 2006.**

Coeficiente de Spearman (rs)=	
	Resultados
Coeficiente de Spearman (rs)=	0.4762
t =	1.3265
(p)=	0.2329
Número de pares =	8

**Cuadro N° 9 Coeficiente de correlación de Spearman entre el promedio mensual del zooplancton (Individuos/100m<sup>3</sup>) capturado y el promedio mensual de la variable oxígeno disuelto en la parte interna del Golfo de Montijo, Marzo – Octubre 2006.**

Coeficiente de Spearman (rs)=	
	Resultados
Coeficiente de Spearman (rs)=	0
t =	0
(p)	ns
Número de pares =	8