

# UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

COMUNIDAD ZOOPLANCTÓNICA DE LA LAGUNA COSTERA LAS GUÁSIMAS,

SONORA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

CON OPCIÓN EN ECOLOGÍA MARINA

1942

PRESENTA:

HAYDEÉ LOREN RIVERA ACUÑA

# Repositorio Institucional UNISON



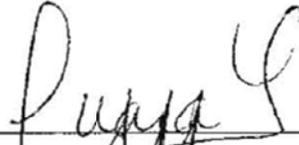
"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

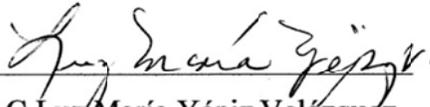
## FORMATO DE APROBACIÓN DE TESIS

Los miembros del Comité de Tesis designado para revisar la Tesis de Haydeé Loren Rivera Acuña la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito para obtener el Título de Licenciado en Biología con Opción en Ecología Marina.



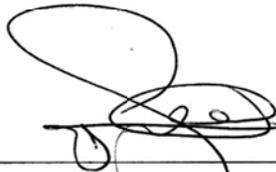
Dra. Juana Lopez Martínez

Director de Tesis



M.C Luz María Yépiz Velázquez

Sinodal Secretario



Biol. Norberto Miguel Ángel Pastén Miranda

Sinodal



Dr. José Eduardo Valdéz Holguín

Suplente

## DEDICATORIA

A mi familia, mi madre Guadalupe Acuña por estar siempre apoyándome, gracias por sus buenos deseos, bendiciones y el estar siempre ahí para mí, su educación, enseñanzas y su cariño. Muchas gracias.

A mi padre Fernando Rivera por estar ahí apoyándome y haberme dado la oportunidad de estudiar y encontrar mi pasión en mi carrera universitaria.

A mis hermanos Rossana y Fernando por estar siempre ahí para mí y por su apoyo.

A mis abuelos María del Carmen y Francisco gracias por confiar siempre en mí y estar siempre orgullosos.

A Darana Gutiérrez, mi familia, mi mejor amiga y mi pareja, gracias por ese apoyo infinito, estar siempre a mi lado y formar parte de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de corazón, a la Universidad de Sonora por abrirme las puertas de su sabiduría y haberme formado académicamente lo que soy.

Al Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas por haberme recibido en su carrera y haberme formado como la bióloga que soy ahora.

A la Dra. Juana López Martínez por su gran apoyo material e intelectual, por quitarme las ansias de quererme comer al mundo, por haberme dado esta oportunidad de ser uno de sus estudiantes y haberme abierto las puertas para ser parte de la comunidad del CIBNOR. Muchas Gracias.

A mi comité de tesis, Lic. Miguel Ángel Nolberto Pasten, M.C Luz María Yépiz Velázquez y al Dr. José Eduardo Valdez Holguín por su gran apoyo, ser parte de mi formación académica y por haberme ayudado a la formación de este trabajo de investigación.

Al Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CIBNOR) por abrirme las puertas y por la experiencia que me llevo. Gracias al Laboratorio de Pesquería de la Unidad Sonora, en particular a Eloísa Herrera, Antonio Arballo, Ricardo Villelas, Jesús Padilla y Javier Tello, por su apoyo, por haber formado parte importante de este trabajo y por su gran labor en el proyecto. Muchas gracias.

## CONTENIDO

RESUMEN	i
LISTA DE TABLAS	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ANTECEDENTES	3
III. JUSTIFICACIÓN	7
IV. OBJETIVOS	8
V. HIPÓTESIS	9
VI. METODOLOGÍA	10
VI.1. Área de Estudio	10
VI.2. Sitios RAMSAR	12
VI.3. Trabajo de Campo	12
VI.3.1 Localización de las estaciones de muestreo	14
VI.4. Trabajo de Laboratorio	15
VI.5. Análisis a Nivel Comunidad	15
VI.5.1. Abundancia absoluta y abundancia relativa	16
VI.5.2. Diversidad	16
VI.5.3. Equidad de Pielou	17
VI.6. Procesamiento de Muestras	17
VI.6.1. Calculo de la biomasa zooplanctónica	17
VII. RESULTADOS	20
VII.1. Determinación del Tamaño de Muestra por el Método de Pielou	20
VII.2. Parámetros Fisicoquímicos de Temperatura y Salinidad del Agua	21
VII.3. Biomasa Zooplanctónica	22
VII.3.1. Volumen sedimentado	22
VII.3.2. Biomasa zooplanctónica estimada	23

VII.4.	Grupos dominantes de la comunidad zooplanctónica en la laguna costera de las Guásimas, Sonora en el periodo de enero a diciembre	25
VII.5.	Presencia de la Medusa Bola de Cañón ( <i>Stomolophus meleagris</i> )	28
VII.6.	Especies más Abundantes por Grupo	30
VII.7.	Abundancia Zooplanctónica Estimada	31
VII.8.	Composición de la Comunidad Zooplanctónica	32
VII.9.	Análisis a Nivel Comunidad	34
VIII.	DISCUSIÓN	38
VIII.1.	Parámetros Físicoquímicos de Temperatura °C y Salinidad	38
VIII.2.	Productividad Primaria, Biomasa y Comunidad Zooplanctónica	40
VIII.3.	Comunidad Zooplanctónica	42
IX.	CONCLUSIONES	47
X.	LITERATURA CITADA	48

## RESUMEN

El zooplancton forma parte de las comunidades planctónicas, son organismos ya sea permanentes (holoplancton) o forman parte temporal del plancton en alguna parte de su ciclo biológico (meroplancton), son organismos microscópicos que presentan escasa capacidad de locomoción y son transportados a través de las corrientes de marea. Las comunidades de zooplancton tienen una función predominante en la transferencia de energía de productores primarios a niveles tróficos superiores en los ecosistemas pelágicos. Las lagunas costeras son un hábitat de crianza, alimentación y refugio para diversas especies de invertebrados, y peces ya sean residentes o dependientes de estos hábitats en alguna fase de su ciclo de vida (meroplancton). En la laguna costera de las Guásimas, Sonora se llevó a cabo el análisis de muestras de obtenidas durante el año de 2010. Se efectuaron muestreos mensuales dentro de la laguna costera Las Guásimas, se analizaron dos muestras de zooplancton de dos estaciones (una externa y una interna a la laguna). La laguna de las Guásimas se encontró caracterizada por 24 grupos en la comunidad zooplanctónica, compuesta principalmente por copépodos, cladóceros y larvas de decápodos con un 86%. Los copépodos presentaron un total del 72% de la abundancia total, lo que indica que es el grupo más dominante en esta laguna con un total de 28 especies, seguido de un 7% de larvas de decápodos y un 6% de cladóceros con un total de 2 especies. 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 que aportaron la mayor proporción de la biomasa y la presencia del zooplancton gelatinoso mostró una baja en la biomasa y densidad del zooplancton por ser un gran depredador, la medusa *Stomolophus meleagris* puede ser un regulador de la densidad zooplanctónica en la laguna costera de las Guásimas, Sonora.

## LISTA DE TABLAS

Tabla I	Estimación del volumen filtrado en cada estación dentro y fuera de la laguna de las Guásimas, Sonora.	23
Tabla II	Grupos registrados en la laguna costera de las Guásimas de enero a diciembre.	33
Tabla III	Índices ecológicos dentro y fuera de la laguna costera de las Guásimas en el periodo de enero a diciembre.	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Área de estudio, laguna costera Las Guásimas Sonora, México.	11
Figura 2	Estaciones que se analizaron dentro y fuera de la laguna de las Guásimas.	14
Figura 3	Curva de acumulación de especies por el método de Pielou (1978).	20
Figura 4	Curva de acumulación de especies por el método de Pielou (1978).	20
Figura 5	Temperatura anual en la estación dentro y fuera de la laguna costera de las Guásimas, Sonora.	21
Figura 6	Salinidad anual en la estación dentro y fuera de la laguna costera de las Guásimas, Sonora.	22
Figura 7	Volumen sedimentado (ml) estacionalmente dentro y fuera de la laguna costera de las Guásimas, Sonora.	24
Figura 8	Biomasa zooplanctónica estimada ( $\text{ml}/100\text{m}^3$ ) dentro y fuera de la laguna costera las Guásimas, Sonora.	24
Figura 9	Abundancia absoluta de los grupos zooplanctónicos más dominantes en la estación interior de la laguna costera Las Guásimas, Sonora.	27
Figura 10	Abundancia absoluta de los grupos zooplanctónicos más dominantes en la estación fuera en la laguna costera Las Guásimas, Sonora.	27
Figura 11	Presencia de ctenóforos y larvas éfiras de <i>Stomolophus meleagris</i> en el periodo 2010 en la laguna las Guásimas, Sonora.	28
Figura 12	Datos de Capturas de la medusa bola de cañón <i>Stomolophus meleagris</i> en el periodo 2010 en la laguna costera de las Guásimas Sonora.	29
Figura 13	Especies dominantes en la comunidad zooplanctónica de las Guásimas, Sonora.	30
Figura 14	Abundancia dentro y fuera de la laguna costera de las Guásimas en el periodo de enero a diciembre.	31
Figura 15	Diversidad estimada por el Índice de Shannon-Wiener, valores mensuales en la comunidad zooplanctónica dentro y fuera de la laguna costera Las Guásimas, Sonora.	36
Figura 16	Índice de Equidad, valores mensuales en la comunidad zooplanctónica	36

dentro y fuera de la laguna costera Las Guásimas, Sonora.

Figura 17 Diagrama de caja con bigote, indicando la variación dentro y fuera del índice de Shannon-Wiener a lo largo del año en la laguna costera de Las Guásimas, Sonora. 37

Figura 18 Diagrama de caja con bigote, indicando la variación dentro y fuera del índice de equidad de Pielou a lo largo del año en la laguna costera de Las Guásimas, Sonora. 37

## I. INTRODUCCIÓN

El zooplancton ocupa una posición clave de la cadena trófica, ya que retiene y transfiere la materia y energía que el fitoplancton ha fijado fotosintéticamente (Fernández, 1990; Clark et al., 2001). Las comunidades de zooplancton tiene una función predominante en la transferencia de energía de productores primarios a niveles tróficos superiores en los ecosistemas pelágicos (Baduini, 1997): como la transferencia de carbono dentro de las redes tróficas marinas y el flujo vertical en la columna de agua, que forma parte de la “bomba biológica” de carbono hacia el interior del océano (Longhurst y Harrison, 1989). Además, constituyen la mayor proporción de la biomasa del planeta y son la base de la alimentación en los ecosistemas acuáticos (Harris et al., 2000). Comprenden una gran variedad de organismos como los copépodos, crustáceos del zooplancton permanente (holoplancton), que pueden llegar a dominar de un 50% hasta el 90% del volumen del zooplancton (Palomares-García, 1992), también están los quetognatos, cladóceros y el plancton temporal (meroplancton): larvas véliger de moluscos, huevos y larvas de peces, que pueden considerarse como indicadores naturales de masas de agua y contaminación, además de proporcionar información sobre las características del medio, influenciado por fenómenos ambientales a diferentes escalas de tiempo y espacio. Entre las que destacan por sus efectos la de El Niño Oscilación del Sur (ENSO), que tiene gran impacto en las pesquerías de interés comercial (Lavaniegos-Espejo y González-Navarro, 1999).

El zooplancton se utiliza para evaluaciones del potencial trófico en áreas de desove de peces, ya que proveen información de cuándo y dónde se pueda dar una concentración, permitiendo así una mejor planeación para la captura de especies de importancia económica (Jenyns, 1842; Smith y Richardson, 1979; Tait, 1987).

Las lagunas son ricas en nutrientes (Mee, 1978), ya que el constante movimiento provee a la columna de agua nutrientes del fondo casi todo el año, un suceso fundamental para la productividad primaria del cuerpo acuífero (Colombo, 1977). Gracias a su gran productividad, estos ecosistemas presentan una gran importancia ecológica, originada por la contribución de varios tipos de producción primaria, así como también por la energía y movimiento de mareas y la circulación del agua, además con su gran abundancia de nutrientes su conservación gracias a la mineralización y su retención se presenta una eficacia del

reciclaje de nutrientes tanto como en los hábitats bentónicos como en pelágicos y humedales (Alongi, 1998). Son un hábitat de crianza, alimentación y refugio para diversas especies de invertebrados, peces y aves, ya sean residentes o dependientes de estos hábitats en alguna fase de su ciclo de vida (meroplancton) (Day et al., 1989). Su importancia económica radica en ser el sostén de organismos que soportan pesquerías, acuacultura, turismo, entre otras actividades productivas como la explotación de sal (Kennish, 2000). Su medio ambiente se encuentra influenciado por diversos factores, tanto morfológicos (vientos y lluvias) y oceanográficos (mareas y corrientes) (Fairbridge, 1980; Nichols y Allen, 1981; Phleger, 1981), que influyen en la dinámica de nutrientes, ciclos de producción orgánica y estructura de las comunidades (Krumbein et al., 1981; Boynton et al., 1982; Nixon, 1982; Knoppers, 1994).

Los cuerpos de agua costeros pueden ser clasificados desde el punto de vista geomorfológico en: (1) estuarios, (2) lagunas costeras, (3) fiordos, (4) bahías, (5) ríos influenciados por mareas y (6) estrechos (Kjerfve, 1994). Una laguna costera es un cuerpo de agua costero, generalmente con orientación paralela a la línea de costa, protegido del océano por una barrera y conectado a este, al menos intermitentemente, por una o más bocas restringidas, y típicamente tienen profundidades promedio menores a 2 m (Kjerfve, 1994).

Kjerfve (1986), Kjerfve y Magill (1989) y Kjerfve (1994) han planteado una clasificación de las lagunas costeras, basada en la magnitud del intercambio de agua con el océano de menor a mayor, se reconocen tres tipos geomorfológicos: obstruidas, restringidas y de barreras múltiples. Esta clasificación es particularmente importante porque las lagunas costeras son fuertemente influenciadas por mareas, vientos, y las respuestas hidrodinámicas a cada uno de estos factores dependen de las características de sus bocas por donde se regula el intercambio de agua con el océano.

La laguna costera de Las Guásimas es una laguna de tipo restringida, donde se lleva a cabo una serie de importantes pesquerías, tales como camarón, jaiba, escama; y, en los últimos 10 años se ha cobrado importancia porque en sus aguas se pesca el 90% de la medusa bola de cañón, especie con alto valor comercial.

Sin embargo y a pesar de su importancia, poco se conoce de las comunidades zooplanctónicas que sostienen las biomásas de esos recursos de alta importancia comercial, por lo que el presente trabajo busca caracterizar la comunidad zooplanctónica de esta región.

## II. ANTECEDENTES

El Golfo de California por su gran variedad de hábitats como manglares, lagunas costeras, arrecifes rocosos y coralinos, ventilas hidrotermales, entre otros, es uno de los cinco ecosistemas marinos más diversos del planeta (González-Laxe, 2008). Ha sido definido como un ecosistema altamente productivo y conocido por albergar una gran cantidad de plancton (Osorio-Tafall, 1943; Zeitzschel, 1969; Gaxiola-Castro y Álvarez-Borrego, 1986; Valdez-Holguín y Lara-Lara, 1987; Gaxiola-Castro et al., 1995). La región central del Golfo de California está fuertemente influenciada por procesos hidrográficos que continuamente transportan nutrientes a la zona eufótica (Álvarez-Borrego et al., 1978; Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991). La costa continental del Golfo de California, desde el Río Colorado hasta Mazatlán, México posee 31 lagunas costeras, las cuales son muy importantes desde el punto de vista ecológico y pesquero (Contreras-Espinoza, 1993).

Las lagunas costeras y estuarios han sido reconocidos como ecosistemas dinámicos, donde la tasa de producción orgánica, productividad primaria y secundaria es muy alta (Phleger, 1969; Ayala-Castañares et al., 1969; Yáñez-Arancibia, 1986; Contreras-Espinoza, 1993), además de ser zona de protección, reproducción, crecimiento y alimentación para una gran cantidad de especies marinas, estuarinas y dulceacuícolas (Yáñez-Arancibia, 1986). Estas características de las lagunas favorecen una mayor diversidad de organismos meroplácticos en la comunidad del zooplancton, en comparación con el holoplácton compuesto por escasas especies (Odum, 1972). El 70 al 80% de las especies capturadas comercialmente, pasan alguna etapa de su vida en las lagunas costeras adyacentes al océano (Chávez-Ortíz y Torruco-Gómez, 1988; Contreras-Espinoza, 1993). Presentan importantes áreas de anidación y reproducción de especies de aves, lo que ha dado origen a convenios internacionales de conservación. Son zonas de gran importancia turística, actual o potencial ya que constituyen áreas de alto interés recreativo.

El gasto de energía que implica el responder a un ambiente con fuertes variaciones presenta regularmente niveles bajos de diversidad (Siokou-Frangou, 1996; Palomares-García et al., 1999). Los copépodos pueden aportar entre un 50 y un 90% del volumen del zooplancton (Palomares-García, 1992), en tanto que la contribución del resto de los grupos que lo componen cambia en función de la variabilidad de las condiciones ambientales, la

disponibilidad de alimento e incluso, de las fuentes de contaminación. No obstante, algunos elementos del meroplancton pueden llegar a ser dominantes en períodos cortos de tiempo, en coincidencia con una marcada estacionalidad de su época reproductiva (Siokou-Frangou, 1996).

El zooplancton ha sido objeto con un enfoque eminentemente taxonómico Alvariño-González (1969), Segura-Puertas (1980, 1987), Álvarez-Silva (1999), Álvarez-Silva et al. (2003) y Segura Puertas et al. (2003) sobre medusas; Álvarez-Silva (1994) sobre cladóceros; Davis (1949), Grice (1962, 1968), Zamora-Sánchez (1974), Fleminger (1975), Turcott-Dolores (1976), Alameda-de La Mora (1980), Montalvo- Arrieta y Benítez-Torres (1988), Walter (1989), Suárez-Morales y Gasca-Serrano (1989, 1991b), Álvarez-Silva y Gómez-Aguirre (1996), Palomares-García et al. (1998) y Suárez-Morales y Álvarez-Silva (2001) estudiaron los copépodos y Alvariño-González (1969), la composición y distribución de quetognatos.

Para las lagunas costeras de la Península de Baja California Sur el predominio de los grupos holoplanctónicos y las variaciones estacionales que componen al meroplancton, son la constante de diversos estudios realizados: Palomares-García y Gómez-Gutiérrez (1996), Lavaniegos-Espejo y González-Navarro (1999) y Palomares-García et al. (2003). Para las lagunas costeras del Pacífico Sur se presentan los de Gómez-Aguirre (1975), Gómez-Aguirre et al. (1974a, 1974b), Martínez-Guerrero (1978) y Álvarez-León (1980). Y para las lagunas costeras del Golfo de California, existen varios estudios: el Instituto de Biología de la UNAM condujo varios estudios enfocados al conocimiento de la ecología de estuarios y lagunas costeras de Yaváros, Agiabampo, Sonora, Huizache y Caimanero, Sinaloa, donde el motivo de dichos estudios fue la evaluación potencial de esos sistemas para la producción pesquera de camarones penéidos (Gómez-Aguirre, 1991). Gómez-Aguirre (1991), abordó el conocimiento del plancton y de interés el conocer los depredadores del plancton en el que destacan los celenterados y los ctenóforos.

De Silva-Dávila y colaboradores (2006), contribuyeron con el ciclo anual de los grupos dominantes del zooplancton en sistema lagunar de Navachiste, situado en el norte de Sinaloa se realizó recolecciones mensuales desde octubre de 2002 a septiembre del 2003 para realizar una evaluación de cambios en la estructura de la comunidad zooplanctónica, con énfasis en variables ambientales o influencias antropogénicas, encontrando 45 taxas a lo largo del año,

representando los copépodos un 50%, seguido por un 28% los decápodos, 7% quetognatos y un 6% cladóceros.

Guásimas ha sido estudiada desde diferentes enfoques, incluyendo estudios de flujos de nutrientes (Yebisma-Nebuay, 2010), fitoplancton (López-Martínez y Salinas-Zavala, 1996), peces (Varela-Romero, 1987 y Varela-Romero, 1990; Yépiz-Velázquez, 1990; Campoy-Favela y Calderón-Aguilera, 1993; Ontiveros-Granillo, 2009; Montesinos-González, 2009; Ontiveros-Granillo, 2011), crustáceos (Campoy-Favela y Calderón-Aguilera, 1991; Morales-Azpeitia et al., 1994; Hernández-Moreno, 2000; Aragón-Noriega y García Juárez, 2001; Arreola-Lizárraga, 2003; Arreola-Lizárraga et al. 2003; Nevárez-Martínez et al., 2004; Arreola-Lizárraga et al., 2004; Reyes-Benítez 2005, Reyes Benítez et al., 2007; Hernández-Moreno y Arreola-Lizárraga, 2007), moluscos (Irruegas, 1969; Irruegas y Márquez, 1969; Campoy y Calderón, 1991; Audeves et al., 1997; Esquer-Ruíz, 2004; Castillo-Durán, 2007), Cnidarios (Padilla-Serrato, 2011), poliquetos (Campoy y Calderón, 1993; Enríquez-Ocaña, 1999), así como también estudios biológicos pesqueros, resaltando los trabajos de Márquez-Tiburcio, 1976; Miranda-Mier et al., 1992; Nevárez-Martínez et al., 2003; Reyes-Benítez, 2004 y Reyes Benítez et al., 2005, mismos que muestran el gran valor económico que presenta la zona por la variedad de recursos pesqueros. La laguna sirve como área de reproducción, crianza y desarrollo del camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*), ostiones (principalmente *Crassostrea virginica* y *C. corteziensis*), de las jaibas *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus*, así como de lisa (*Mugil cephalus*) y las mojarras *Eugerres axilaris*, y *Eucinostomus entomelas*, especies de importancia económica en la zona (Garduño, 1974; Yépiz-Velázquez, 1990 y Hernández-Moreno y Arreola-Lizárraga, 2000). Además, actualmente se lleva a cabo una pesquería comercial de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* (López-Martínez y Álvarez-Tello 2008, Carta Nacional Pesquera, 2010), ésta medusa es principalmente carnívora, presenta hábitos depredadores y su alimentación está basada primordialmente en zooplancton (Möller, 1980; Arai, 1997; Padilla-Serrato, 2011). En estudios de alimentación se encontraron varias presas en su cavidad gástrica (Larson, 1991; Arai, 1997; Padilla-Serrato, 2011), donde se muestra que pueden consumir varios grupos del zooplancton, incluyendo: huevos y larvas de peces (Purcell et al., 1994; Arai, 1997; Padilla-Serrato, 2011); cladóceros (Arai, 1997); hidromedusas (Fancett, 1988; Arai, 1997); ctenóforos (Purcell y Cowan, 1995; Arai, 1997); copépodos (Arai, 1997; Suchman y Sullivan, 2000); quetognatos, larvas véliger

de bivalvo y gasterópodo, rotíferos (Arai, 1997; Padilla-Serrato, 2011); otros crustáceos y sus larvas (Alvariño-González, 1985; Arai, 1997). Son, además, un factor determinante en la dinámica de las poblaciones de otras comunidades zooplanctónicas (Russell 1970; Alvariño-González, 1975; Ramírez y Zamponi, 1981; Purcell y Arai, 2001).

Los trabajos sobre la comunidad zooplanctónica de las Guásimas, son nulos, por lo que se considera altamente importante su estudio, principalmente al ser esta zona de alimentación, reproducción y crianza de muchas de las especies comerciales que sostienen a las pesquerías de la localidad.

### **III. JUSTIFICACIÓN**

La laguna costera de las Guásimas, Sonora, México, se encuentra catalogada como un sitio Ramsar desde el año 2008, ya que presenta una gran importancia ecológica para la flora y fauna que habita este cuerpo lagunar ya que sustenta especies vulnerables, en peligro o peligro crítico o comunidades ecológicas amenazadas, poblaciones de especies vegetales y/o animales importantes para mantener la diversidad biológica y la sustentabilidad de especies vegetales y/o animales cuando se encuentran en una etapa crítica de su ciclo biológico, o les ofrece refugio cuando prevalecen condiciones adversas. Por lo que la laguna costera Las Guásimas es una zona de alimentación, reproducción y crianza de muchas especies ya sea de importancia económica o ecológica; y considerando que muchas de ellas dependen del zooplancton y/o forman parte de él en alguna etapa de su vida, es importante el análisis de las comunidades de zooplancton de esta localidad.

## **IV. OBJETIVOS**

Determinar la composición zooplanctónica de la laguna costera de las Guásimas, Sonora México.

### **IV.1 Objetivos Específicos**

Caracterizar la composición específica a nivel taxonómico más bajo posible del zooplancton a lo largo de un año en la laguna costera las Guásimas, Sonora.

Caracterizar la variación estacional del zooplancton.

Determinar la abundancia, diversidad y equidad de la comunidad zooplanctónica en la laguna costera de las Guásimas, Sonora, México.

## **V. HIPÓTESIS**

La comunidad zooplanctónica es afectada a través del tiempo que determina la abundancia y la presencia de distintas especies zooplanctónicas por la variabilidad hidrológica de la laguna costera de Las Guásimas, Sonora México.

## **VI. METODOLOGÍA**

### **VI.1. Área de Estudio**

Las Guásimas se localiza en la planicie costera de Sonora ( $27^{\circ} 49' - 55'N$ ,  $110^{\circ} 29' - 45' W$ ) (Figura 1), tiene una superficie de  $51 \text{ km}^2$  y profundidad media de 0.7 m, se encuentra limitada por dos barreras arenosas, una al norte y otra al sur. Las lluvias y sus escorrentías son las únicas fuentes de agua dulce. Se caracteriza por tener comunicación permanente con mar abierto a través de una boca de 2 km de longitud, la circulación inducida principalmente por mareas, las cuales son mixtas semi-diurnas con amplitud de 0.8 m, (Chávez-López y Álvarez-Arellano, 2006).

Guásimas es caracterizada como una laguna restringida con circulación inducida por marea y buen intercambio de agua con el océano; las lluvias ocurren mayormente en verano, presenta una influencia del clima árido donde la evaporación es 10 veces mayor a la precipitación con una temperatura del aire con oscilaciones  $>14^{\circ}C$ , los vientos del noroeste en invierno-primavera generan surgencias costeras, que son claves en el patrón anual de nutrientes, dicho patrón es reflejado en la biomasa y productividad fitoplanctónica (Arreola-Lizárraga, 2003). La laguna presenta una salinidad mayor a la del océano ya que presenta una evaporación 10 veces mayor a la precipitación pluvial (Evaporación =  $2982 \text{ mm año}^{-1}$ , Precipitación =  $290 \text{ mm año}^{-1}$ ) (Arreola-Lizárraga, 2003). La temperatura presenta una diferencia marcada entre primavera ( $32^{\circ}C$ ) e invierno ( $16^{\circ}C$ ) y es influenciada por la temperatura del aire que tiene oscilaciones anuales  $> 14^{\circ}C$  (García-Amparo, 1988) y por las masas de aguas costeras que cambian estacionalmente, donde son claves en el patrón anual de nutrientes, reflejándose en la biomasa, productividad fitoplanctónica, estructura y productividad del manglar, donde algunos organismos en su ciclo larval dependen de los hábitats de la laguna (Arreola-Lizárraga, 2003).

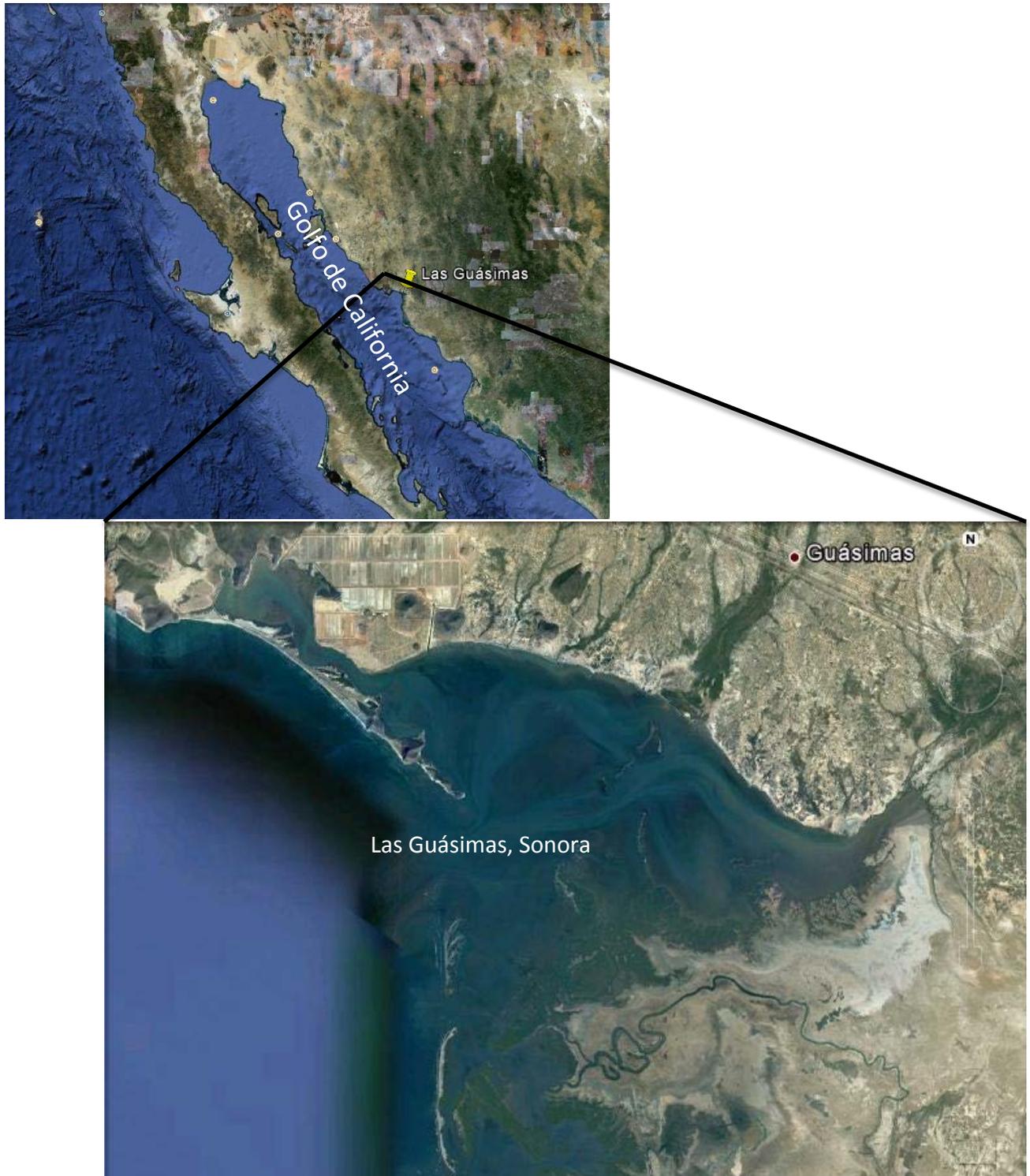


Figura 1. Área de estudio, laguna costera Las Guásimas Sonora, México.

Se observan zonas de manglar a lo largo de toda la costa, el manglar se caracteriza por no presentar una estructura arbórea mixta; el entramado laberinto de árboles, arbustos y raíces suele en realidad ser una masa forestal ordenada en donde las diferentes especies de mangle crecen en bandas según su distinto grado de resistencia a las inundaciones periódicas de las mareas, y por tanto, a la sal. Así, el mangle rojo se presenta usualmente en la parte frontal del manglar en contacto directo con el agua salobre. Atrás del mangle rojo podemos encontrar al mangle negro y atrás de éste, en suelos un poco más altos, se encuentra el mangle blanco, menos tolerante a la salinidad. Estos manglares son zonas de reproducción, desarrollo y alimentación de multitud de especies de peces, invertebrados y aves (INEGI, 1984; Arreola-Lizárraga, 1994). Dada la gran importancia que presenta este cuerpo costero, se encuentra enlistada en los sitios RAMSAR de todo el mundo.

## **VI.2. Sitos RAMSAR**

La Convención sobre los Humedales es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional, la cooperación internacional pro-conservacional, el uso racional de los humedales y sus recursos. Fue adoptada en la ciudad iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975 y es el único tratado global relativo al medio ambiente que se ocupa de un tipo de ecosistema en particular. Los países miembros de la Convención abarcan todas las regiones geográficas del planeta (Ramsar, Irán, 1971). La selección de humedales se basa en su importancia internacional de términos ecológicos, botánicos, zoológicos, limnológicos o hidrológicos.

Actualmente México cuenta con 129 sitios Ramsar en una totalidad de 8,376,271 hectáreas. Para el 2008 el complejo lagunar de Las Guásimas-Estero Lobos se encuentra en el número 1790 de la lista de sitios Ramsar de todo el planeta (Ramsar, 2011).

## **VI.3. Trabajo de Campo**

Durante 2010 como parte de las actividades contempladas dentro del Proyecto Ciencia Básica 2008 titulado “Ecología poblacional y papel funcional de la medusa *Stomolophus meleagris* en el ecosistema marino del Golfo de California”, se llevaron a cabo muestreos mensuales en la

laguna costera Las Guásimas por parte del personal técnico del Laboratorio de Pesquerías del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. Unidad Guaymas. Las muestras de zooplancton se obtuvieron de dos estaciones: una dentro y una fuera de la laguna, a través de una red de plancton estándar de 250 micras, con una longitud del cuerpo de 1 metro y 35 cm de diámetro de boca. Los arrastres fueron oblicuos y efectuados durante cinco minutos a velocidad de 2-3 nudos. Se tomó las coordenadas al inicio y final de cada arrastre. No se contó con todas las muestras del año 2010 por lo que se analizaron muestras del año 2011 del mismo proyecto en los meses de julio y septiembre, no se obtuvieron datos para el mes de octubre para los dos años ya que no se realizaron muestreos por fallas técnicas. Posteriormente las muestras se colocaron en frascos de 1 lt con 100 ml de formaldehído al 4% neutralizado con borato de sodio (bórax) y aforado a un litro con agua de mar. Los frascos fueron etiquetados con datos de localidad, estación y año.

### VI.3.1. Localización de las estaciones de muestreo



Figura 2. Estaciones que se analizaron dentro y fuera de la laguna Las Guásimas. (Azul: Estaciones del año 2010 y Rojas: Estaciones del año 2011).

Las estaciones de muestreo se localizaron en la parte más norteña de la boca de la laguna las Guásimas, Sonora, obedeciendo a dos consideraciones:

1. La profundidad de la zona: dado que en el estero Bachoco (localizado en la parte sureña de la laguna) las profundidades son muy someras (menos de 40 cm), imposibilita el traslado de la embarcación a esa zona, este es el mismo caso para la parte central de la laguna.
2. La mayor parte de las medusas se concentraron en la boca, cerca del cerro Yasicuri (parte norteña de la laguna).

#### **VI.4. Trabajo de Laboratorio**

Una vez obtenidas las muestras, en el laboratorio de Pesquerías del CIBNOR Guaymas se sedimentaron en probetas de un litro por un lapso de 48 horas y se tomaron datos de la biomasa desplazada. Se filtraron las muestras sedimentadas y se pasaron a frascos de 100 ml previamente etiquetados con formol al 4%. El tamaño mínimo de muestra a analizar se determinó por el método de Pielou (1978), a través de una curva de acumulación de especies.

Para el análisis de las muestras, se tomó una alícuota de 20 ml en el caso de que la biomasa sedimentada total fuera mayor a 20 ml y en el caso de que la muestra presentara una biomasa menor, se analizó toda la muestra. Se determinó el taxón más bajo posible siguiendo las claves propuestas por Wickstead (1965), Smith (1977), Mair (1979), Palomares et al. (1998), Boltovskoy (1981, 1999), Shanks (2001), Young (2002).

Se extrapoló el número de organismos contabilizados en la alícuota al total de la muestra y posteriormente a número de organismos por metro cúbico, siguiendo la metodología propuesta por Harris et al. (2006). Posteriormente se obtuvieron índices ecológicos para la caracterización de las comunidades zooplanctónicas.

#### **VI.5. Análisis a Nivel Comunidad**

Con la finalidad de caracterizar la comunidad planctónica en cada localidad, se utilizaron los índices ecológicos de abundancia relativa, diversidad y equidad, de cada uno de ellos se estimaron sus intervalos de confianza a través del programa Palaeontological Statistics (PAST) (Oyvind Hammer, Harper y Ryan, 2005). Con estos índices se llevaron a cabo análisis comparativos entre los diversos sitios.

### **VI.5.1. Abundancia absoluta y abundancia relativa**

El índice de abundancia relativa permite detectar en primera instancia las especies que representan la parte más importante de la comunidad. Con base en el número de cada especie planctónica capturada, se estima el índice de abundancia relativa de cada estación de muestreo mediante las siguientes expresiones:

$$\%N = \frac{ni}{NT} (100)$$

Donde:

%N: Es la abundancia relativa en número.

ni: Es el número de individuos de la especie i capturada.

NT: Es el número total de individuos de todas las especies.

### **VI.5.2. Diversidad**

Se utilizó el Índice de Diversidad de Shannon-Wiener, ya que permite por su amplio uso, establecer comparaciones con otras áreas geográficas en las cuales se haya aplicado el mismo índice y tiene la ventaja que se distribuye de manera normal permitiendo realizar operaciones básicas y estadísticas. Se expresa de la siguiente manera:

$$H' = \sum_{i=1}^n (Pi \ln Pi)$$

Dónde:

H': Es el Índice de diversidad de Shannon

n: Es el número de especies

Pj: Es el cociente del número de organismos de la especie i entre el número total de la muestra, ni/NT.

ni: Es el número de individuos de la especie i.

NT: Es el número de todos los individuos de todas las especies.

El índice presenta un intervalo de 0 a 6, donde los valores menores o iguales a 3 indican una comunidad poco diversa, es decir que es dominada por pocas especies, en cambio los valores mayores a 3 nos indica una comunidad muy diversa

### **VI.5.3. Equidad de Pielou (1975, 1977)**

Este índice expresa la diversidad  $H'$  relativa al máximo valor que  $H'$  puede alcanzar cuando todas las especies en la muestra son perfectamente equitativas, con un individuo por especie:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

Donde:

$H'$ : Es el índice de Shannon-Wiener

$S$ : Es el número total de organismos de la muestra

## **VI.6. Procesamiento de las Muestras**

### **VI.6.1. Cálculo de la biomasa zooplanctónica**

Para el cálculo de la biomasa zooplanctónica se utilizó el método de sedimentación. Éste se fundamenta en depositar la muestra en probetas graduadas a volúmenes que pueden variar desde 100 ml a 1 lt. Se dejaron reposar durante 48 horas con el fin de lograr la sedimentación del material biológico para conocer la cantidad de zooplancton sedimentado. Posteriormente los valores se dividen entre el volumen de agua filtrada y se expresan en  $\text{ml}/\text{m}^3$ .

$$B = \frac{L}{V}$$

Dónde:

B: Representa el valor de la biomasa estimada.

L: Corresponde a la lectura de plancton sedimentado.

V: Es el volumen de agua filtrado en el arrastre.

Se multiplicó al final por 100 para estandarizar a ml/100m<sup>3</sup>

El volumen de agua filtrada se calculó mediante la fórmula  $V = \pi \cdot r^2 \cdot d$

Dónde:

$\pi$ : Valor de pi

r: Es el radio de la boca de la red

d: Es la distancia recorrida.

Estandarización de los datos a número total de organismos contenidos en la muestra:

$$O = \frac{N * Vi}{Vii}$$

Donde:

O: Es el número total de organismos en la muestra.

N: Organismos totales encontrados en la alícuota.

Vi: Es el volumen total de la muestra.

Vii: Es el volumen de la alícuota.

Los valores resultantes se dividieron entre la cantidad de agua filtrada y se expresaron en Ind/m<sup>3</sup>.

$$O = \frac{C}{V}$$

Donde:

O: representa el número total de organismos en el medio.

C: es el valor resultante de los conteos.

V: corresponde al volumen filtrado en el arrastre.

Al final se multiplicó por 100 para estandarizar a ind/100m<sup>3</sup>

## VII. RESULTADOS

### VII.1. Determinación de Tamaño de Muestra por el Método de Pielou (1978)

En las figuras 3 y 4 se muestra la curva de acumulación de especies que se obtuvo al aplicar el método de Pielou, donde el tamaño de muestra que se presentó en las dos curvas fue de 16 y 18 ml, determinando para todas las muestras un total de 20 ml del tamaño de muestra.

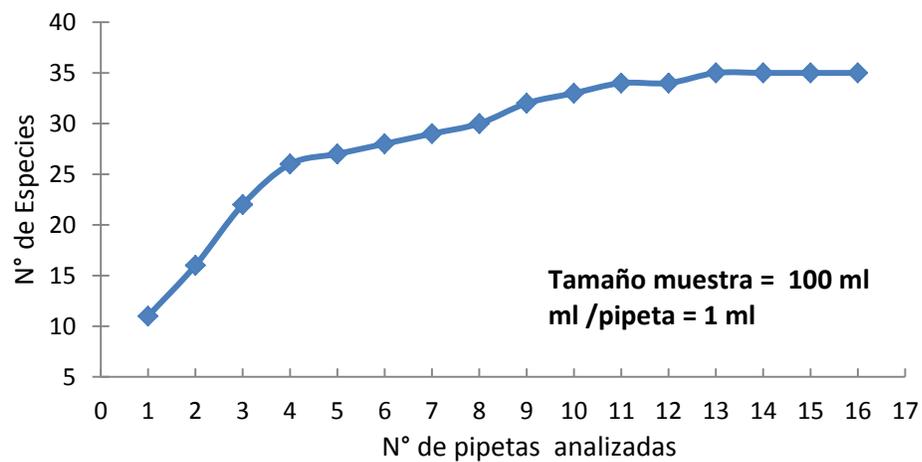


Figura 3. Curva de acumulación de especies por el método de Pielou (1978).

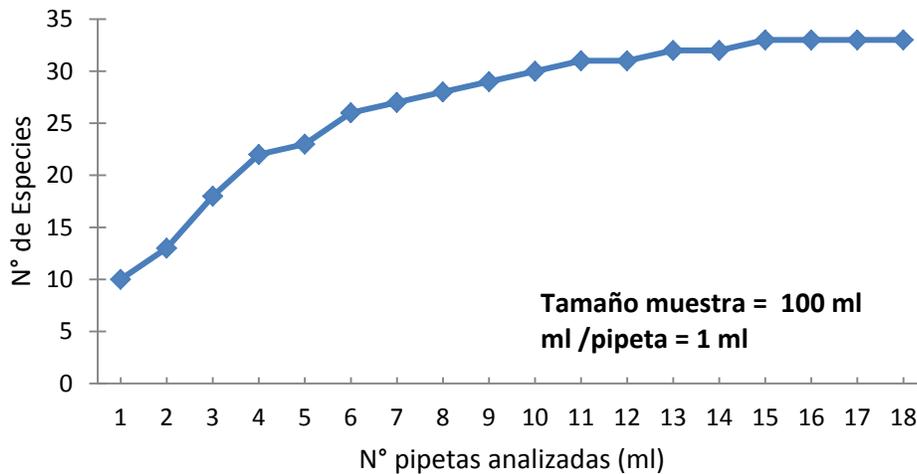


Figura 4. Curva de acumulación de especies por el método de Pielou (1978).

### VII.3. Parámetros Físicoquímicos de Temperatura (°C) y Salinidad del Agua

Los valores promedio mensuales de la temperatura mostraron variaciones estacionales con valores más altos de julio a septiembre (32-33°C) dentro de la laguna y fuera (31-33 °C). Los más bajos se presentaron durante diciembre y enero (16-19 °C) dentro de la laguna y de (18°C) fuera de la laguna de las Guásimas, Sonora (Figura 5).

Las salinidades más altas se presentaron en los meses de julio (con valores de 41 dentro y fuera) y septiembre (42 dentro y 41 fuera). En los meses de marzo y abril las salinidades de la estación exterior presentó salinidades más altas (35 en marzo y 36 en abril) que la estación interior y los valores más bajos de salinidad se obtuvieron en el mes de enero con 35 (dentro) y 34 (fuera) (Figura 6).

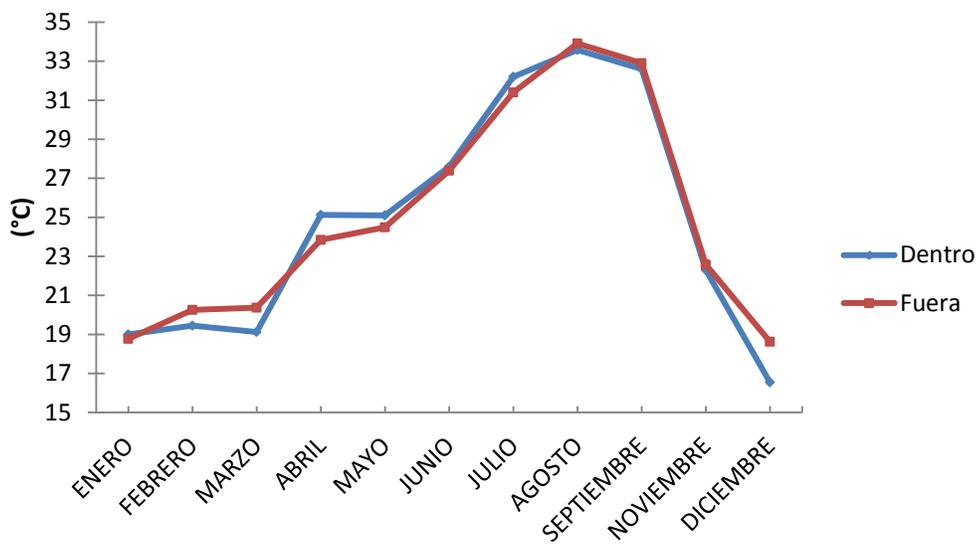


Figura 5. Temperatura anual en la estación dentro y fuera de la laguna costera de las Guásimas, Sonora.

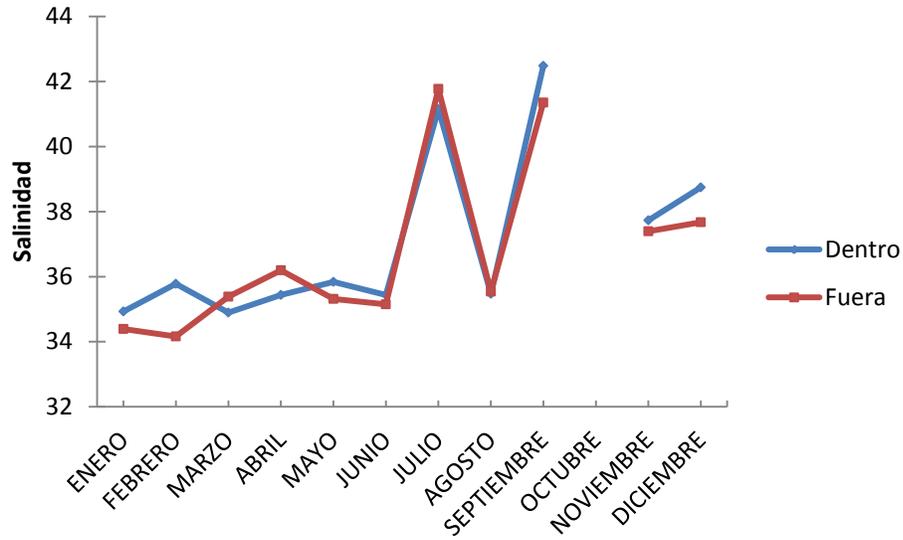


Figura 6. Salinidad anual en la estación dentro y fuera de la laguna costera de las Guásimas, Sonora.

## VII.4. Biomasa Zooplanctónica

### VII.4.1. Volumen sedimentado

El volumen sedimentado alcanzó un valor máximo anual en el mes de febrero en la estación interior de la laguna con 60 ml de volumen sedimentado, en marzo empieza a haber un descenso hasta mayo donde se obtiene otro pico con 60 ml en el exterior lagunar y el registro más bajo del año se obtuvo en el mes de agosto con 6 ml dentro de la laguna y 3 ml en la estación fuera de la laguna, la biomasa empieza a ascender a partir del mes de septiembre a noviembre y empieza a descender en el mes de diciembre (Figura 7).

#### VII.4.2. Biomasa zooplanctónica estimada

En los valores de la biomasa estimada ( $\text{ml}/100\text{m}^3$ ) hubo tanto ascensos como descensos al igual que la biomasa sedimentada, los valores más altos se obtuvieron en el mes de mayo con ( $196$  y  $195 \text{ ml}/100\text{m}^3$ ), tanto dentro como fuera de la laguna y los valores más bajos en los meses de julio ( $4$  y  $9 \text{ ml}/100\text{m}^3$ ) y agosto ( $14$  y  $6 \text{ ml}/100\text{m}^3$ ) (Figura 8). En la Tabla I se muestran los valores de biomasa sedimentada (ml), volumen filtrado ( $\text{m}^3$ ) y organismos totales de cada una de las estaciones muestreadas en la laguna costera de las Guásimas, Sonora.

Tabla I. Estimación del volumen filtrado en cada estación, dentro y fuera de la laguna de Las Guásimas, Sonora. VSED= Volumen sedimentado (mL), VF= Volumen filtrado ( $\text{m}^3$ ) y #ORG T= Número de organismos totales contados en cada estación. A: Muestras del 2010 y A: Muestras del año 2011.

	VSED (mL)		VF ( $\text{m}^3$ )		# ORG T	
	Dentro	Fuera	Dentro	Fuera	Dentro	Fuera
ENERO	10	13	73.60084	39.54677	764	1432
FEBRERO	60	30	46.55097	50.18007	10033	3029
MARZO	30	10	45.00966	56.20483	7764	2948
ABRIL	15	15	25.30555	33.37	19185	13601
MAYO	50	60	16.52529	21.25793	7372	5026
JUNIO	30	8	21.72648	27.04986	3977	28366
JULIO	<u>5</u>	<u>10</u>	<u>31.0157</u>	<u>20.13514</u>	<u>17146</u>	<u>7172</u>
AGOSTO	6	3	31.94126	36.59885	10863	7057
SEPTIEMBRE	<u>26</u>	<u>25</u>	<u>34.1801</u>	<u>28.99815</u>	<u>17676</u>	<u>4354</u>
OCTUBRE	-	-	-	-	-	-
NOVIEMBRE	30	40	25.22088	40.2241	3777	13596
DICIEMBRE	20	25	34.85262	37.06356	1071	1051

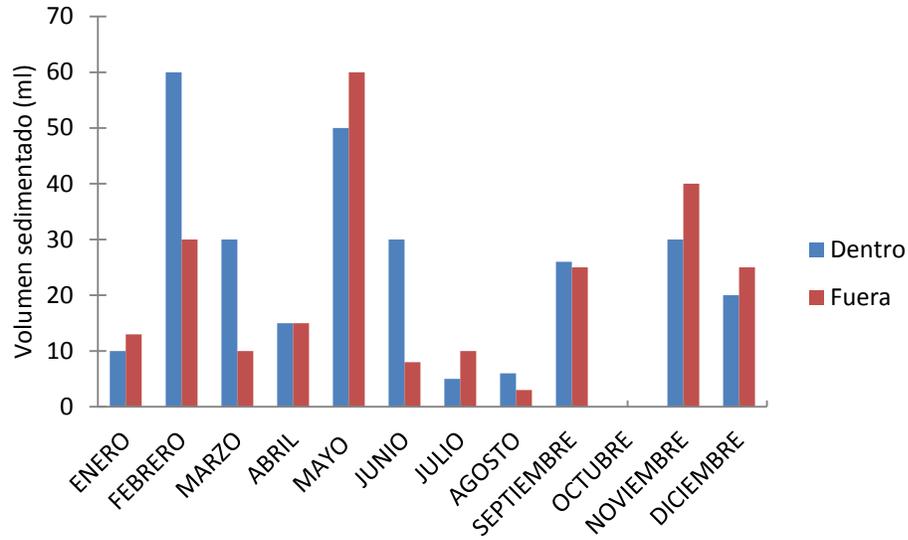


Figura 7. Volumen zooplanctónico sedimentado (ml) estacionalmente dentro y fuera de la laguna costera de las Guásimas, Sonora.

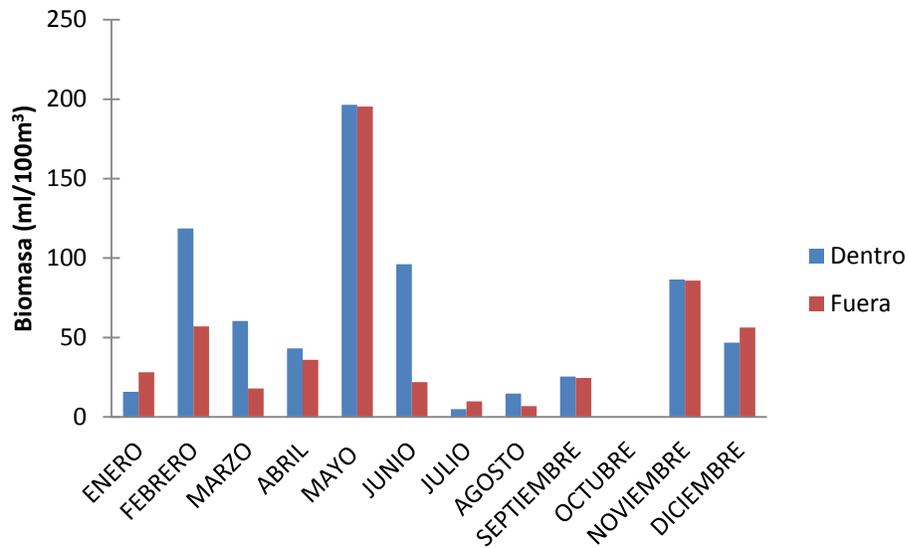


Figura 8. Biomasa zooplanctónica estimada (ml/100m³), dentro y fuera de la laguna costera las Guásimas, Sonora.

## **VII.5. Grupos dominantes de la comunidad zooplanctónica en la laguna costera de las Guásimas, Sonora en el periodo de enero a diciembre.**

En las figuras 9 y 10 se muestra la abundancia absoluta de los grupos más dominantes a lo largo del año en la laguna costera de Las Guásimas, Sonora México.

En la estación interior de la laguna hubo una dominancia por parte de los copépodos en todo el año la mayor abundancia de los copépodos se presentaron en el mes de abril con un total de 18,981 copépodos y 94 individuos del grupo "otros", la menor presencia de copépodos se obtuvo en el mes de enero con 443 individuos y 240 del grupo "otros". En junio se presenta con mayor abundancia el grupo de los cladóceros con un total de 1,533, los copépodos un total de 1,690 y los otros con un total de 651. En el mes de julio hay una dominancia sobre los copépodos por parte de las larvas de decápodos con un total de 10,940 individuos y por parte de los copépodos un total de 4,271 y 1,177 por parte de los "otros".

Los quetognatos se encontraron presentes todo el año con menores abundancias de 225 individuos con excepción en el mes de noviembre que no se presenciaron.

En el grupo "otros", durante la estación de invierno (diciembre-febrero) hubo una disminución en la biomasa y además la presencia de zooplancton gelatinoso como larvas de medusas y ctenóforos (Figura 11). Durante el verano (junio a agosto) hubo una disminución de los copépodos y un aumento de cladóceros en el mes de junio y en julio una dominancia de decápodos (larvas de braquiuros) y a partir de agosto se presentaron en menor abundancia dominando de nuevo los copépodos a lo largo del año (Figura 9).

En la estación fuera de la laguna al igual que la interior, la comunidad fue dominada principalmente por los copépodos, a excepción de los meses de mayo, junio, julio y noviembre donde se encontraron en menor abundancia pero muy presentes a lo largo del año. La dominancia más alta por el grupo de los copépodos fue en el mes de abril con 14,029 individuos y en menor el grupo "otros" con 342 individuos. La menor abundancia de los copépodos se encontró en el mes de diciembre con 621 individuos y un total de 385 individuos del grupo "otros". Durante el mes de mayo a julio se encontró la presencia de cladóceros, larvas de decápodos, huevos de peces, quetognatos, moluscos, larvas cípris de balanos, larvas de urocordados, larvas de poliquetos, larva cifonauta de briozoarios, ostrácodos y cumáceos

en muy escasa abundancia. A partir de agosto se presenciaron cladóceros, quetognatos, larvas de decápodos, larvas véliger (moluscos), algunos celenterados y sus larvas en bajas concentraciones. En diciembre la abundancia de los copépodos descendió y el resto fue ocupado por cladóceros, huevos de peces, quetognatos, larvas véliger de moluscos y del zooplancton gelatinoso compuesto por ctenóforos, medusas y sus larvas, sifonóforos y larvas cifonautas de briozoarios (Figura 10).

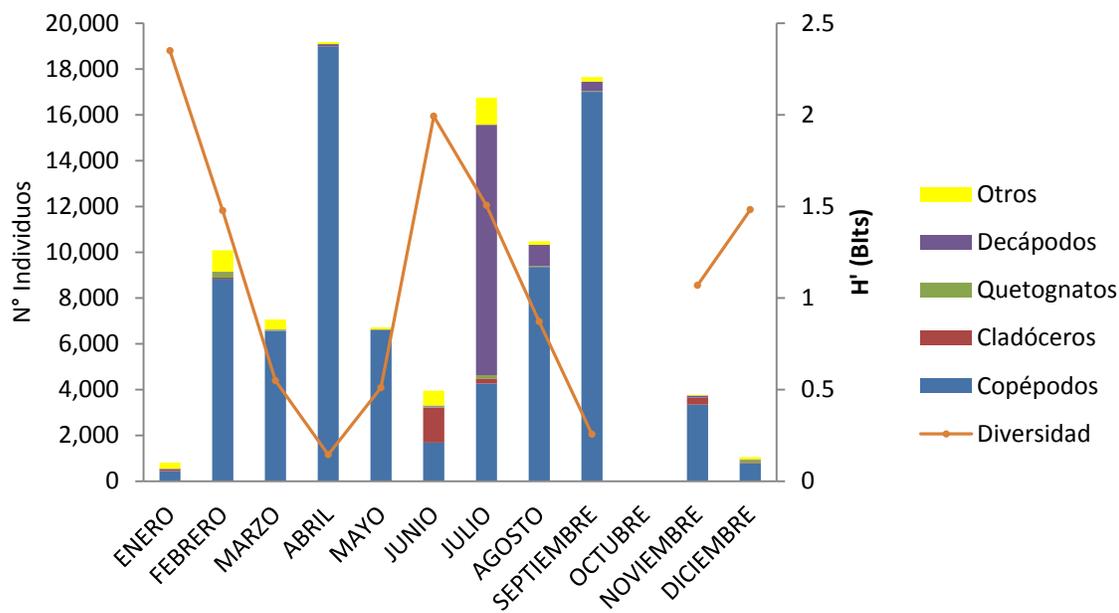


Figura 9. Abundancia absoluta de los grupos zooplanctónicos más dominantes en la estación interior de la laguna costera Las Guásimas, Sonora.

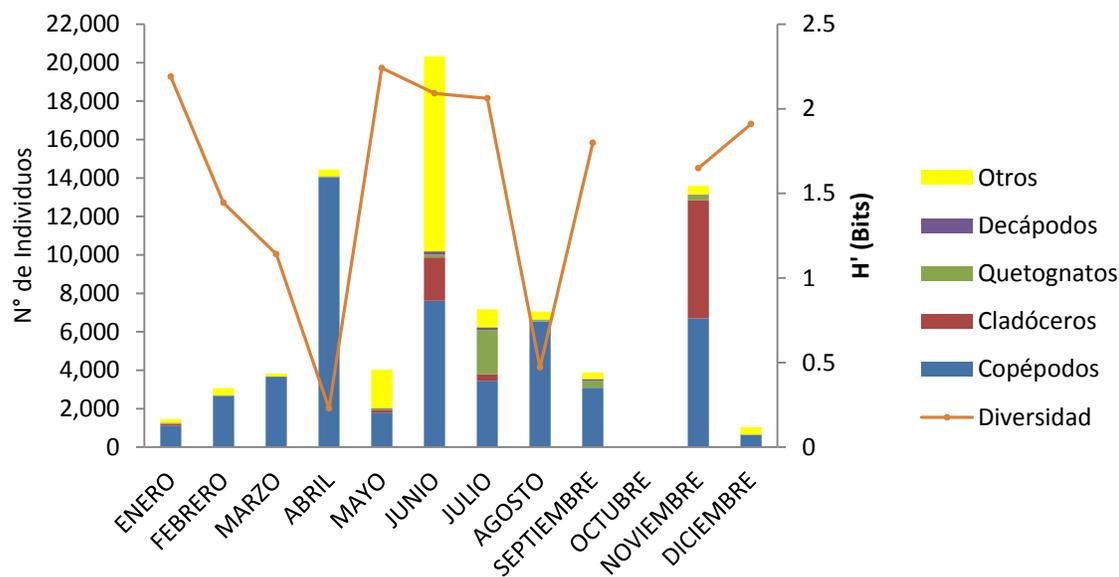


Figura 10. Abundancia absoluta de los grupos zooplanctónicos más dominantes en la estación fuera en la laguna costera Las Guásimas, Sonora.

### VII.6. Presencia de la Medusa bola de Cañón (*Stomolophus meleagris*)

La mayor presencia de zooplancton gelatinoso se dio en los meses de diciembre a febrero abundando principalmente los ctenóforos y las larvas éfiras únicamente se presentaron de enero a marzo con menos de 30 individuos (Figura 11).

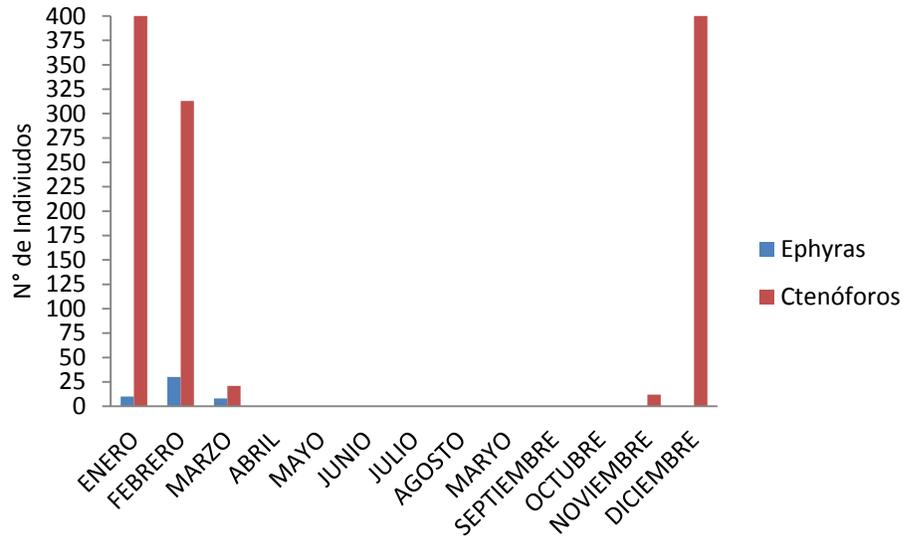


Figura 11. Presencia de ctenóforos y larvas éfiras de *Stomolophus meleagris* en el periodo 2010 en la laguna las Guásimas, Sonora. (tomado de López-Martínez et al., 2010).

En la laguna costera de las Guásimas, la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris*, es uno de los recursos pesqueros más importantes, ya que se lleva a cabo una pesquería comercial, para el año 2010 se obtuvo el máximo de captura en el mes de abril con un total de 3, 245, 531 kg y para el mes de mayo un valor de 260,700 kg (Figura 12).

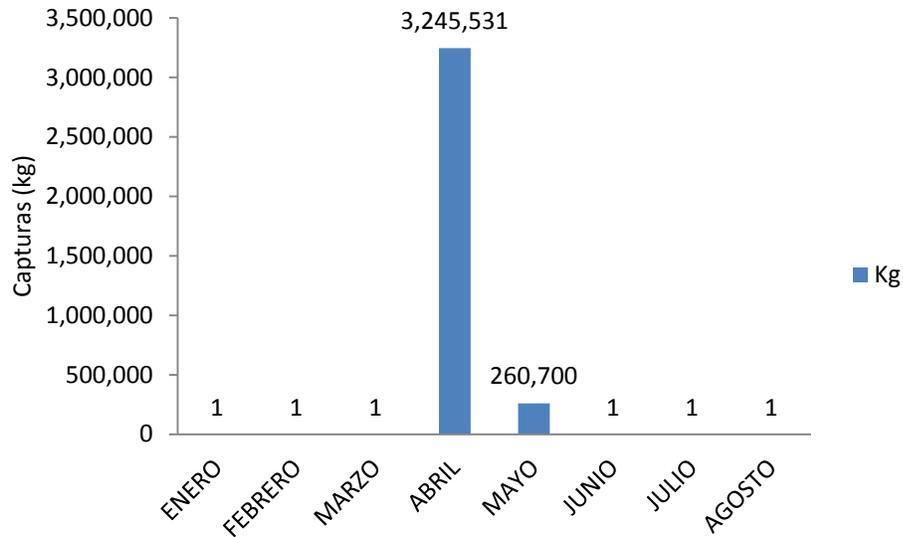


Figura 12. Datos de Capturas de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* en el periodo 2010 en la laguna costera de las Guásimas Sonora (tomado de López-Martínez et al., 2010).

## VII.7. Especies más Abundantes por Grupo

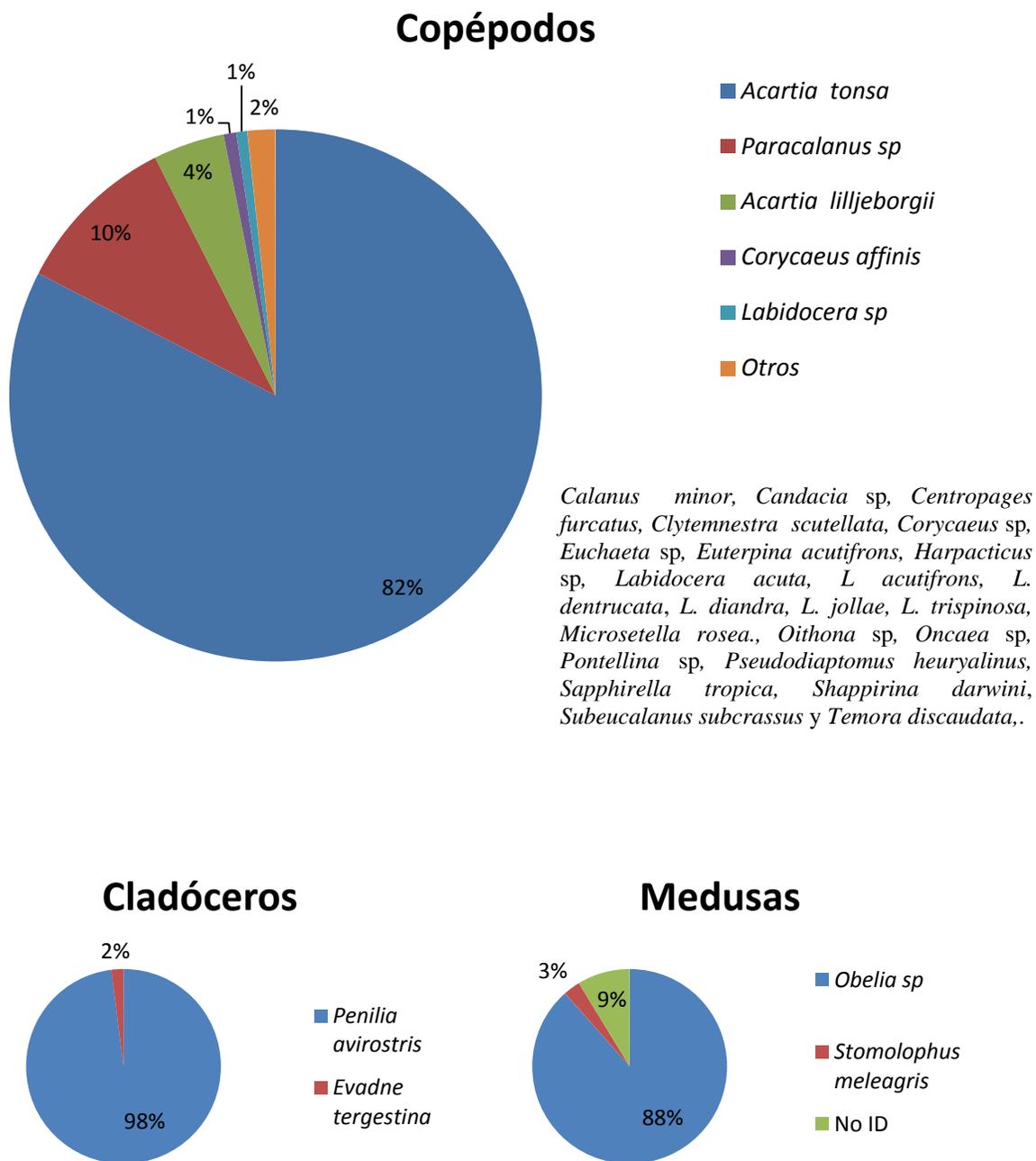


Figura 13. Especies dominantes en la comunidad zooplanctónica de las Guásimas, Sonora.

## VII.8. Abundancia Zooplanctónica Estimada

En la figura 14 se muestra la abundancia estimada ( $\text{ind}/100\text{m}^{-3}$ ), a lo largo del año se mostró mayor abundancia dentro de la laguna, con una abundancia mayor en el mes de mayo con  $196,063 \text{ ind}/100\text{m}^{-3}$  y una menor abundancia en el mes de enero con  $5,523 \text{ ind}/100\text{m}^{-3}$  y fuera de la laguna una mayor abundancia en el mes de noviembre con  $169,003 \text{ ind}/100\text{m}^{-3}$  y  $6,825 \text{ ind}/100\text{m}^{-3}$  en el mes de marzo con menor abundancia.

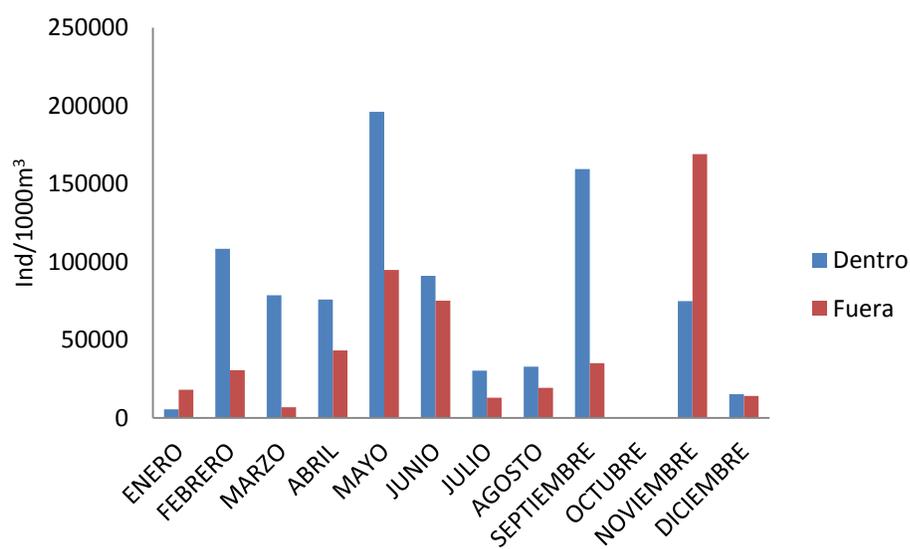


Fig. 14. Abundancia dentro y fuera de la laguna costera de las Guásimas en el periodo de enero a diciembre.

## VII.9. Composición de la Comunidad Zooplanctónica

La laguna de las Guásimas se encontró caracterizada por 24 grupos en la comunidad zooplanctónica y la componen principalmente los copépodos, cladóceros y larvas de decápodos, aportando el 86% de los organismos de la abundancia total. De la cual los copépodos presentaron un total del 72%, lo que indica que es el grupo más dominante en esta laguna, con un total de 27 especies, seguido de un 7% de larvas de decápodos y un 6% de cladóceros con un total de 2 especies (Tabla II).

La especie más abundante a lo largo del ciclo anual fue *Acartia tonsa* que fue la más dominante con un 83% entre los copépodos, *Penilia avirostris* con un 98% de los cladóceros y *Obelia* sp de los celenterados con un 88% (Figura 13).

Tabla II. Grupos registrados en la laguna costera de las Guásimas de enero a diciembre (AR= Abundancia Relativa expresada en porcentaje).

Grupos dominantes	AR	Grupos dominantes	AR
Decapoda	7.45	Copepoda	72.8
<i>Farfantopenaeus californiensis</i>		<i>Acartia Lilljeborgii</i>	
<i>Litopenaeus stylirostris</i>		<i>Acartia tonsa</i>	
Cladocera	6.31	<i>Calanus minor</i>	
<i>Penilia avirostris</i>		<i>Candacia</i> sp	
<i>Evadne tergestina</i>		<i>Centropages furcatus</i>	
Cirripedia	2.84	<i>Clytemnestra scutellata</i>	
Huevos de peces	2.39	<i>Corycaeus affinis</i>	
Appendicularia	2.07	<i>Corycaeus</i> sp	
<i>Oikopleura</i> sp		<i>Euchaeta</i> sp	
Chaetognata	2.25	<i>Euterpina acutifrons</i>	
<i>Sagitta</i> sp		<i>Harpacticus</i> sp	
Gasteropoda	2.02	<i>Labidocera acuta</i>	
Bryozoa	0.26	<i>Labidocera acutifrons</i>	
		<i>Labidocera dentrucata</i>	
Polichaeta	0.24	<i>Labidocera diandra</i>	
Siphonophora	0.24	<i>Labidocera Jollae</i>	
Pelecypoda	0.19	<i>Labidocera</i> sp	
Larvas de pez	0.1	<i>Labidocera trispinosa</i>	
Amphipoda	<0.1	<i>Microsetella rosea</i>	
Ctenophora	<0.1	<i>Oithona</i> sp	
<i>Pleurobrachia</i> sp		<i>Oncaea</i> sp	
Cumacea	<0.1	<i>Paracalanus</i> sp	
Echinodermata	<0.1	<i>Pontellina</i> sp	
Foraminifera	<0.1	<i>Pseudodiaptomus euryhalinus</i>	
Celenterados	<0.1	<i>Sapphireella tropica</i>	
<i>Stomolophus meleagris</i>		<i>Sapphirina darwinii</i>	
<i>Obelia</i> sp		<i>Subeucalanus subcrassus</i>	
Isopoda	<0.1	<i>Temora discaudata</i>	
Ostracoda	<0.1		
Platyhelmintha	<0.1		
Pycnogonida	<0.1		
Stomatopoda	<0.1		
Thaliacea	<0.1		
<i>Doliolum</i> sp			

## VII.10. Análisis a Nivel Comunidad

Los valores de diversidad y el índice de equidad de Pielou mostraron tendencias similares tanto dentro como fuera de la laguna, donde en un nivel bajo de densidad se mostraron valores altos de diversidad y un valor diferente de 1 en equidad lo que nos dice que cuando un valor es diferente de 1 corresponde a situaciones donde las especies no son iguales de abundantes (ver Tabla III).

Los valores de diversidad mostraron tendencias similares tanto dentro como fuera de la laguna en los meses de enero y en el mes de marzo, abril, mayo, julio, septiembre, noviembre y diciembre se encontró más diversidad fuera de la laguna que en el interior (Figura 15). En el mes de enero se tuvo el valor de diversidad más alto tanto dentro como fuera de la laguna con valores de 2.3 y 2.1, los valores menores de diversidad se obtuvieron en los meses de abril con 0.1 dentro de la laguna y 0.2 fuera de la laguna. Y los valores de equidad para todas las estaciones se mantuvieron debajo del 0.35 tanto dentro como fuera de Las Guásimas (Figura 16).

En las ilustraciones de diagrama de cajas con bigotes se resume lo anterior, en que la mayoría de las estaciones en el exterior presentaron mayor diversidad que la estación dentro de la laguna (Figura 17) y el índice de equidad de Pielou los valores se encontraron por debajo de 0.25 en ambas estaciones a lo largo del año (Figura 18).

Tabla III: Índices ecológicos dentro y fuera de la laguna costera de las Guásimas en el periodo de enero a diciembre, H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener, E: Equidad de Pielou, A: Muestras del año 2010. A: Muestras del año 2011.

	H'		E	
	DENTRO	FUERA	DENTRO	FUERA
ENERO	2.349	2.19	0.2994	0.1718
FEBRERO	1.477	1.444	0.09524	0.1367
MARZO	0.5485	1.141	0.05583	0.1009
ABRIL	0.1451	0.2283	0.05027	0.04832
MAYO	1.169	2.241	0.1192	0.2351
JUNIO	1.992	2.091	0.1832	0.1499
<u>JULIO</u>	<u>0.8079</u>	<u>2.062</u>	<u>0.05752</u>	<u>0.2016</u>
AGOSTO	0.8709	0.4718	0.07026	0.06678
<u>SEPTIEMBRE</u>	<u>0.2555</u>	<u>1.799</u>	<u>0.04966</u>	<u>0.1678</u>
OCTUBRE	-	-	-	-
NOVIEMBRE	1.069	1.648	0.1324	0.1443
DICIEMBRE	1.482	1.91	0.1693	0.307

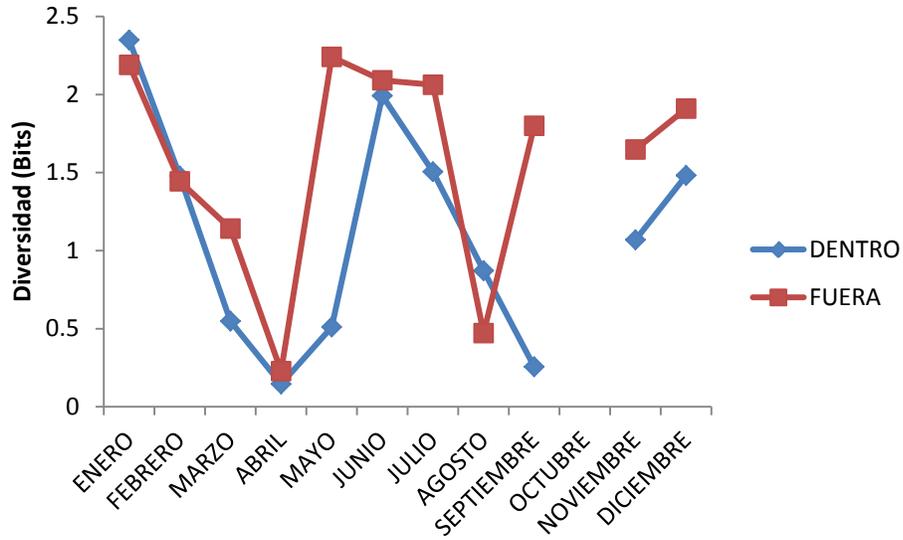


Figura 15. Diversidad estimada por el índice de Shannon-Wiener, valores mensuales en la comunidad zooplanctónica dentro y fuera de la laguna costera Las Guásimas, Sonora.

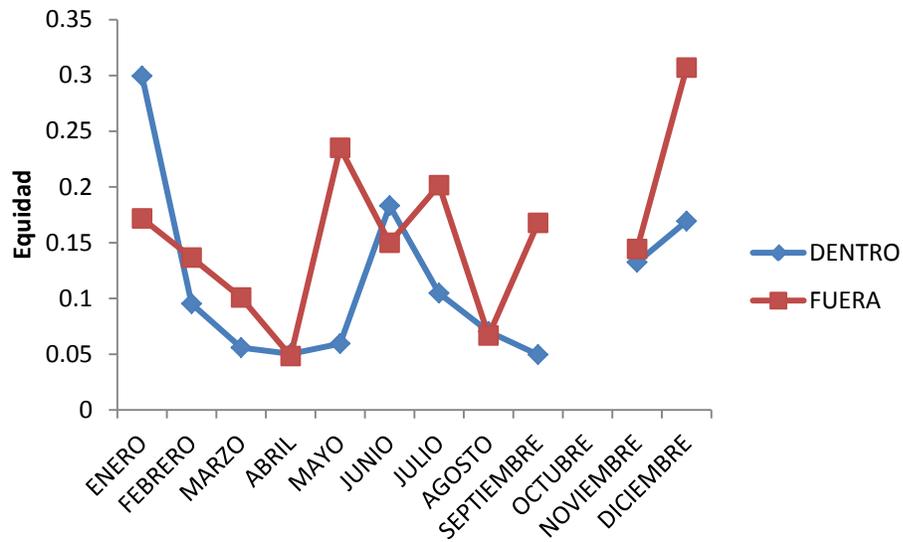


Figura 16. Índice de Equidad, valores mensuales en la comunidad zooplanctónica dentro y fuera de la laguna costera Las Guásimas, Sonora.

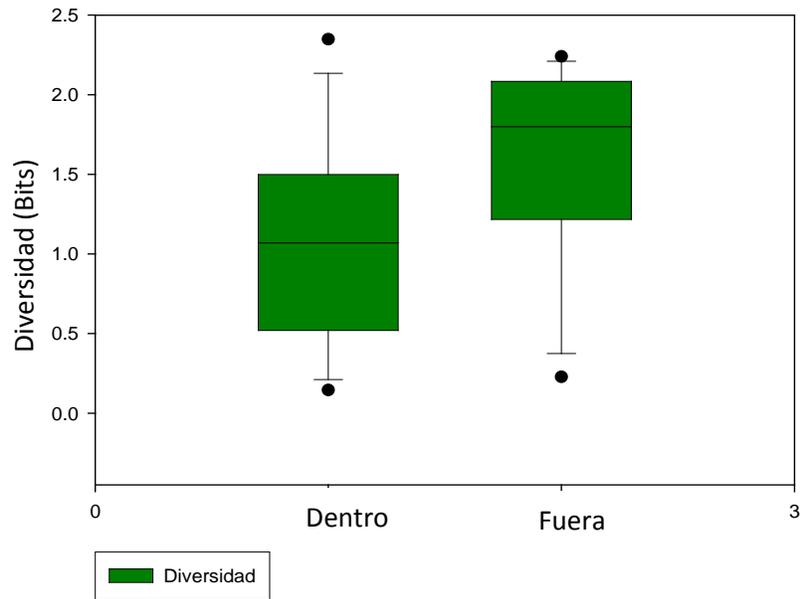


Figura 17. Diagrama de caja con bigote, indicando la variación dentro y fuera del índice de Shannon-Wiener a lo largo del año en la laguna costera de Las Guásimas, Sonora.

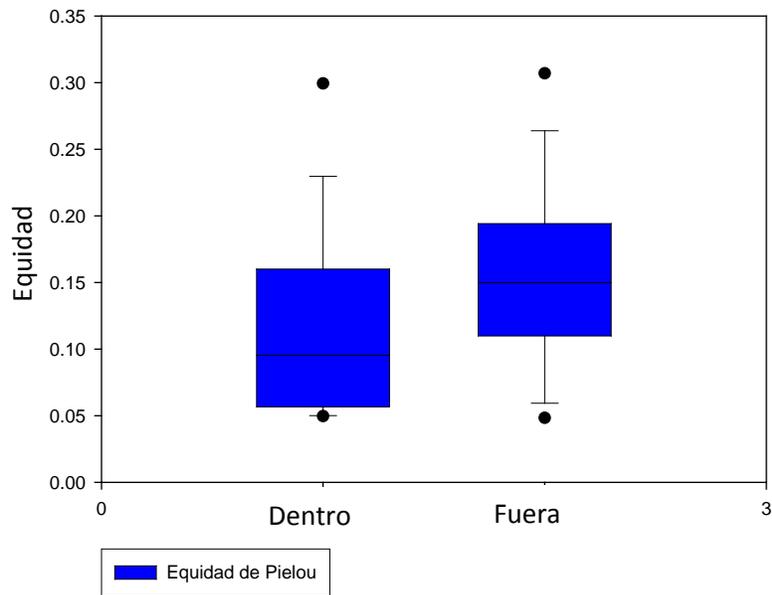


Figura 18. Diagrama de caja con bigote, indicando la variación dentro y fuera del índice de equidad de Pielou a lo largo del año en la laguna costera de Las Guásimas, Sonora.

## VIII. DISCUSIÓN

El Golfo de California presenta un conjunto de lagunas costeras ubicadas en su mayoría en la costa este (24°-29° N) que presentan las mismas características geomorfológicas y de intercambio del agua con el océano (Lankford, 1997).

En Sonora, las lagunas costeras están influenciadas por un clima seco desértico cálido, muy extremo, con temperatura media anual de 32 °C (INEGI, 2000), donde la evaporación (2,982 mm por año) es 10 veces mayor que la precipitación (290 ml por año). Los intervalos anuales de algunos parámetros del agua proporcionan una referencia sobre las lagunas costeras del estado: temperatura del agua de 16 a 32 °C, salinidad de 37 a 44 , clorofila "a" de 3 a 12 mg m<sup>-3</sup> y una productividad primaria de 40 a 400 mg Cm<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup> (Méndez, 1968; Ortega-Romero, 1978; Ochoa-Araiza, 1979, Valdez-Holguín, 1994; Arreola-Lizárraga, 2003), modulan patrones particulares en la concentración de nutrientes, productividad del fitoplancton y una comunidad zooplanctónica que dependen de los hábitats de la laguna.

### VIII.1. Parámetros Fisicoquímicos de Temperatura °C y Salinidad

Las Guásimas es una región semi-árida (Valle-Levinson et al., 1999), dado que la evaporación es mayor que la precipitación, presentan un intervalo de lluvias mixto con un máximo en verano (agosto-septiembre) y un segundo periodo menos acentuado en invierno (diciembre-enero), en el que la precipitación equivale a un 25% total anual. Pertenecen a la parte sur del Golfo de California (Roden y Groves, 1959) en la porción oriental donde la plataforma continental es ancha, caracterizada por cuencas profundas, rango de marea del orden de 1m, corrientes superficiales con dirección sureste en invierno y noroeste en verano, en función del patrón estacional de los vientos; la temperatura del agua presenta marcada variación estacional y la salinidad con una variación mínima ya que presentan un muy escaso ingreso de agua dulce por lluvias (Maluf, 1983).

La variabilidad de la temperatura del agua de Las Guásimas fue, dentro de la laguna de 32-33 °C y fuera de 31-33°C en verano y de 16-19°C dentro y de 18 °C fuera de la laguna en invierno. La temperatura dentro de la laguna se incrementa debido a la influencia de la temperatura del aire que en las regiones áridas que tiene temperaturas mayores a 14°C (García, 1988). La salinidad varió de 35-42 dentro de la laguna y de 34-41 fuera de la laguna, los

cuerpos lagunares costeros que tienen comunicación permanente con el golfo, son estuarios negativos y en general dominan los procesos evaporativos sobre la precipitación (Arreola-Lizárraga 2003 y Burrola-Sánchez, 2008), siendo los de mayor extensión los de Bahía Guaymas, Las Guásimas, Estero Lobos, Estero El Tóbari, Bahía Yaváros y Estero Agiabampo.

Los registros mínimos que se tienen de salinidad en algunos años (de 30 a 32‰) son atribuidos a eventos de lluvias que en esta región árida en su mayoría ocurren en verano, las mayores salinidades se presentan en los meses de marzo a mayo coincidiendo con la alta evaporación y la ausencia de lluvias, mientras que junio a septiembre se manifestaron anomalías positivas y negativas atribuidas a la ausencia y ocurrencia de lluvias (Valenzuela-Días, 2008). En octubre-noviembre se presentan anomalías negativas que se atribuyen a la mínima evaporación en la estación de invierno (Valenzuela-Días, 2008). Yebizma-Nebuay, (2010) menciona que la pérdida del agua por evaporación es compensada principalmente por el ingreso del agua de mar adyacente mediante el intercambio por mareas y las lluvias presentan menor influencia en la compensación de la pérdida de agua por evaporación.

Burrola-Sánchez y colaboradores (2008) mencionan que la zona de entrada de la laguna Las Guásimas está caracterizada por los flujos salientes del interior de la laguna y los entrantes desde el mar adyacente, presentando un comportamiento típico de las playas de la región del Golfo de California, que presentan corrientes litorales (menores a  $0.5 \text{ ms}^{-1}$  Burrola-Sánchez, 1995) alineadas a los contornos batimétricos.

La región de las bocas en las lagunas costeras es de gran importancia para la distribución temporal y espacial de los organismos que son debido a los procesos de intercambio y balance hidráulico que son generados con el mar, ya sea como exportadores de nutrientes (Bustos-Serrano et al., 2005). La dinámica de las bocas lagunares es caracterizada por la dinámica de los flujos salientes de interior de la bahía y los entrantes desde el mar adyacente con inversión durante las fases de flujo y reflujo de las mareas. En Las Guásimas la franja contigua al islote que divide la boca de la laguna favorece el incremento de la velocidad por el estrechamiento de los contornos batimétricos y las características propias de la circulación (De Vriend, 1991 y Burrola-Sánchez et al., 2008).

La tasa de renovación del agua es de poco días en las lagunas costeras de esta región del Golfo de California, como lo muestran Botello-Ruvalcaba y Valdéz-Holguín (1997) para la laguna La Cruz y Valenzuela-Siu et al. (2007) para la bahía de Lobos. En particular, la

laguna Las Guásimas tiene una tasa de renovación menor a 3 días a través del año y los tiempos de residencia presentan variabilidad con tasas de renovación menores en invierno y mayores en verano (Valenzuela-Díaz, 2008), esto es explicado por el patrón estacional del nivel medio del mar y la influencia del intercambio de agua entre el mar adyacente y la laguna.

### **VIII.2. Productividad Primaria, Biomasa y Comunidad Zooplanctónica**

Las lagunas costeras son caracterizadas por la existencia de un balance entre los factores internos y externos que influyen en las condiciones biológicas de la laguna (Ward y Ashley, 1989; Kjerfve, 1994; Knoppers y Kjerfve, 1999), por lo que este tipo de comportamiento presenta fluctuaciones más rápidamente que en el mismo mar adyacente que se deben principalmente a la variabilidad ambiental ya sea por descarga de ríos, el efecto de mezcla introducido por vientos y mareas, así como también la morfología del sistema lagunar.

Además del zooplancton, como componente importante de los sistemas lagunares se encuentra el fitoplancton, el cual juega un papel fundamental en los procesos biogeoquímicos, generando su propia materia orgánica a través del proceso fotosintético que es requerida para el desarrollo y crecimiento de organismos heterótrofos incluyendo bacterias, zooplancton y animales bentónicos (Cloern, 1999). Los estudios de fitoplancton en el Golfo de California se han dedicado a investigar la composición de grupos, biomasa y su productividad primaria, sin embargo es importante la evaluación de la estructura de la comunidad del fitoplancton que es muy relevante en procesos tróficos y de producción de los mares.

Los factores reguladores de las comunidades zooplanctónicas, son principalmente 1) la temperatura, que es relacionada íntimamente con la reproducción, ya que en las aguas cálidas se llegan a presentar varias generaciones al año (hasta 11) (Evans y Granger, 1980; Deveey, 1948, Woodmanse, 1958); 2) el alimento, no toda la alimentación del zooplancton está basado en fitoplancton, se ha calculado que el zooplancton consume solamente entre el 5 y el 13% del fitoplancton, una mayor depredación se da sobre las formas macrozooplanctónicas (45%, Fulton, 1984), y en las microzooplanctónicas sobre el nanofitoplancton del 80 al 90% (Landry y Hassett, 1982). Una fuente importante de alimento lo constituyen los detritos (Gillespie, 1971; Day et al., 1982); 3) la depredación, parece ser la mayor fuerza controladora de las poblaciones zooplanctónicas, donde existen numerosos estudios que han demostrado que la presencia de ctenóforos y medusas refleja en una sensible baja en la cantidad de zooplancton

por ser muy voraces (Phillips et al., 1969; Möller, 1980; Larson, 1987; Huang et al., 1988; Gómez-Aguirre, 1991; Larson, 1991; Costello y Colin, 1995; Arai, 1997; Purcell y Arai, 2001; Padilla-Serrato, 2011).

Usualmente el zooplancton presenta dos blooms uno en primavera y uno en verano, aunque todo parece indicar que son más abundantes sobre la época lluviosa (Contreras-Espinosa, 1993). Las surgencias (como proceso de enriquecimiento) ocurren en invierno y primavera en distintas zonas a lo largo de la costa este del Golfo de California, el factor casual son los vientos del noroeste que soplan paralelos a la línea de la costa y generan ascenso efectivo a la superficie de aguas subsuperficiales que son muy ricas en nutrientes (Maluf, 1983; Lluch-Cota, 2000).

Arreola-Lizárraga (2003) reportó dos máximos de nutrientes en la laguna, uno en verano y uno en invierno, generados 1) por los aportes terrígenos de las lluvias y 2) por las surgencias costeras. Durante el verano (julio y agosto), la influencia de las lluvias fue evidente por las concentraciones de nutrientes más altas en el interior de la laguna ( $0.51-0.95\mu\text{M}$  de  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$  y  $0.94-1.74\mu\text{M}$  de  $\text{PO}_4$ ) que en la boca de la laguna ( $0.09-0.59\mu\text{M}$  de  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$  y  $0.34-0.89\mu\text{M}$  de  $\text{PO}_4$ ). Durante el invierno (diciembre), la influencia de las surgencias costeras fue evidente por las altas concentraciones de  $\text{NO}_2 + \text{NO}_3$  y  $\text{PO}_4$  que ingresaron a la laguna desde el mar adyacente. Estos acontecimientos han sido observados en otras lagunas adyacentes a zonas de surgencias en el Noroeste de México (Álvarez-Borrego et al., 1977; Zertuche y Álvarez-Borrego, 1978). Para el 2008, Castillo-Duran obtuvo concentraciones significativamente mayores de nutrientes y clorofila en verano que en invierno, por lo que la laguna tuvo mayor influencia de escorrentías por lluvias, aportes de efluentes camaronícolas (abril a octubre) y mayores tasas de reciclaje interno de nutrientes. El reciclaje interno de nutrientes se incrementa debido a que las temperaturas altas a  $30^\circ\text{C}$  del agua favorecen el incremento de tasas de descomposición de la materia orgánica y los procesos de remineralización de los nutrientes, ya se han observado en otros trabajos durante el verano (Gilmartin y Relevante, 1978) en estas lagunas de la costa del Golfo de California.

### VIII.3. Comunidad Zooplanctónica

En la laguna de las Guásimas se encontró caracterizada por 24 grupos en la comunidad zooplanctónica, compuesta principalmente por copépodos, cladóceros y larvas de decápodos con un 86%. Los copépodos presentaron un total del 72% de la abundancia total, lo que indica que es el grupo más dominante en esta laguna con un total de 28 especies, seguido de un 7% de larvas de decápodos y un 6% de cladóceros con un total de 2 especies. Las especies más dominantes a lo largo del ciclo anual fue *Acartia tonsa* que fue la más abundante con un 83% de los copépodos, *Penilia avirostris* con un 98% de los cladóceros y *Obelia* sp del zooplancton gelatinoso con un 88%.

Los copépodos *Paracalanus* sp, *Acartia lilljeborgii* y *Corycaeus affinis* fueron los segundos en importancia numérica. El género *Paracalanus* se encontró notablemente en todo el año con altas concentraciones a partir de noviembre hasta marzo. *Acartia lilljeborgii*, se encontró presente a partir del mes de enero a marzo y de mayo a diciembre. *Corycaeus affinis* se encontró mayormente a partir del mes de junio.

De Silva-Davila (2006) mencionó haber obtenido influencias de aguas neríticas por la proliferación de las especies de copépodos *Centropages furcatus*, *Labidocera tripinosa* y *Corycaeus affinis*. La especie *C. furcatus* se encontró casi en todos los meses en el interior de la laguna (enero a marzo, junio, julio y noviembre). *L. trispinosa* se encontró en enero, febrero, abril, junio, agosto y noviembre.

Para el Golfo de California, existen trabajos donde se ha reportado la presencia de 23 grupos zooplanctónicos, de los cuales 8 fueron crustáceos explicando el 90% de la abundancia total zooplanctónica, de los cuales fueron copépodos (62%, 182,750 org/1000m<sup>3</sup> de densidad media), cladóceros (22%, 55,629 org/1000m<sup>3</sup>) y eufáusidos (5%, 12,067 org/1000m<sup>3</sup>) (Siordia-Cermeño y Sánchez-Velasco, 1998).

De Silva-Dávila y colaboradores (2006) obtuvieron valores altos de biomasa que coincidieron con los valores muestreados de clorofila *a* (diciembre a mayo), un total de 44 taxas zooplanctónicas, principalmente copépodos, decápodos y cladóceros, formando el 91% de la abundancia zooplanctónica. Las principales especies reportadas fueron del género *Acartia*, especies de ambientes estuarino lagunares (*A. clausi* y *A. Lilljeborgii*), aportando la mayor cantidad de copépodos desde otoño hasta mediados de primavera.

En distintos estudios de zooplancton en lagunas costeras (Grindley y Woolridge, 1974; Reeve, 1975 y 1972; Day et al., 1973), *Acartia tonsa* ha llegado a representar el 83% de la biomasa zooplanctónica total. Es una especie eurihalina (0.3-30‰) y euriterma (5-35 °C), con valores de densidad de 2,833 ind/m<sup>3</sup>. McAllister (1969) encontró que de 28, 882 ind/m<sup>3</sup>, 8,571 eran de *A. tonsa*, 7,369 de *Eurytemora hardmanni* y 3, 572 *Acartia clausi*.

En la biomasa se obtuvo dos máximos dentro de la laguna, el principal en mayo (50 ml de volumen sedimentado y densidad de 196,063 ind/100m<sup>3</sup>) y otro en noviembre (30ml de volumen sedimentado y densidad de 74, 878 ind/100m<sup>3</sup>). En el exterior de la laguna, en el mes de mayo se obtuvo un volumen sedimentado de 60 ml y una densidad de 6,825 ind/100m<sup>3</sup> y el mes de noviembre 40 ml de volumen sedimentado y densidad de 169,003 ind/100m<sup>3</sup>.

El índice de diversidad descendió y aumentó la densidad, este caso se dio principalmente en los meses de marzo, abril, mayo y septiembre, (Donde se presentó la mayor dominancia y densidad del copépodo *Acartia tonsa*) (Figuras 9 y 10), donde se presentaron valores bajos de diversidad (0.2-0.5 H') y valores altos de densidad (78,572-196,063 ind/100m<sup>3</sup>) esto también se puede deber a la relación marea-volumen lagunar, dado por el consecuente tiempo de residencia del agua dentro de la laguna, esto propicia una máxima permanencia del zooplancton en la laguna. La incidencia puede aumentar cuando la marea penetra y se mantiene (mareas bajas), mientras que en la boca de comunicación con el mar, por la marea alta tiende a producirse una dispersión de los organismos (Contreras-Espinosa, 1993), en el caso del estudio a lo largo del año se presentaron mareas bajas en la mayoría de los meses, a excepción de julio a septiembre.

Otro de los factores limitantes en la caracterización del zoopláncton se da por la tolerancia de la salinidad, y sobresalen los organismos del género *Acartia*, *Pseudodiaptomus*, *Oithona* y *Halicyclops* con tolerancias altas a la salinidad (salinidad de 20-35‰ (Contreras-Espinosa, 1993).

La distribución espacial del zooplancton dentro de la laguna, fue determinada por los principales cambios en la estructura hidrológica y fisicoquímica de la laguna. Durante el invierno (diciembre-febrero) el grupo de los copépodos no mostró los porcentajes más altos del año. Durante primavera (de marzo a abril) la dominancia de los copépodos aumentó y se encontró la presencia de foraminíferos en una notable cantidad únicamente en el mes de marzo, mayo y cumáceos en el mes de mayo. Los foraminíferos son material raro en las

lagunas costeras, donde solo se han encontrado globigerinas en verano, especialmente en bocas y en muestras de superficie (Gómez-Aguirre, 1987), los muestreos en el 2010 se llevaron a partir de mediodía, donde según el calendario de mareas del CICESE, las mareas estaban relativamente bajas, por lo que a la hora de llevar a cabo el arrastre se pudo haber obtenido muestras de superficie. Para el verano (junio-agosto) la densidad de los copépodos bajó notablemente (menor del 50%) en los meses de mayo y junio dominando principalmente los cladóceros en junio y los decápodos en julio, además se encontraron huevos de peces quetognatos, larvas véligers de moluscos, etc. Y en otoño (septiembre a noviembre) hubo dominancia principalmente por los copépodos, y la presencia de decápodos, cladóceros, larvas cípris de balanos, larvas de peces, cumáceos, celenterados, etc. en escasa abundancia.

En el exterior e interior de la laguna costera de las Guásimas en la estación de invierno los copépodos se encontraron de forma dominante, pero a diferencia de la otra estación, en el mes de diciembre se encontró una abundancia notable de organismos gelatinosos, como ctenóforos y además urocordados del género *Appenicularia*, huevos de peces, quetognatos, larvas de celenterados, sifonóforos y larvas cifonautas de briozoarios; en los meses de enero a marzo, se presentaron los cladóceros, quetognatos, larvas de moluscos, urocordados, sifonóforos y poliquetos. Para primavera, los copépodos siguieron presente con densidades altas, además de la presencia de huevos de peces, larvas de moluscos, quetognatos y cladóceros. Para verano la densidad de los copépodos descendieron y codominaron los huevos de peces, quetognatos, y larvas cípris de balano, celenterados, además de urocordados, larvas de estomatópodos, etc. Y en la estación de otoño los cladóceros dominaron más que los copépodos en el mes de noviembre, se encontraron algunos urocordados del género *Doliolum*.

En el trabajo de De Silva-Davila (2006), mencionó que para su trabajo los quetognatos se encontraron correlacionados positivamente con temperatura superficial del agua y su importancia relativa fue mayor durante los meses de junio a octubre donde se dieron las temperaturas más altas y los cladóceros fueron correlacionados negativamente con la presencia y abundancia de los quetognatos. El ctenóforos *Mnemiopsis* sp se presentó únicamente en el mes de diciembre, pero en los datos del proyecto de la medusa, se tienen datos de su presencia en los meses de noviembre a marzo. Burrola-Sánchez y colaboradores (2008), reportaron para el periodo de 2004-2005 que la presencia de los ctenóforos es precursora de la aparición de la medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*).

Los cladóceros *Evadne tergestina* y *Penilia avirostris* existen en ambos litorales, su presencia difiere en tiempo y densidad. En el Pacífico, la mayor proliferación de los organismos se da en otoño y su presencia es indicadora de condiciones de estabilidad ambiental y parecen suceder a los florecimientos del fitoplancton (Gómez-Aguirre, 1987). En las Guásimas la mayor proliferación de cladóceros se dio a principios de verano, en el mes de junio en el interior de la laguna, y fuera proliferaron en el mes de noviembre principalmente con la mayor abundancia de todo el año y los decápodos proliferaban después de los cladóceros.

Los ostrácodos por otra parte, muestran su mayor frecuencia en periodos estivales y su captura es relacionada con la remoción del fondo por corrientes o marea. Se encontraron ostrácodos en el interior de la laguna en los meses de febrero a junio en muy pequeñas densidades y en el exterior de la laguna en los meses de mayo y junio. Los cumáceos, se encuentran con mayor frecuencia en invierno, son organismos que manifiestan su capacidad de desplazamiento vertical durante la noche y son más manifestantes en las costas del Pacífico. En las Guásimas, además de presentarse en invierno también hubo presencia en los meses de marzo, junio y julio para ambas estaciones del año. Las salpas y apendicularias son organismos que inciden en los sistemas salobres por el efecto de acarreo, por lo que generalmente dentro de una laguna solo se encuentran de tamaños pequeños, ya que no se desarrollan como lo harían en condiciones naturales, por lo que su identificación dentro de las lagunas costeras es difícil (Gómez-Aguirre, 1987).

En general, las disminuciones de biomasa y densidad del zooplancton que se dieron en invierno y a mediados de verano pudieran estar relacionadas con la depredación llevada a cabo por el zooplancton gelatinoso, principalmente por los bloom de la medusa bola de cañón (*S. meleagris*) que se encuentra en esta laguna. En las costas de México, en el Golfo de California, es común que durante abril y mayo, se observe una gran cantidad de grandes medusas muertas y para junio la cantidad de medusas vivas en el mar es casi nula, hasta diciembre-enero (López- Martínez et al., 2004).

Los celenterados en general, están siempre presentes, con pulsos de densidad de población en periodos bien definidos, como en primavera-verano o ya sean en formas invernales. En la presencia de estos organismos se pueden presentar bajas densidades del zooplancton en general. Gómez-Aguirre (1991), realizó un estudio de celenterados y

ctenóforos del Noroeste de México, donde menciona que el carácter de los sistemas estuarinos (variaciones diarias, cambios estacionales, oscilaciones anuales que son producto de la relación con el mar por mareas y corrientes), hacen que el medio se modifique con lo que la evolución de las comunidades planctónicas sean afectadas consecuentemente también con los recursos pesqueros. Siendo los celenterados y ctenóforos una fauna de origen preferentemente marino, su llegada a la laguna es favorecida por las modificaciones ambientales. Las scyfoomedusas son las especies más importantes, las medusas rizostómidas en especial *Stomolophus meleagris* y sus efectos sobre el plancton logran ser muy significativos, a un mayor contenido de medusas corresponde un menor número de los demás elementos de la comunidad planctónica. Los ctenóforos llegan a ser persistentes hasta la agotar las comunidades planctónicas.

En la laguna de las Guásimas, la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris*, es uno de los recursos pesqueros más importantes, ya que se lleva a cabo una pesquería comercial (Fig. 12) (López-Martínez y Álvarez-Tello, 2008; Carta Nacional Pesquera, 2010, 2012), en la estación de invierno se encontraron larvas éfiras de *S. meleagris*, en este estadio de su ciclo de vida se alimenta principalmente de nauplios de copépodos y fitoplancton hasta llegar a su estado adulto (Bamstedt et al. 2001), en verano se encuentra ya el organismo en estado adulto alimentándose de huevos y larvas de peces, hidromedusas, cladóceros, ctenóforos, copépodos, quetognatos, larvas véligers de bivalvo y gasterópodo, rotíferos, otros crustáceos y sus larvas (Alvariño, 1985; Fancett, 1988; Purcell et al., 1994; Purcell y Cowan, 1995; Arai, 1997; Suchman y Sullivan, 2000; Padilla-Serrato, 2011). Aranda-Rodríguez (trabajo de tesis en proceso) encontró en su trabajo de contenido estomacal de juveniles y adultos de la medusa bola de cañón *S. meleagris* las presas más importantes que compusieron la dieta de los organismos juveniles que fueron las larvas véligers de gasterópodos (48%), larvas véligers de bivalvos (25%) y tintínidos (11%) y para los organismos adultos las presas más importantes fueron larvas véligers de bivalvos (20%), larvas véligers de gasterópodos (16%), huevos de peces (14%), copépodos (13%) y apendicularias (11%) y concluyó que la dieta para los organismos juveniles y adultos es muy similar ya que existe un traslape de dieta significativo entre el estadio juvenil y adulto del organismo. Se podría decir que la depredación del zooplancton gelatinoso parece actuar como un control sobre el crecimiento del zooplancton estacionalmente.

## IX. CONCLUSIONES

Los copépodos fueron el grupo dominante de la laguna costera de Las Guásimas, Sonora y es el principal aporte de biomasa del zooplancton, misma que es aprovechada por numerosas especies que utilizan a esta zona como área de desove, crianza y de alimentación.

La comunidad zooplanctónica se encuentra estrechamente relacionada con las condiciones hidrológicas de la laguna, ya que cada especie se encuentra adaptada a cada cambio estacional dentro de la laguna.

La proliferación de los cladóceros podría indicar el paso de periodos de surgencias, ya que estos organismos se encuentran presentes en la proliferación de fitoplancton, y se encontraron proliferaciones de cladóceros principalmente en el mes de junio y noviembre.

El incremento en el zooplancton gelatinoso coincidió con una baja en la biomasa y densidad del zooplancton no gelatinoso, sugiriendo que por ser un depredador importante, la medusa *Stomolophus meleagris* puede ser un regulador de la densidad zooplanctónica en la laguna costera de las Guásimas, Sonora.

## X. LITERATURA CITADA

- Alameda-de la Mora, G. 1980. Sistemática y distribución de los copépodos (Crustacea) del Golfo de Tehuantepec (México). Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México.
- Alongi, D. M. 1998. Coastal Ecosystem Processes. CRC Press, Boca raton, Florida, USA.
- Álvarez-Borrego, S. y Lara-Lara, J. R. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. In Daupin, J.P. and Simoneit, B. R. (eds), The Gulf of California and Peninsular Province of the californias. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 47, Tulsa. 555-567.
- Álvarez-Borrego, S. Rivera, J. A., Gaxiola-Castro, G., Acosta-Ruiz, M. J. y Schwartzlose, R. A. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. Cienc. Mar. 5, 53-71.
- Álvarez-León, R. 1980. Hidrología y zooplancton de tres esteros adyacentes a Mazatlán, Sin., México. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM 7: 177-194.
- Álvarez-Silva, C. 1999. Ampliación del ámbito de *Blackfordia virginica* (Leptomedusae: Lovenellidae) en lagunas costeras del Pacífico Mexicano. Revista de Biología Tropical 47(2): 281.
- Álvarez-Silva, C., S. Gómez-Aguirre y Ma. G. Miranda-Arce. 2003. Variaciones morfológicas en *Blackfordia virginica* Mayer, 1910 (Hydroidomedusae: Leptomedusae: Blackfordiidae) en lagunas costeras de Chiapas, México. Revista de Biología Tropical 51(2): 409-412.
- Álvarez-Silva, C. 1994. Cladóceros (Crustacea: Cladocera) de la Bahía de La Ventosa, Oaxaca, México 1987-1988 En Álvarez-Silva, C., Figueroa-Torres, Ma. G., Gómez-Aguirre, S. y Esquivel-Herrera, A. (Eds). Los Sistemas Litorales: Serie "Grandes Temas de la Hidrobiología" UAM-Iztapalapa, México, 2: 23-29
- Álvarez-Silva, C. and S. Gómez-Aguirre. 1996. Pontellidae Copepods from Tehuantepec Gulf, Pacific Coast of Mexico. VI International Conference on Copepoda. Oldenburg/Bremerhaven, Germany. July 29-August 3, 1996.
- Alvariño-González A. 1975. Indicadores planctónicos: Distribución batimétrica de algunas medusas. Resúmenes II Simposio Latino-Americano de Oceanografía Biológica, Venezuela, 7-8.
- Alvariño-González A. 1985. Predation in the plankton realm; mainly with reference to the fish larvae. Investigaciones Marinas CICIMAR, 2: 1-122.
- Alvariño-González, A. 1969. Zoogeografía del Mar de Cortés: Quetognatos, sifonóforos y Medusas. Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie. Ciencias del Mar y Limnología 40(1)11-54.
- Aragón-Noriega, E. A y A. R. García-Juárez. 2000. Incidencia de postlarvas de camarón (Crustacea: Penaeidae) en el canal de llamada de una granja camaronera del estado de Sonora. 145-154, En M. E. Hendrickx (Ed.) Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM- Volumen I.
- Arai, M. 1997. A Functional Biology of Scyphozoa. Chapman y Hall. London.
- Arreola-Lizárraga, J. A. 2003. Bases de manejo costero: Patrones ecológicos en la laguna costera de Las Guásimas, Territorio Yaqui, México. Tesis Doctorado. CIBNOR.
- Arreola-Lizárraga, J. A. Hernández-Moren, L. G, Hernández-Vázquez, F. G, Flores-Verdugo F. J, Lechuga-Devezé C. y A. Ortega-Rubio. 2003. Ecology of *Callinectes arcuatus* and

- C. bellicosus* (Decapoda: Portunidea) in a coastal lagoon of Northwest Mexico. *Crustaceana* 76: 651-664.
- Arreola-Lizárraga, J. A., Aragón-Noriega, E. A., Hernández-Moreno, S. G., Hernández-Vázquez, S. y A. Ortega-Rubio. 2004. Co-ocurrence, habitat use and abundance of shrimps *Farfantepenaeus californiensis* and *Litopenaeus stylirostris* (Crustacea: Decapoda: Penaeidae) in a coastal lagoon on the Gulf of California. 143-151. In: M.E. Hendrickx (ed.) *Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este 2*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México.
- Arreola-Lizárraga, J. A. 1994. Determinación y diagnóstico de hábitat en bahía de Lobos, Sonora, con fines de manejo. Res. V Congr. de la Asoc. de Investigadores del Mar de Cortés, A. C. Arreola L., J. A. 1995. Diagnósis ecológica de bahía de Lobos, Sonora, México. Tesis de maestría. IPN-CICIMAR.
- Audeves S., G., A. M. Pérez V., G. Rozo V. y F. Enríquez-Ocaña. 1997. Estudio de los moluscos en Bahía Las Guásimas, Sonora. Res. VI Congr. de la Asoc. de Investigadores del Mar de Cortés, A. C.
- Ayala-Castañares, A. y F. B. Phleger. 1969. *Lagunas Costeras*, Un Simposio. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Baduini, C. L. 1997. Spatial and temporal patterns of zooplankton biomass in Monterrey Bay, California during the 1991-1993 EL NIÑO, and assessment of the sampling design. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Report* 38:193-199.
- Bamstedt, U., Wild, B., and M. B. Martinussen. 2001. Significance of food type for growth of ephyrae *Aurelia aurita* (Scyphozoa). *Marine Biology* 139:641-650.
- Boltovskoy, D. (ed.). 1991. *South Atlantic zooplankton*. Vol 1 and 2. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands
- Boltovskoy, D. (ed.). 1981. *Atlas del Zooplankton Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino*. Publicación especial de la INDEP (Ins. Nac. Inv. y Des. Pesq.), Mar de Plata, Argentina.
- Botello-Ruvalcaba, M. y E. Valdez-Holguín. 1997. Estero la Cruz, Sonora. En: Smith, S.V., Ibarra-Obando, P.R. Boudreau y V.F. Camacho-Ibar. *Comparison of carbon, nitrogen and phosphorus fluxes in mexican coastal lagoons*, LOICZ Reports and Studies No. 10, II + 84. LOICZ, texel, the Netherlands.
- Boynton, W. R., Kemp, W. M. y Keefe C. W. 1982. A comparative analysis of nutrient and others factors influencing estuarine phytoplankton production. En: V. S. Kennedy (ed.) *Estuarine Comparisons*, New York, Academic Press..
- Bravon., R. E. de G. 1994. Caracterización de las condiciones de vida de las comunidades costeras del sur de Sonora. Tesis de maestría. ITESM. Campus Guaymas.
- Burrola-Sánchez, M. S., J. López-Martínez, G. Padilla-Arredondo, D. Urías-Laborín y J. Padilla-Serrato. 2008. Influencia de los procesos costeros sobre la distribución de la medusa bola de cañón *Stomolophus meleagris* (AGASSIZ, 1860) en el Golfo de California. 161-182. En: *Variabilidad Ambiental y Pesquerías de México*. López Martínez. J. (Ed), Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca.
- Bustos-Serrano, H. y R. Castro-Valdez. 2005. Flux of nutrients in the Gulf of California: Geostrophic approach. *Marine Chemistry* 9 (1-4): 210-219.
- Calderón-Aguilera, L. E. y J. Campoy-Favela. 1993. Bahía de Las Guásimas, Estero Los Algodones y Bahía de Lobos, Sonora. En: Salazar V., S. I. y N. E. González (Eds.). *Biodiversidad Marina y Costera de México*. 411-419. CONABIO y CIQRO, México.

- Campoy-Favela, J. R. y L. E. Calderón-Aguilera. 1991. Observaciones ecológicas de las comunidades bentónicas de tres sistemas costeros de Sonora, con énfasis en moluscos y crustáceos. III Congr. de la Asoc. de Investigadores del Mar de Cortés. ITESM-Campus Guaymas.
- Castillo-Duran A. 2007. Influencia de la variabilidad ambiental de una laguna costera semiárida subtropical en el desarrollo de los ostiones, *Crassostrea gigas* (Thuberg, 1793) y *Crassostrea corteziensis* (Hertlein, 1951), bajo condiciones de cultivo. Tesis Maestría. UNISON.
- Castro-Longoria H. y G. Hamman.. 1989. Biomasa y composición general de la comunidad de zooplankton en la bahía de Todos Santos, B. C., México, durante el evento de El Niño 1982-1983.- *Ciencias Marinas* 15 (4): 1-20.
- Chávez-López, S. y A. D. Alvarez-Arellano. 2006. Batimetría, sedimentos y ambientes de depósito en la laguna costera de Guásimas Sonora, México. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM.*
- Chávez-Ortíz E. A. y D. Torruco-Gómez. 1988. Actualización de los conocimientos y formulación de estrategias de manejo de lagunas costeras para pesca y acuicultura. Caso II: Sistema Carmen-Pajonal- Machona, Tabasco. Workshop proyecto Aquila/FAO, Venezuela.
- Clark D, K.V. Aazem y G.C. Hays. 2001. Zooplankton abundance and community structure over a 4000 Km transect in the north-east Atlantic. *Journal of Plankton Research* 23 (4): 365-372.
- Cloern, J. E. 1996. Phytoplankton bloom dynamics in coastal ecosystems: a review with some general lessons from sustained investigation of San Francisco Bay, California. *Reviews of Geophysics* 34(2): 127-168.
- Colombo, G. 1977. Lagoons. En: BARNES, R.S.K., (ed) *The Coastline*. 63-81. Wiley Interscience. New York.
- Contreras-Espinosa, F. 1993. *Ecosistemas Costeros Mexicanos*. UAM- CONABIO. México, D.F.
- Costello, J. H. y Colin S. P. 1995. Flow and feeding by swimming scyphomedusae *Marine Biology* 124 (3): 399-406.
- Davis, C. CH. 1949. The pelagic copepoda of the northeastern Pacific Ocean. *University of Washington* 14: 1-118.
- Day, J. W., Jr., Smith, W. G., Wagner, P., Stowe, W. 1973. Community structure and carbon budget in a salt marsh and shallow bay estuarine system in Louisiana. *Sea Grant Publ.* 72-04, Louisiana State Univ., Center for Wetland Resources.
- Day, J. W. Jr., C. S. Hopkinson y W. H. Conner. 1982. An Analysis of environmental factors regulating community metabolism and fisheries production in a Louisiana estuary. En: KENNEDY, V.S. (ED). *Estuarine comparisons*. Academic Press, Nueva York.
- Day, J.W., Ch.A.S. Hall, W.M. Kemp y A. Yáñez - Arancibia. 1989. *Estuarine Ecology*. John Wiley y Sons, New York.
- De Silva- Dávila, R., R. Palomares- Garcia, A. Zavala- Norzagaray y D. C. Escobedo- Urías. 2006. Ciclo anual de grupos dominantes del zooplankton en Navachiste, Sinaloa. In: M.E. Hendrickx (ed.) *Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans* 4(1). Instituto de Ciencias del Mar e Iconología, México. UNAM.
- De Vriend, H. J. 1991. Mathematical modeling of meso-tidal barrier island coasts, part I: physical processes. *Journal of Hydraulic Research* 29: 727-740.

- Deevey, G. B. 1948. The zooplankton of tisbury Great Pond. Bull. Bingham Oceanogr. Coll., 12(1): 1-44.
- Enríquez-Ocaña, L. F. 1999. Estudio de la variación temporal y espacial de los poliquetos (Annelida: Polychaeta) de la Bahía las Guásimas, Sonora. Tesis licenciatura (biólogo). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias.
- Esquer-Ruíz, J. C. 2004. Diversidad y distribución de moluscos: pelecípodos, en Bahía de Guásimas, Sonora y su relación con parámetros ambientales. Tesis profesional (químico-biólogo, especialidad análisis clínicos). Universidad de Sonora. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Departamento de Ciencias Químico-Biológicas.
- Evans, M. S. y E. H. Granger. 1980. Zooplankton in a Canadian Artic estuary. En: KENNEDY, V.S. (ED). Estuarine Perspectives. Academic, Nueva York.
- Fairbridge, R.W. 1980. The estuary: its definition and geodynamic cycle. En: E. Olausson e I. Cato (eds.). Chemistry and biogeochemistry of estuaries. John Wiley y Sons Ltd. New York.
- Fancett, M. S. 1988. Diet and prey selectivity of Scyphomedusae from Port Phillip Bay, Australia. Marine Biology 98: 503-593.
- Fernández de Puellas, M. 1990. Evolución temporal de la biomasa zooplanctónica en el Mar Balear. Boletín del Instituto Español de Oceanografía 6(1): 95-106.
- Fleminger, A. 1975. Geographical distribution and morphological divergence in American coastal-zone planktonic copepods of the genus Labidocera. Estuarine Research 1: 392-419.
- Fulton, R. 1984. Distribution and community structure of estuarine copepods. Estuaries 7:38-50.
- García-Amaro, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, Universidad Autónoma de México, México, D.F.
- Garduño-Argueta., H. 1974. La explotación de los recursos pesqueros en el litoral de la zona Yaqui. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Gaxiola-Castro, G. y Álvarez-Borrego, S. 1986. Primary productivity of the Mexican Pacific. Ciencias Marinas 12: 26-33.
- Gaxiola-Castro, G., Garcia-Cordova, J., Valdez-Holguín, J. E., y M. Botello-Ruvalcaba. 1995. Spatial ditribution of chlorophyll a and primary productivity in relation to Winter physical structure in the Gul of California. Cont. Shelf res. 15, 1043-1059.
- Gillepsie, M.C. 1971. Analysis and treatment of zooplankton of estuarine waters of Louisiana, Cooperative Gulf of Mexico Estuarine Inventory and Study. Louisiana Phase IV., Biology. Louisiana Wildlife and Fisheries Commission.
- Gilmartin, M. y Revelante N. 1978. The phytoplankton characteristics of the barrier island lagoons of the Gulf of California. Estuarine and Coastal Marine Science 7: 29-47.
- Gómez-Aguirre S. 1991. Contribución al estudio faunístico de celenterados y ctenóforos del plancton estuarino del noroeste de México. Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología 62(1). Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F
- Gómez-Aguirre, S. 1975. Plancton de Lagunas Costeras: XI. Transporte en tres estuarios del noroeste de México (noviembre de 1973). Revista Latinoamericana de Microbiología 17(3): 175-183.
- Gómez-Aguirre, S., H. Santoyo y A. Martínez. 1974b. Plancton de Lagunas Costeras: III. Ciclo Anual en la Laguna de Yavaros (1969- 1970). Anales del Instituto de Biología. UNAM. México, 45(1)1: 30. 07.

- Gómez-Aguirre, S., S. Licea y C. Flores. 1974a. Plancton de Lagunas Costeras: I. Ciclo Anual en el Sistema Huizache-Caimanero (1969- 1970). Anales del Instituto de Biología. UNAM. México, 1(1)83-98.
- González Laxe, F. 2008. La Actividad Pesquería Mundial. Instituto Universitario de Estudios Marítimos. 1ª ed.
- Grice, G. D. 1962. Calanoid copepods from equatorial waters of The Pacific Ocean. Fishery. Bulletin of the fish and Wildlife Service 61: 170-241.
- Grice, G. D. 1968. Calanoid copepods from midwater trawl collections made in The Southeastern Pacific Ocean. Pacific Science 22(3): 322-335.
- Grindley J. R y T. Woolridge. 1974. The plankton of Richards bay. Hydrobiol. Bull. 8:201.
- Harris, R. P., P. H. Wiebe, J. Lenz, H. R. Skjoldal y M. Huntley. (eds.). 2000. ICES Zooplankton methodology manual. Academic Press, San Diego.
- Hernández Moreno, L. G. 2000. Aspectos sobre la biología y ecología de las jaibas *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus* (CRUSTACEA: PORTUNIDAE) en la laguna costera Las Guásimas, Sonora, México. Tesis de Mestría. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM.
- Hernández-Moreno, L. y J. A. Arreola Lizárraga. 2007. Estructura de tallas y crecimiento de los cangrejos *Callinectes arcuatus* y *C. bellicosus* (Decapoda: Portunidae) en la laguna costera de Las Guásimas, México. Rev. Biol. Trop. 55(1):225-233.
- Hernández-Moreno., L. G y J. A. Arreola Lizárraga. 2000. Patrones de distribución y abundancia de *Callinectes arcuatus* y *Callinectes bellicosus* (Crustacea: Portunidae) en la laguna costera Las Guásimas, Sonora, México. Res. XII Congr. Nal. de Oceanogr. 22 al 26 de mayo, Huatulco, Oax., México.
- Huang, Y.P, Christian y D. Colson. 1988. Harvest and preservation of shirmp by catch:cannobal jellyfish (*Somolophus meleagris*). Proceedings. XII Annual Conference of the Tropical and Subtropical Fisheries Technological Society of Americas. University of Florida, Gainesville, E.U.A.
- INEGI, 1984. Carta de Uso del Suelo y Vegetación Guaymas, escala 1:250,000.00
- Iruegas, V. 1969. Control de gasterópodos depredadores del Ostión en Bahía de las Guásimas, Son. Res. IV Congr. Nal. Oceanogr. 41.
- Iruegas, V. y M. A. Márquez. 1969. Resultados de los experimentos con fijaciones larvarias de *Ostrea corteziensis* Hertlein, en varios tipos de colectores en bahía de las Guásimas, Son. Res. IV Congr. Nal. Oceanogr.
- Jenyns, L. 1842. The zoology of the voyage of H.M.S “Beagle” Part. IV Fish: 1-170.
- Kennish, M. J. 2000. Estuary restoration and maintenance. The National Estuary Program. CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Kjerfve, B.. 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. En: D.A. Wolfe (ed.), Estuarine Variability, Academic Press Inc., New York.
- Kjerfve, B.. 1994. Coastal Lagoons. En: B. Kjerfve (ed.). Coastal Lagoons Processes. Elsevier Science Publ., Oceanography Series 60, Amsterdam.
- Kjerfve, B. y K. E. Magill. 1989. Geographic and hydrodynamic characteristics of shallow coastal lagoons. Marine Geology 88: 187-199.
- Knoppers B. y B. Kjerfve. 1999. Coastal lagoons of southeastern Brazil: Physical and biogeochemical characteristics. In: Pereillo, G. M. E., Piccolo, M . C., y M. Pino-Quivira. (Eds). Estuaries of South America. Their geomorphology and Dynamics. Springer. Chapter 3: 35-66.

- Knoppers, B. 1994. Aquatic Primary Production in Coastal Lagoons. En: B. Kjerfve (ed.). Coastal Lagoon Process. Elsevier Science Publ., Oceanography Series 60, Amsterdam.
- Krumbein, W., P. Lasserre y S. W. Nixon. 1981. Biological processes and ecology. En: Coastal Lagoon research, present and future. Report and guidelines of a seminar, Duke University Marine laboratory, Beaufort, NC, USA, August 1978. UNESCO Technical Papers in Marine Science No. 32.
- Landry, M. y R. Hassett. 1982. Estimating the grazing impact of marine micro-zooplankton. *Mar. Biol.*, 67:283:288.
- Larson, R. J. 1991. Diet, prey selection and daily ration of *Stomolophus meleagris* a filter-feeding Scyphomedusa from the NE Gulf of Mexico. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 32: 511-525.
- Larson, R. J. 1987. Costs of transport for the scyphomedusa *Stomolophus meleagris* L. Agassiz. *Canadian Journal of Zoology* 65 (11): 2690-2695
- Larson, R. J. 1991. Dietm prey selection and daily ration of *Stomolophus meleagris*, a filter feeding scyphomedusa from the NE Gulf of Mexico Eastern Coastal Shelf Science 32: 511- 525.
- Lavaniegos-Espejo, B. y E. González-Navarro. 1999. Grupos principales del zooplancton durante El Niño 1992-93 en el Canal de San Lorenzo, Golfo de California.-*Revista de Biología Tropical* 47(1):129-140.
- Lavaniegos-Espejo, B. y E. González-Navarro. 1999. Cambios en la Comunidad de Copépodos durante el ENSO 92-93 en el Canal de San Lorenzo, Golfo de California. *Ciencias Marinas* 25(2):239-265.
- Longhurst A. R y W. G. Harrison. 1989. The biological pump: Profiles of plankton production.
- López Martínez J. y J. Álvarez Tello. 2008. Medusa bola de cañón: recurso de exportación. *Revista Ciencia y Desarrollo*, Diciembre 2008, Vol. 34 (226): 8-15.
- López-Martínez J. y C. Salinas-Zavala. 1996. El fitoplancton de primavera en la laguna de Las Guásimas, Sonora. *Oceanología* 10(2): 83-99.
- López-Martínez, J y J. Rodríguez-Romero. 2008. Primer registro de asociación del jurelillo negro *Hemicaranx zelote* (Clase Osteichthys) con la medusa Bola de Cañón *Stomolopus meleagris* en Bahía Kino, Golfo de California. *Hidrobiológica* 18(2):173-176.
- López-Martínez, J., D. B. Lluch-Cota, E. Herrera-Valdivia, S. Hernández-Vázquez, E. Alcántara-Razo, R. Morales-Azpeitia, J. Padilla-Serrato y C. Rodríguez- Jaramillo. 2004. Estimaciones de abundancia de la medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*) al sur de Sonora para el establecimiento de una pesquería sustentable: pesquera México. Informe final anual de proyecto. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, Baja California Sur, México.
- Mair, J. 1979. The identification of postlarvae of four species of *Penaeus* (Crustacea: Decapoda) from the Pacific coast of Mexico. *J. Zool.* 188: 347-351.
- Maluf, L. I. 1983. The physical oceanography. En: van Andel, T.H y G.G Shor Jr. (Eds.), *Marine Geology of the Gulf of California, A Symposium*, The American Association of Petroleum Geologist, Tulsa, Mem. 3.
- Maluf, L. I. 1983. The physical oceanography. En: van Andel, T. H y G. G Shor Jr. (Eds.), *Marine Geology of the Gulf of California, A Symposium*, The American Association of Petroleum Geologist, Tulsa, Mem. 3.

- Márquez-Tiburcio., M. A. 1976. Captura y esfuerzo en pesquerías de camarón en aguas interiores (bahía Guásimas y Lobos, Sonora). Mem. Simp. Biol. y Dinám. Poblacional de Camarones.
- Márquez-Tiburcio., M. A. 1976. Captura y esfuerzo en pesquerías de camarón en aguas interiores (bahía Guásimas y Lobos, Sonora). Mem. Simp. Biol. y Dinám. Poblacional de Camarones.
- Martínez-Guerrero, A. 1978. Distribución y variación estacional del zooplancton en cinco lagunas costeras del estado de Guerrero, México. Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, 5(1): 201-214.
- McAllister, C. D. 1969. Aspects of estimating zooplankton production from phytoplankton production. J. Fish. Res. Bd. Can. 26: 199-220.
- Mee, D. L. 1977. Coastal lagoons. En: RILEY y CHESTER (ed). Chemical Oceanography. Vol. 7; 441-490. Academic Press. Inc.
- Méndez, R. T. 1968. Breve estudio de la laguna La Cruz en Sonora, México. Cambios cuantitativos de salinidad y oxígeno. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Méndez, R. T. 1968. Breve estudio de la laguna La Cruz en Sonora, México. Cambios cuantitativos de salinidad y oxígeno. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- Miranda-Mier E., C. Cervantes-Valle, R. Morales-Azpeitia y F. Méndez-Tenorio. 1992. Aspectos biológico pesqueros de jaiba (*Callinectes bellicosus* y *C. arcuatus*) en las bahías de Lobos y Guásimas, Sonora. IV Congr. de la Asoc. de Investigadores del Mar de Cortés. Sept. 2-4, Ensenada, Baja California. Cartel.
- Möller, H. 1980. Scyphomedusae as predators and food competitors of larval fish. Meeres forschung, 28:90-100.
- Montalvo-Arrieta A. y J. A. Benítez-Torres. 1988. Copépodos de la dársena y antepuerto de Salina Cruz, Oax. (Feb. 84 - Ene 85). Secretaría de Marina, Dirección General de Oceanografía Naval. Salina Cruz, Oaxaca, México.
- Montesinos-González, M. A. 2009. Aspectos biológicos y ecológicos de tres especies de peces de importancia pesquera y acuícola en la laguna costera Las Guásimas, Sonora, México. Tesis Maestría. ITG.
- Morales-Azpeitia, R., E. Miranda-Mier y C. Cervantes-Valle. 1994. Parámetros de crecimiento y patrón de reclutamiento de jaiba (*Callinectes bellicosus*) en las bahías de Guásimas y Lobos, Sonora, México. Res. X Simp. Intern. Biol. Mar. 104.
- Nevárez-Martínez, M. O., J. López-Mártínez, Cervantes-Valle C., Miranda-Mier, E., Morales-Azpeitia, R. y M. L. Anguiano-Carrasco. 2003. Evaluación biológica y pesquera de las jaibas *Callinectes bellicosus* and *Callinectes arcuatus* (Brachyura: Decapoda: Portunidae) en las bahías de Guásimas y Lobos, Sonora, México. In: M.E. Hendrickx (ed.) Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este 2. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. México.
- Nichols, M. y G. Allen. 1981. Sedimentary proceses in coastal lagoons. En: Proc. UNESCO/IABO Seminar: Coastal lagoon research, present and future. UNESCO Technical Papers in Marine Science No. 33.
- Nixon, S. W. 1982. Nutrients dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons. Oceanologica Acta, Spec. Ed.: 357-371.

- Ochoa-Araiza, G. 1979. Distribución superficial de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y pH en cuatro bahías del estado de Sonora, México durante un ciclo anual. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada B.C., México.
- Odum, E. P. 1972. Ecología. Interamericana, México..
- Ontiveros-Granillo, A. 2009. Dinámica poblacional de *Urobatis halleri* (Cooper, 1863) y *Urobatis maculatus* (Garman, 1913) en una laguna costera del Golfo de California. Tesis Licenciatura. CESUES.
- Ontiveros-Granillo, A. 2011. Variabilidad interanual de la diversidad y abundancia de peces demersales en una laguna costera semiárida subtropical: Las Guásimas, México. CIBNOR. Tesis de Maestría en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales (Biología Marina).
- Ortega-Romero, P. 1978. Determinación de pigmentos y otros parámetros fisicoquímicos como una medida indirecta de la productividad primaria bruta en el estero La Cruz, Bahía Kino, Sonora. Tesis de licenciatura. Ciencias Químicas, Universidad de Sonora. Hermosillo Sonora, México.
- Osorio-Tafall, B.F. 1943. El Mar de Cortes y la productividad fitoplanctónica de sus aguas. An. Esc. Nal. Cienc. Biol. 3(1-2):73-118.
- Padilla-Serrato, J. 2011. Papel ecológico de la medusa bola de cañón (*Stomolophus meleagris*, Agassiz, 1862) en la laguna costera de Las Guásimas Sonora, México. Tesis de Maestría. Instituto Tecnológico de Guaymas.
- Palomares-García R., E. Suárez-Morales y Hernández- Trujillo S. 1998. Catálogo de los copépodos (crustacea) pelágicos del Pacífico Mexicano. And consumption in the upper ocean. Prog.Oceanogr. 22: 47-123.
- Palomares-García R., E. Suárez-Morales y S. Hernández-Trujillo. 1998. Catálogo de los copépodos (Crustacea) Pelágicos del Pacífico Mexicano. CICIMAR-IPN ECOSUR. Chetumal.
- Palomares-García, R. and J. Gómez-Gutiérrez. 1996. Copepod community structure at Bahía Magdalena, México during El Niño 1983-84. Estuarine, Coastal and Shelf Science 43: 583-595.
- Palomares-García, R. De Silva-Dávila, A. Martínez-López, R. Funes-Rodríguez, M. A. Carballido-Carranza, R. Avendaño-Ibarra, A. Hinojosa- Medina, y G. A. López-Ibarra. 2003. Biological effects of El Niño 1997-98, in a shallow subtropical ecosystem: Bahía Magdalena, México. Geofísica Internacional 42 (3): 455-466.
- Palomares-García, R. De Silva-Dávila, y M. A. Carballido- Carranza. 1999. Variabilidad del zooplancton durante El Niño 97/98.- Revista Oceánides. Boletín No. 69: 1-2.
- Palomares-García, R. 1992. Analysis of the taxocenosis of copepods in the lagoon complex Magdalena-Almejas Bay, B.C.S., in 1985-1986. Ciencias Marinas 18: 71- 92.
- Phillips, R. J., W. D Burke y E. J. Keener. 1969. Observations on the trophic significance of jelly fishes in Mississippi Sound with quantitative data on the associative behavior of small fishes with medusae. Trans. Am. Fish. Soc 98(4):703-712.
- Phleger, F. B. 1981. A review of some general features of coastal lagoons. En: Proc. UNESCO/IABO Seminar: Coastal lagoon research, present and future. UNESCO Technical Papers in Marine Science No. 33.
- Phleger, F.B. 1969. Some general features of coastal lagoons. En A. Ayala-Castañares y F.B. Phleger (Eds.): Lagunas Costeras, Un Simposio: 5-25. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

- Purcell, J. E. y J. H. Cowan. 1995. Predation by the scyphomedusan *Chrysaora quinquecirrha* on Mnemiopsis leidy ctenophores. Marine Ecology Progress Series, 129: 63-70.
- Purcell, J. E., D. A. Nemazie, S. E. Dorsey, E. D. Houde y J. C. Gamble. 1994. Predation mortality of bay anchovy *Anchoa mitchilli* eggs and larvae due to scyphomedusae and ctenophores in Chesapeake Bay. Marine Ecology Progress Serie, 129: 63-70.
- Purcell, J. E. y M. N. Arai. 2001. Interaction of pelagic cnidarians and ctenophores with fish: a review. Hydrobiologia, 451: 27-44.
- Ramírez, F. C. y M. O. Zamponi. 1981. Hydromedusae. En: Boltovskoy, D.(ed.). Atlas del zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. Publ. Especial del INIDEP, Mar del Plata.
- Reeve, M. R. 1975. The ecological significance of zooplankton in the shallow subtropical waters of South Florida. En: CRONIN, L. E. (ED). Estuarine Research 1. Academic Press Nueva York.
- Reyes-Benítez, E. N. 2004. Dinamica poblacional de la jaiba azul *Callinectes arcuatus* (Ordway, 1863) y la jaiba verde *Callinectes bellicosus* (Stimpson, 1859) en la bahía de las Guásimas Sonora, México. Tesis Maestría. ITG.
- Roden, G. I y G. W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigations in the Gulf of California. Jour.Mar.Res. 118: 10-435.
- Russell, F. S. 1970. The Medusae of the British Isles II. Pelagic Scyphozoa with a supplement to the first volume on Hydromedusae. Cambridge University Press, London.
- Segura-Puertas, L. 1980. Morfología, sistemática y zoogeografía de las medusas (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) del Pacifico Tropical Oriental. Tesis de Doctorado en Ciencias (Biología), Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Segura-Puertas, L. 1987. Distribución y abundancia de las medusas (Cnidaria: Hydrozoa y Scyphozoa) en el Golfo de Tehuantepec. In: Gómez-Aguirre y V. Arenas-Fuentes (Eds.). Contribuciones en Hidrobiología. Instituto de Biología. Dirección General de Publicaciones. UNAM. México.
- Segura-Puertas, L., E. Suárez-Morales y L. Celis. 2003. A checklist of the Medusae (Hydrozoa, Scyphozoa and Cubozoa) of México. Zootaxa 194: 1-15.
- Shanks L. S. 2001. An identification guide to the larval marine invertebrates of the Pacific Northwest. Oregon State Univ.
- Siokou-Frangou, I. 1996. Zooplankton annual cycle in a Mediterranean coastal area. Journal of Plankton Research 18 (2): 203- 223.
- Siordia Cermeño, P. y L. Sánchez Velasco. 2004. Distribución espacial de crustáceos del zooplankton en el golfo de California (marzo 1998), in: M.E. Hendrickx (ed.). Contributions to the Study of East Pacific Crustaceans 3. Contribuciones al Estudio de los Crustáceos del Pacífico Este 3. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Smith- Deboyd L. 1977. A Guide to Marine Coastal Plankton and Marine Invertebrate Larvae Kendall Hunt Publishing Co. Dubuque, Iowa.
- Smith, P. E. y S. L. Richardson. 1979. Técnicas modelo para la prospección de huevos y larvas de peces pelágicas. FAO. Documento Técnico Pesca 175: 1-107
- Sommer, U., H. Stibor, A. Katechakis, F. Sommary y T. Hansen. 2002. Pelagic food web configurations at different levels of nutrient richness at their implications for the radio fish production: primary production. Hydrobiologia, 484:11-2
- Suárez-Morales, E. y C. Álvarez-Silva. 2001. *Cymbasoma tumorifrons* (Copepoda: Monstrilloida): an expanded description based on a new collection from the Eastern Tropical Pacific. Pacific Science 55(2): 183-189.

- Suárez-Morales, E. y R. Gasca-Serrano, S. 1989. Copépodos calanoides epiplanctónicos del Domo de Costa Rica (julio-agosto, 1982). *Ciencias Marinas* 15(1): 89-102.
- Suárez-Morales, E. y R. Gasca-Serrano-Serrano. 1991b. Copépodos epipelágicos de la zona central de Michoacán, México (Invierno- Verano, 1983). *Universidad y Ciencia* 8(16): 25-32.
- Suchman, C. L. y B. K. Sullivan. 2000. Effect of prey size on vulnerability of copepods to predation by the scyphomedusae *Aurelia aurita* and *Cyanea* sp. *Journal of Plankton Research*, 22: 2289-2306.
- Tait, V. 1987. Elementos de ecología marina. Editorial Acribia, Zaragoza, España. 446 p.
- Turcott-Dolores, V. 1976. Plancton de lagunas costeras XIV. Variación estacional de los copépodos en la laguna de Yaváros, Sonora, México (1969-1970). *Revista Latinoamericana de Microbiología* 18: 159-165.
- Valdez-Holguín, J. E. y J. R. Lara-Lara. 1987. Productividad primaria en el Golfo de California: efectos de El Niño 1982-1983. *Ciencias Marinas*, 13(2):34-50.
- Valdéz-Olguín, J. E. 1994. Variaciones diarias de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y clorofila a, en una laguna hipersalina del Golfo de California. *Ciencias Marinas*, 20(2): 123-137.
- Valenzuela-Díaz, J. 2008. Variabilidad ambiental de la laguna costera Las Guásimas, Sonora, México. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui. Bacum, Sonora México.
- Valenzuela-Siu, M., J. A Arreola-Lizárraga, S. Sánchez-Carrillo y G. Padilla- Arredondo. 2007. Flujos de nutrientes y metabolismo neto de la laguna costera Lobos, México. *Hidrobiológica*, 17 (3): 193-208.
- Valle-Levinson, A., J. A. Delgado-Contreras y L. P Atkinson. 2001. Reversing water Exchange patterns at the entrance of a semiarid coastal lagoon. *Estuar.Coast.Shelf Sci.* 53, 825-838.
- Varela-Romero, A. 1987. Notas sobre la biología de las mojarra (Pisces: Gerreidae) en tres sistemas costeros de Sonora, con énfasis en la alimentación. Res. IX Cong. Nal. Zool. 50.
- Varela-Romero, A. 1990. Aspectos tróficos de las mojarra (Pisces: Gerreidae) en tres sistemas costeros de Sonora. Tesis de licenciatura. UABCS.
- Walter, C.T. 1989. Review of the new world species of *Pseudodiaptomus* (Copepoda: Calanoida), with a key to the species. *Bulletin of Marine Science* 45(3): 590-628.
- Ward, L. G. y G. M. Ashley. 1989. Introduction: Coastal lagoonal systems. *Marine Geology* 88: 181-185.
- Wickstead, J. H. 1965. An introduction to the study of tropical plankton Videos. Free Streaming An introduction to the study of tropical plankton.
- Woodmansee, A. 1958. The seasonal distribution of the zooplankton of Chicken Key in Biscayne Bay, Fla. *Ecology*, 39(2):247-262.
- Yáñez-Arancibia, A. 1986. Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos. A. G. T. Editor, México.
- Yebismea-Neubay, I. 2010. Flujos de nutrientes, metabolismo neto y estado trófico en la laguna Las Guásimas, México: con y sin influencia de efluentes camaronícolas. Tesis de Maestría.
- Yépez-Velázquez, L. M. 1990. Diversidad, distribución y abundancia de la ictiofauna en tres lagunas costeras de Sonora, México. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

- Young, C., M. 2006. Atlas of marine invertebrate larvae. Academic Press, USA.
- Zamora-Sánchez, M. E. 1974. Estudio de las especies del género *Acartia* (Copepoda Acartiidae) de la zona estuárica de Agiabampo, Sonora: taxonomía, distribución y notas ecológicas. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM. México.
- Zeitzschel, B. 1969. Primary productivity in the Gulf of California. *Mar.Biol.* 3(3):201-207.