



00366

3

24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA
POSGRADO EN CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGÍA**

**LAS RAÍCES DE MANGLE ROJO *Rhizophora mangle* COMO
HÁBITAT PARA ISÓPODOS (CRUSTACEA: PERACARIDA:
ISOPODA) EN EL SISTEMA ESTUARINO URÍAS, SINALOA**

TESIS

**PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
BIOLOGÍA MARINA**

**PRESENTA
MARCELO ULISES GARCÍA GUERRERO**

**DIRECTOR
DR. MICHEL E. HENDRICKX RENERS**

**MAZATLÁN, SINALOA
JULIO DE 1999**

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

273769.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Para poder reproducir parte ó toda la
informacion contenida en esta tesis es necesario
contar con la aprobacion escrita del autor.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi mayor agradecimiento a las siguientes Personas e Instituciones, sin cuyo apoyo no hubiese sido posible la culminación de éste trabajo.

Al Posgrado en Ciencias del Mar del ICML, UNAM por haberme aceptado en sus filas y al CONACYT por otorgarme una beca de estudios.

A mi familia, especialmente a mi Mamá por el constante cariño, estímulo e interés que siempre recibo de ellos.

Al Dr. Michel Hendrickx R, titular del L.I.B. de la estación Mazatlán y Director de ésta tesis por aceptarme como alumno y darme en todo momento la asesoría, espacio, recursos y materiales para realizar, en el laboratorio a su cargo, este trabajo.

A los integrantes de mi comité de tesis, Dr. Federico Páez O. y Dr. Adolfo Gracia G. por la oportuna y acertada revisión de este trabajo y el apoyo prestado. Así como al Dr. Fernando Alvarez N. y el Dr. José L. Carballo, miembros del Jurado de tesis, por las aportaciones hechas al revisar este trabajo.

Al Dr. Martín Merino I, coordinador de este posgrado así como a todos los Sres. Investigadores miembros del Consejo interno del posgrado, por haberme apoyado en todo momento.

A los M. en C. José Salgado B. y Ma. del Carmen Espinoza P. por haberme asesorado y brindado su amistad en todo momento.

A todos los integrantes del L.I.B. de la estación Mazatlán, Sra. Mercedes Cordero, Dra. Nuria Méndez, Dr. Samuel Gómez, así como a Graciano Valenzuela, Manuel Ayón, Librada Sanchez y Efraín Barranco por su constante apoyo y compañerismo.

A la Srita. Margarita Cordero y Sra. Norma Suazo, secretarías académicas del Instituto, por su ayuda y eficiente labor que me permitió realizar oportunamente todos los trámites necesarios.

Al Mat. Germán Ramírez por su constante ayuda en materia de computación, así como Natalia Medina, Carolina Ruiz y Rebeca Eng Goon por hacer aun más agradable mi estancia en la estación Mazatlán.

A mis compañeros de Generación de Ciudad Universitaria, Carlos, Mina, Simón, Ruth y Jorge por la amistad y compañerismo que siempre me dieron.

A todo el Personal académico, administrativo y de apoyo de la estación Mazatlán del ICML, UNAM por haberme permitido trabajar entre ellos y ayudarme en la medida de lo posible.

Gracias a todos.

RESUMEN

Las raíces aéreas del mangle rojo *Rhizophora mangle* presentes en doce estaciones ubicadas en toda la extensión bordeada de manglar del estero Uriás, Sinaloa, México, fueron muestreadas durante un año. Las muestras fueron tomadas mensualmente desde octubre de 1997 hasta septiembre de 1998. En cada estación, se seleccionó una sola raíz aérea por mes. La selección se hizo en base a dos criterios: 1) presencia de epifauna adherida y 2) representatividad de la raíz seleccionada en base a las características dominantes de las raíces de mangle en la estación muestreada.

Cada raíz fue dividida en dos submuestras. Una submuestra inferior y otra superior de acuerdo con el nivel de marea al momento del muestreo. En cada estación se midieron los valores de salinidad y temperatura superficiales. Debido a la complejidad de la estructura de las raíces se consideró como unidad de muestreo una raíz. De hecho un intento de análisis de las abundancias relativas (número de organismos en relación con la longitud y grosor de las raíces) arrojó resultados no significativos. Todas las raíces recolectadas fueron analizadas en el laboratorio; se separó toda la macrofauna y macroflora epibéntica adheridas, tomando nota de sus características y se contabilizaron todos los peracárideos (Crustacea: Peracaridea) presentes. Se encontraron especímenes de tres grupos de Peracaridea: Isopoda, Amphipoda y Tanaidacea. El estudio de la fauna de isópoda permitió detectar la presencia de cuatro especies habitantes de las comunidades conformadas por los epibiontes adheridos a las raíces. Dos especies (*Munna sp.* y *Paradella diana*) resultaron ser dominantes, con presencia permanente en las raíces recolectadas. Las dos otras fueron escasas ó raras (*Cassidinidea mexicana* y *Paracerceis sculpta*) ya que solo se logró recolectar 8 ejemplares para *C. mexicana* y 2 para *P. sculpta* en todo el año.

Munna sp. mostró una fuerte afinidad para las comunidades de algas adheridas a las raíces. En cambio, *P. diana* se encontró preferentemente entre especies de cirripedos (Crustacea: Cirripedia) del grupo de los balanos.

El análisis de los patrones de distribución en el sistema lo largo del año mostró que *Munna sp.* se distribuye principalmente en las estaciones ubicadas en la parte interior del estero (intervalo de densidad de 5 a 550 individuos/raíz). *Paradella diana* resultó ser común en la región más próxima a la boca (intervalo de densidad de 3 a 480 individuos/raíz).

En lo que respecta a distribución temporal para *Munna sp.*, los meses de menor abundancia fueron diciembre y septiembre en tanto que los de mayor abundancia fueron octubre y junio. En el caso de *P. diana*, los meses de menor abundancia fueron diciembre y enero en tanto que los de mayor fueron junio y julio.

El ritmo de crecimiento para *Munna sp.* (talla mínima: 0.59 mm; talla máxima: 1.90 mm; talla media 1.20 mm) fue evaluado denotando así once intervalos de clase para la especie. Los subadultos y adultos representaron la mayor parte de la población residente en las raíces recolectadas. *P. diana* (talla mínima: 0.59 mm; talla máxima: 6.31 mm; talla media: 2.0 mm) presentó también once intervalos de clase para todo el año. Los juveniles representaron la mayor parte de la población en las raíces recolectadas.

En el caso de *Munna sp.* se detectó la presencia de hembras ovigeras todo el año a excepción de los meses de lluvia. El examen de contenido de marsupio en las hembras ovigeras permitió estimar en un promedio de 11 el número de huevecillos en marsupios durante el verano. Para el caso de *P. diana*, sólo se recolectaron hembras ovigeras en verano, con una media de 25 huevecillos en el marsupio.

Las poblaciones de *Munna sp.* y *P. diana* se distribuyen en las raíces de mangle rojo básicamente en función de sus necesidades de hábitat, las cuales pueden variar según los diferentes intervalos de clase de cada especie. Las densidades por mes varían según lo observado en función de las variaciones estacionales de salinidad y temperatura.

INDICE

Introducción	1
Objetivos	4
◦ General.....	4
◦ Específicos.....	4
Antecedentes	5
◦ Del golfo de California.....	5
◦ Del sur de Sinaloa.....	6
◦ De los crustáceos Isópodos.....	7
Area de estudio	8
Métodos	12
◦ Estaciones de muestreo.....	12
◦ Recolección y separación de Isópodos.....	12
◦ Análisis de laboratorio.....	12
◦ Medición y determinación de sexo.....	13
◦ Análisis de los datos obtenidos.....	13
Resultados	16
◦ Temperatura y salinidad.....	16
◦ Fauna asociada a las raíces.....	16
◦ Los isópodos asociados a las raíces de <i>Rhizophora mangle</i>	17
◦ Variables abióticas.....	18
◦ Variables bióticas.....	18
◦ Distribución de sexos y tallas por especie.....	19
◦ Fecundidad.....	20
Discusión	40
◦ Salinidad y temperatura.....	40
◦ Fauna asociada a las raíces.....	40
◦ Los isópodos habitando en las raíces de mangle.....	41
◦ Distribución y abundancia de isópodos en el estero Urías.....	41
◦ Variables abióticas.....	43
◦ Variables bióticas.....	46
◦ Distribución de sexos y tallas por especie.....	47
◦ Factores reproductivos.....	48
◦ Aspectos generales.....	49
Conclusiones	51

TABLAS Y FIGURAS

Figura 1.-	Ubicación del estero Urias en la república Mexicana	11
Figura 2.-	Puntos de muestreo determinados de acuerdo a la distribución de mangle rojo	15
Figura 3.-	Longitud máxima en isópodos	15
Tabla 1.-	Valores P de correlación entre variables abióticas y especies de isópoda encontradas	18
Tabla 2.-	Tipos de epibiontes y material inerte detectado adherido a las raíces	18
Tabla 3.-	Combinaciones de epibiontes con valor P significativo para las especies de isópodos encontradas	19
Figura 4.-	Variación absoluta en espacio y tiempo de la temperatura a lo largo del año	21
Figura 5.-	Variación absoluta en espacio y tiempo de la salinidad a lo largo del año	21
Figura 6.-	Media mensual de los valores de temperatura registrados en el sistema	22
Figura 7.-	Media mensual de los valores de salinidad registrados en el sistema	22
Figura 8.-	frecuencia de aparición de cada epibionte y/o material inerte detectado en las once estaciones de muestreo	23
Figura 9.-	Frecuencia de aparición de mejillones, balanos, ostiones y macroalgas detectada en las once estaciones	23
Figura 10.-	Abundancia media absoluta por mes de los tres grupos peracáridos observada en las raíces del estero	24
Figura 11.-	Abundancia media absoluta por estación de los tres grupos peracáridos observada en las raíces del estero	24
Figura 12.-	Macho y hembra de la especie <i>Paradella diana</i> e	25
Figura 13.-	<i>Munna</i> sp	25
Figura 14.-	Macho y hembra de la especie <i>Cassidinidea mexicana</i>	26
Figura 15.-	Macho y hembra de la especie <i>Paracerceis sculpta</i>	26
Figura 16.-	Abundancia absoluta de <i>Munna</i> sp. y <i>Paradella diana</i> e a lo largo del año	27
Figura 17.-	Abundancia absoluta por estación de <i>Munna</i> sp. y <i>Paradella diana</i> e	27
Figura 18.-	Abundancia absoluta por mes de <i>Cassidinidea mexicana</i> y <i>Paracerceis sculpta</i>	28
Figura 19.-	Distribución y abundancia de especies frecuentes de isópodos desde octubre de 1997 hasta enero de 1998	29
Figura 20.-	Distribución y abundancia de especies frecuentes de isópodos desde febrero de 1998 hasta mayo de 1998	30
Figura 21.-	Distribución y abundancia de especies frecuentes de isópodos desde junio de 1998 hasta septiembre de 1998	31
Figura 22.-	Distribución de las cuatro especies de isópodos en las raíces de mangle del estero Urias durante el periodo octubre 1997 a septiembre 1998	32
Figura 23.-	Frecuencia de detección de acuerdo al tipo de epibiota presente para <i>Munna</i> sp. encontrados en las comunidades adheridas a las raíces de mangle en el estero Urias	33
Figura 24.-	Frecuencia de detección de acuerdo al tipo de epibiota presente para <i>Paradella diana</i> e encontrados en las comunidades adheridas a las raíces de mangle en el estero Urias	33
Figura 25.-	Proporción de sexos registrada en <i>Munna</i> sp. para cada mes	34
Figura 26.-	Proporción de sexos registrada en <i>Paradella diana</i> e para cada mes	34
Figura 27.-	Distribución de tallas por mes de la especie <i>Munna</i> sp.	35
Figura 28.-	Distribución de tallas por mes de la especie <i>Paradella diana</i> e	35

Figura 29.- Intervalos de clase registrados para todos los individuos encontrados de <i>Munna</i> sp. aplicando el análisis de Sturges.....	36
Figura 30.- Intervalos de clase registrados para todos los individuos encontrados de <i>Paradella diana</i> e aplicando el análisis de Sturges.....	36
Figura 31.- Relación entre el número de huevecillos, la talla y el número de hembras ovigeras en <i>Munna</i> sp.....	37
Figura 32.- Relación entre el número de huevecillos, la talla y el número de hembras ovigeras en <i>Paradella diana</i> e.....	37
Figura 33.- Relación talla/número de huevecillos en hembras ovigeras de <i>Munna</i> sp.....	38
Figura 34.- Relación talla/número de huevecillos en hembras ovigeras de <i>Paradella diana</i> e.....	38
Figura 35.- Frecuencia de las fases de desarrollo embrionario por mes encontrados en los huevecillos cargados por hembras de <i>Munna</i> sp.....	39
Figura 36.- Frecuencia de las fases de desarrollo embrionario por mes encontrados en los huevecillos cargados por hembras de <i>Paradella diana</i> e.....	39

INTRODUCCIÓN

Las lagunas costeras son cuerpos de agua comunicados de manera temporal o permanente con el mar y que se encuentran en la zona litoral (a lo largo de la costa) rodeados por tierra. Frecuentemente están cerca de la desembocadura de un río. En este tipo de sistemas hay continuas fluctuaciones en el nivel medio del agua, temperatura y salinidad. El agua de mar que contienen las lagunas costeras puede estar diluida con agua dulce continental o bien tener características hipersalinas debido a ser zona de excesiva evaporación. Estas masas de agua tienen procesos físicos, químicos, biológicos y sedimentológicos particulares ((Lankford, 1977; Carter, 1989).

Las lagunas costeras se encuentran en latitudes templadas y tropicales de todo el mundo (Day et al., 1989). México tiene aproximadamente 10,000 km de litorales, de los cuales 12,500 km² son ocupados por lagunas costeras, estuarios y esteros de diferente origen y extensión (Lankford, 1977). Un ejemplo de ello son los sistemas lagunares del Noroeste de la República entre los que están Agua brava, Teacapán, Ensenada del pabellón, Altata, Huizache Caimanero y Uriás (Gómez-Noguera, 1993).

Ciertas regiones de la zona costera de México han sido seriamente perturbadas por diversas actividades humanas que se desarrollan sin estrategias de manejo integral adecuadas (e.g., pesca, turismo, transporte, arrojado de desechos). Dichas actividades han causado daño a los ecosistemas allí establecidos, lo que puede llegar a niveles irreversibles (Galindo et al., 1992; Gómez-Noguera, 1993). Un adecuado control del manejo de recursos naturales es, por lo tanto, necesario. Las estrategias de control ambiental de las lagunas costeras tradicionalmente se han basado en monitorear la calidad fisicoquímica del agua para detectar sustancias disueltas y particuladas procedentes de posibles vertidos no controlados (Naranjo y Carballo, 1997). En años recientes se ha comprobado la ineficacia de esas estrategias cuando no pueden hacerse monitoreos periódicos ó la dispersión de contaminantes es rápida (Naranjo y Carballo, 1997).

El bentos forma parte de éstos sistemas, integrando en buena medida todos los ecosistemas costeros. El hecho de que la contaminación tiene impacto directo sobre los organismos vivos, especialmente las poblaciones bentónicas, muchas de las cuales tienen una capacidad de dispersión muy limitada (Begon, 1990), ha conducido a pensar que la alteración de dichas poblaciones puede servir como indicador negativo de salud ambiental del ecosistema, pues son los primeros afectados. Los aportes de origen antropogénico modifican las condiciones ambientales causando cambios en las poblaciones que integran a las comunidades naturales (Naranjo y Carballo, 1997).

El éxito de cualquier comunidad depende, entre otros factores, de poder contar con condiciones ambientales óptimas. Las comunidades no pueden desarrollarse adecuadamente con niveles de contaminación más altos que la capacidad de tolerancia que tienen. Atendiendo a lo anterior y mediante el conocimiento de cómo cambian las poblaciones de ciertas especies bajo condiciones normales, es posible conocer el estado del sistema, detectar anomalías, diagnosticar la gravedad del impacto y proponer soluciones (Naranjo y Carballo, 1997). Posteriormente se pueden sentar las bases de un adecuado manejo y, por lo tanto, implementar una posible preservación del recurso natural (Odum y Heald, 1988; Day et al., 1989; Bunt et al., 1991; Davis et al., 1994).

El estudio de los organismos y comunidades bentónicas constituye en la actualidad el centro de importantes programas de investigación relativos al impacto humano sobre el ambiente marino (Duffy y Hay, 1991; Naranjo y Carballo, 1997). Un manejo adecuado de los recursos marinos requiere estudios de las especies residentes, detección de bioindicadores, investigación sobre su estructura comunitaria y poblacional así como el monitoreo periódico de las comunidades (Schrivers et al., 1995).

Entre los diversos tipos de plantas que crecen en las lagunas costeras tropicales y subtropicales destacan los ecosistemas de manglar (Day et al., 1989; Bunt et al., 1991). Numerosos estudios los clasifican entre las comunidades de plantas vasculares más productivas del planeta (Gill y Tomlinson, 1985; Gocke y Vitolla, 1981; Perry, 1988; Snedeker, 1988; Day et al., 1989; Ellisson y Farnsworth, 1990; Cebrian et al., 1998).

Las tasas de productividad de los ecosistemas de manglar son las más altas registradas para ecosistemas boscosos (Gill y Tomlinson, 1985). Los manglares se encuentran entre los ecosistemas más fértiles del mundo y son, frecuentemente, un componente básico de estuarios y esteros ya que proveen un elevado porcentaje del alimento disponible en los mismos (Gocke y Vitolla, 1981; Day et al., 1989). En el continente Americano, la flora que compone este ecosistema cuenta con unas 11 especies, siendo en todo el mundo en total 32 (Hendrickx, 1999). En el continente americano, se encuentran entre los meridianos 29°N y 29°S (Gocke y Vitolla, 1981).

Según Day et al. (1989) las comunidades que forman los manglares son de extrema importancia por ser:

- ⇒ Base para proveer de alimento a las especies que se desarrollan en sus proximidades.
- ⇒ Hábitat para gran diversidad de organismos juveniles y adultos, estuarinos ó marinos.
- ⇒ Regulador de ciertos ciclos biogeoquímicos fundamentales para reciclar nutrientes.

Esas comunidades de mangle están sujetas a variaciones relacionadas con el flujo de mareas, los aportes de agua continental, la tasa de evaporación y el aporte de las lluvias que cambian de acuerdo a la estación del año (Bailey, 1978). Tienen drenaje limitado por barreras de origen natural o antropogénico, que detienen y conducen el flujo a través del sistema estuarino (Day et al., 1989). El mangle rojo *Rhizophora mangle* es una de las especies más comunes en los manglares del continente Americano (Day et al., 1989). Está adaptada a desarrollarse en suelos inundados salinos y sometidos diariamente a variaciones en el nivel de marea, salinidad, cantidad y tipo de material suspendido (Taylor et al., 1986). Debido a ello, el rigor de los factores físicos se incrementa con la distancia hacia el interior del cuerpo de agua que rodean las comunidades de mangle (Hardwick y Mathieson, 1983).

Es importante destacar el papel del manglar como receptor de desechos. Debido a la intrusión del hombre en el ecosistema de manglar, y desde que éste empezó con el uso y manejo de sustancias químicas, éste ha rebasado en muchos casos su máxima capacidad. Un ejemplo claro al respecto es el trabajo de Páez et al., 1998, donde se señala el importante papel de este sistema para retener y reciclar los fosfatos y nitratos que, como desechos, son arrojados por las granjas productoras de camarón.

Los principales grupos tróficos presentes en este tipo de ambiente son los siguientes (Day et al., 1989):

- ⇒ **Herbívoros:** detritívoros: consumidores de materia vegetal (primarios) como trozos de hojas de mangle, organismos muertos, excrementos ("pellets" fecales) o algas (e.j., isópodos, anfipodos, tanaidáceos).
- ⇒ **Omnívoros:** ingieren lo que esté disponible, ya sea materia de origen vegetal ó animal (e.g., moluscos bivalvos, cnidarios, isópodos). Pueden ser juveniles de peces y macro invertebrados en desarrollo dentro del estero.
- ⇒ **Camívoros inferiores:** peces y crustáceos pequeños que se alimentan de los grupos antes mencionados.
- ⇒ **Camívoros intermedios:** peces y aves que habitan en las aguas del estero y se alimentan de los grupos inferiores, así como las formas juveniles de los camívoros.
- ⇒ **Camívoros superiores:** grandes peces, y en ocasiones, reptiles estuarinos. Así como aves marinas que se alimentan de invertebrados y peces en los estuarios.

En el manglar, el aporte orgánico principal es la hojarasca que genera el bosque. Incluso, exporta energía a otros sistemas, ya que se produce más de lo requerido localmente y existen los medios para desplazar el exceso de producción (e.j., corrientes y mareas) (Day et al., 1989). Sin embargo, mucho material permanece en el mismo sistema donde es sujeto a la descomposición bacteriana (Day et al., 1989). La producción de O₂ por parte de los productores primarios del lugar no siempre compensa el fuerte consumo y por lo tanto existe a menudo un ambiente subóxico en el agua y sedimentos, pudiendo llegar a niveles de anoxia (Rehm y Humm, 1973).

El éxito del manglar como ecosistema está estrechamente relacionado con su sistema radicular, altamente especializado (Gocke y Vitolla, 1981). El mangle se caracteriza por tener numerosas raíces que se originan del pabellón del árbol y crecen hacia abajo hasta insertarse en el sustrato de denso lodo. Una vez enterradas, funcionan como anclaje que estabiliza el árbol y el sustrato en que se encuentra éste (Gill y Tomlinson, 1978).

La aereación de las raíces subterráneas es proporcionada por la sección aérea de las mismas (Rehm y Humm, 1976). Esto caracteriza al ambiente en torno a ellas, compuesto por una sección seca, una sujeta a cambios intermareales y otra casi siempre sumergida en la que predominan condiciones subóxicas (Gill y Tomlinson, 1978). Durante los períodos de marea baja, en los cuales las raíces y a veces los sedimentos están expuestos, el O₂ disponible puede agotarse debido al elevado consumo y baja circulación (Gocke y Vitolla, 1981). Así tiene lugar un ambiente con características únicas en torno a las raíces, que proporciona hábitat a diversas poblaciones altamente especializadas para pasar sobre o entre las raíces, parte de o todo su ciclo vital (Gill y Tomlinson, 1978).

Diversos grupos animales tienen la capacidad de adaptarse a vivir y reproducirse exitosamente bajo las condiciones particulares de los bosques de mangle. Se distribuyen aquí comunidades de organismos sésiles (e.j., esponjas, moluscos bivalvos, poliquetos sedentarios, balanos y cnidarios), o móviles como algunos grupos de poliquetos errantes o crustáceos decápodos y peracáridos (Gocke y Vitolla, 1981). Estos últimos tienen la capacidad de desplazamiento que les permite hacer uso de un área más amplia de la raíz, emigrar e interferir con frecuencia en el desarrollo de la misma (Perry y Brusca, 1989). El estudio de la importancia potencial de éstos organismos y las interacciones que tienen con el sistema al intervenir en los procesos de crecimiento y productividad de los manglares es relativamente reciente (Perry, 1987).

Dentro de las comunidades móviles que habitan sobre las raíces de mangle, encontramos que los peracaridos isópodos son un componente importante. Estos se clasifican dentro del subphylum Crustacea, uno de los taxa de invertebrados más conocidos y diversos, que contiene al menos 30,000 especies vivientes descritas (Brusca y Brusca, 1990). (ver apartado 1)

Los tipos de hábitat en que se encuentran a los isópodos son muy diversos, dependiendo del ambiente disponible y de sus adaptaciones conductuales, metabólicas y osmoregulatorias. Su alimentación depende del entorno y las adaptaciones que tienen para ese efecto en las partes bucales y el tubo digestivo. Este es un conducto largo y estrecho que termina en un pequeño estómago donde hay enzimas digestivas, y en donde se absorben e incluso se almacenan los nutrientes (Brusca e Iverson, 1985). Pueden almacenar aquí sales de calcio para emplearlas en los requerimientos de la muda. Pueden ser hervíboros, omnívoros, carroñeros, detritívoros, parásitos ó depredadores. Este tipo de adaptaciones coloca a los isópodos como componente importante de su ecosistema. Se trata, por tanto, de organismos que pueden ser consumidores primarios cuando se alimentan de algas o bien recicladores de materia orgánica cuando se alimentan de detritus o carroña. De este modo, transfieren energía al nivel inmediato superior de su sistema, al ser depredados por carnívoros inferiores tales como los macro invertebrados o los juveniles y adultos de peces. Sus excrementos, producidos en forma de "pellets", contribuyen a fertilizar el sustrato y son incorporados nuevamente al ciclo biológico de la zona.

OBJETIVOS

General.

El presente estudio pretende examinar la distribución y abundancia de las poblaciones de isópodos que viven formando parte de las comunidades adheridas a las raíces aéreas de mangle rojo *Rhizophora mangle* en el estero Urías y relacionar su presencia con las características del área estudiada.

Específicos.

1. Identificar las diferentes especies de isópodos presentes en las raíces.
2. Relacionar los Peracaridea presentes con la composición de la epibiosis adherida.
3. Sugerir los factores que determinan la distribución en tiempo y espacio de los isópodos en las raíces.
4. Describir la proporción de tallas y sexos de cada especie de isópodos encontrada frecuentemente en las raíces.
5. Proponer los períodos reproductivos de las especies dominantes para el período de estudio.
6. Reconocer las relaciones existentes en cuanto a la fecundidad, talla y grado de desarrollo embrionario en las hembras ovígeras recolectadas.

ANTECEDENTES

Las ecosistemas lagunares estuarinos de mangle a nivel global han sido estudiados al menos desde 1950 en muchos aspectos. Parte considerable de estos estudios se enfocan a medir los efectos de factores de crecimiento, metabolismo y patrones morfológicos del bosque de mangle o bien a explicar la dinámica del flujo de energía de un componente a otro del ecosistema (Lugo y Snedaker, 1974; Day *et al.*, 1989). Otros estudios han tratado de explicar su estructura y zonación. Se mencionan a continuación algunos de los trabajos más difundidos que describen los ecosistemas lagunares estuarinos de mangle o bien estudian las relaciones habidas entre sus componentes.

Macnae (1968) elaboró listados de flora y fauna asociada a manglares, Kiener (1973), revisó aspectos ecológicos de los manglares del planeta y Lugo y Snedaker (1974) estudios de ecología de manglar. Por otro lado, Rehm y Humm (1976) analizaron patrones de crecimiento de los mangles, Findley (1976) los aspectos ecológicos de mangles estuarinos en Sonora y Lugo y Snedaker (1977) la estructura comunitaria de bosques de manglar. Gill y Tomlinson (1977) estudiaron el crecimiento en el sistema de raíces y Simberloff *et al.* (1978) el efecto de artrópodos en el crecimiento de árboles de mangle en tanto que Sutherland (1980) revisó la dinámica de comunidades epibénticas de raíces de mangle y Jones (1984) la relación entre mangles y cangrejos. Wada *et al.* (1987) estudiaron la distribución vertical de macrofauna en raíces de mangle y Perry (1988) explicó el efecto de la fauna asociada a las raíces sobre la productividad del manglar. Flores -Verdugo *et al.* (1988), analizaron la importancia del manglar para las pesquerías. Conde y Díaz (1989) analizaron la dinámica de poblaciones del cangrejo *Aratus pisonii* (Milne Edwards) en torno al mangle y Flores -Verdugo (1989) analizó la importancia del manglar como ecosistema. Para inicios de la presente década, Ellison y Farnsworth (1990) estudiaron la caracterización de las comunidades que se forman en torno a las raíces de mangle en tanto que Quintana (1990) revisó algunos aspectos de la epibiosis en raíces de mangle. Bunt *et al.* (1991) analizaron la zonación a lo largo de un gradiente de aguas en los manglares, Orihuela *et al.* (1991) la mortalidad masiva de comunidades de raíz de mangle y Smith *et al.* (1991) el efecto de cangrejos excavadores sobre la productividad en manglares. Por su parte, Reyes y Campos (1992) realizaron estudios sobre macro invertebrados colonizadores de raíces y Sheridan (1992) sobre la fauna estuarina de los mangles. Posteriormente, Bayliss (1993) estudió la distribución de balanos en torno a raíces de mangle, Davie (1994) analizó la diversidad de cangrejos de manglar, Gerardi *et al.* (1994) las poblaciones de cangrejos eremitianos que depredan especies viviendo entre raíces de mangle, en tanto que Jiang y Li (1994) estudiaron ecología de moluscos en áreas de manglar y Davis *et al.* (1994) los efectos del cambio climático global sobre los ecosistemas de manglar. Rajendran y Kathiresan (1996) estudiaron el efecto de granjas camaronícolas sobre manglares. Ejemplos más recientes son los trabajos de Tam y Wong (1997), con análisis de las tasas de descomposición de la materia orgánica que circula entre las raíces de mangle en tanto que Sheridan (1997) estudio el bentos adyacente al mismo y Flores -Verdugo y Agraz (1997) publicaron generalidades de los pantanos de manglar. Recientemente, Chapman (1998) revisó las relaciones entre patrones estacionales de diferentes niveles taxonómicos de la comunidad de mangle.

De acuerdo a lo observado, el trabajo realizado hasta hoy en torno a la fauna asociada a los manglares a nivel global se ha centrado en el carácter taxonómico, enumerativo y descriptivo (Rehm y Humm, 1973; Perry, 1988; Bailey, 1978; Ellison y Farnsworth, 1990). Poco se conoce sobre el papel ecológico de los seres vivos que habitan sobre o dentro de las raíces de mangle en general (Rehm y Humm, 1973; Simberloff *et al.*, 1978; Taylor *et al.*, 1986; Perry, 1988; Ellison, 1990). Hay evidencias de que los organismos epibiontes de las raíces interfieren de manera significativa con la productividad del manglar como unidad y como ecosistema (Rehm y Humm, 1973; Ellison y Farnsworth, 1990; Kittlein, 1990; Day *et al.*, 1978).

Del Golfo de California.

En lo que respecta al Golfo de California, éste ha sido estudiado en diferentes aspectos. Existen numerosos tratados que integran al golfo dentro de la región del Pacífico Este tropical (véase área de estudio) y describen

consideraciones específicas del área, tanto en lo que se refiere a su biodiversidad como a sus características ambientales. Dada la gran cantidad de trabajos publicados al respecto, resulta improbable señalarlos todos. Se pueden citar como ejemplo sólo algunos de los trabajos de mayor difusión para el área. En 1962, Brinton realizó un amplio estudio de la distribución de eufásidos en las aguas del Pacífico, que incluye distribuciones espaciales para el golfo. Brusca y Wallerstein (1979) detallaron patrones zoogeográficos de isopodos en la región. Brusca (1980) por su parte realizó un catálogo y guía de identificación de invertebrados comunes en la zona intermareal del golfo. Alvarez-Borrego (1983) (véase *Ecosystems of the world; Estuaries and enclosed seas*, Goodall, 1983) publicó un capítulo donde se describen las corrientes, mezcla y movimiento de masas de agua, topografía, aspectos topográficos, meteorológicos, condiciones hidrográficas y mareas, así como la variación del O₂ y el funcionamiento del sistema carbonatos en el golfo. Es éste uno de los estudios más detallados pues incluye también generalidades de la distribución de nutrientes, la productividad primaria y fitoplancton, el zooplancton, las poblaciones de peces e incluso el impacto del hombre en la región. Otros estudios relevantes a nivel del golfo son; los de Hendrickx (1992), quien analizó la distribución y las afinidades zoogeográficas de los crustáceos decápodos del golfo; Espinoza-Avalos (1993) realizó un trabajo sobre taxonomía, florística y distribución de algas en el golfo (véase *Biodiversidad Marina y costera de México*, Salazar-Vallejo, 1993) y recientemente, Gómez-Noguera (1998), quien realizó el único trabajo formal que se conoce sobre la sistemática y algunos datos ecológicos de fauna harpacticóidea en lagunas costeras del sur del golfo.

Del sur de Sinaloa.

La región sur de Sinaloa ha sido estudiada en términos generales y particulares. La mayoría de éstos estudios sólo son disponibles a nivel de manuscrito de tesis. Aún así, es imposible citar todos los trabajos disponibles y sólo se citan aquí los que están relacionados directa o indirectamente con los sistemas estuarinos lagunares. Se citan como ejemplo los trabajos de Peraza (1985) acerca del transporte de arenas, de López (1986) con morfología de sedimentos, Flores et al. (1987), quienes definieron la dinámica de detritus en la comunidad de mangle de una laguna costera del sur del estado, son muy interesantes al respecto. Mas recientemente, Plascencia (1993) estudió los peces asociados a fondos blandos en la costa sur de Sinaloa y Pérez (1995), la biología de peces demersales en la plataforma de la costa sur del estado. En lo que se refiere a invertebrados que habitan cuerpos costeros, estos han sido estudiados ante todo desde un punto de vista selectivo, dando prioridad a especies de importancia comercial (Hendrickx 1984). Entre los trabajos del área relativos a invertebrados de lagunas costeras, destacan los trabajos de Van der Heiden y Hendrickx (1979, 1982), con inventarios de fauna marina costera del sur de Sinaloa y los de Hendrickx (1980, 1983, 1984, 1987, 1993), con estudios de taxonomía y biogeografía de la fauna marina de la misma área. Para la presente década, Medina (1990), realizó un estudio de las tallas en postlarvas de camarón del género *Penaeus* y Flores-Verdugo (1990), abordó la ecología de la productividad primaria en el sistema lagunar de Teacapán, Agua Brava. Gómez Noguera (1992) analizó la fauna meiobentónica en la laguna ensenada del pabellón. Más adelante, Salgado-Barragán (1993) caracterizó las comunidades de macromoluscos y crustáceos de Ensenada del pabellón y Esparza (1993) trabajó con biología de cangrejos ermitaños en el mismo lugar en tanto que Flores et al. (1993) reportaron la distribución geográfica de humedales costeros del sur del estado. Posteriormente, Flores - Verdugo et al., (1994), estudiaron el balance de carbono en el estero El Verde en tanto que Ruelas (1997) la bioacumulación de metales pesados en el tejido de crustáceos balanos adheridos a raíces de mangle en las inmediaciones de Mazatlán. Para el mismo año, Ayón (1997) hizo una revisión taxonómica de las especies decápoda que se asocian a la pesca de langosta en ésta región,

El estero Urías en particular, ha sido previamente estudiado en base a diferentes aspectos. Ejemplo de ello es el trabajo de Alduenda et al. (1985) evaluando contaminación por hidrocarburos y organismos patógenos y aquel de Robles (1986) con un estudio de contaminación orgánica y fecal. Páez et al. (1990) monitorearon la química de las aguas estuarinas. Entre los de carácter biológico están los trabajos de; Alvarez León (1977) con estudios de la hidrobiología del estero, Pastén (1983) con estudios de variación fitoplanctonica y Hubbard (1983), quien estudió la distribución de crustáceos decápodos y moluscos del estero en relación a la presencia de mangle. García Sañudo (1985) realizó estudios de abundancia y distribución de algunas especies zooplanctónicas en tanto que Priego Martínez (1985) y Caballasi (1985) realizaron contribuciones al conocimiento de la composición fitoplanctónica del estero.

Más adelante, Jasso *et al.* (1986) estudiaron la comunidad zooplanctónica y Heredia Ochoa (1988) la contaminación por plaguicidas en los tejidos de camarón. Recientemente, Barranco (1996) estudió la variación de las poblaciones de copépodos en las aguas del fondo del estero. Aun más recientes son los trabajos de carácter químico en el estero por parte de Páez *et al.*, (1997) quienes estudiaron los flujos de nutrientes y balance de masas en las aguas que fluyen desde una granja camaronícola hacia aguas del estero. Asimismo, Páez *et al.*, (1998) realizaron un análisis del impacto ambiental que la actividad que la misma granja tiene sobre las aguas del estero así como un análisis de la contaminación que ésta causa sobre el mismo.

De los crustáceos isópodos.

Los isópodos han sido estudiados y descritos en numerosos sistemas naturales del mundo. Muchos trabajos los tienen como objeto central de estudio, con aspectos generales o específicos. Entre los primeros estudios de carácter formal están los de Richardson (1905) con una de las primeras compilaciones sobre especies de isópodos del planeta conocidos hasta entonces, y de Schultz (1969) con un compendio de isópodos de Norteamérica. Otras obras que podemos considerar trascendentes e ilustrativas del conocimiento adquirido acerca de este grupo de crustáceos son los de Adcock (1982), quien estudió los requerimientos energéticos de poblaciones de isópodos, de Kowenberg *et al.* (1987) quienes analizaron la dinámica poblacional de isópodos en lagunas costeras y Harris y Thuet (1987) quienes analizaron la osmoregulación en isópodos. Williams (1987), por su parte, publicó acerca de los aspectos ecológicos de isópodos de que habitan en las aguas de lagos salados. Más adelante, Stebbins (1988) trabajó con la conducta de isópodos comensales y con la historia natural de la familia Idoteidae. Kensley y Schotte (1989) elaboraron una guía de isópodos para las aguas del Caribe y Stebbins (1989) hizo un seguimiento de la dinámica poblacional de isópodos comensales. De la presente década, se pueden citar lo elaborado por Arantes y Anadón (1990), quienes publicaron un trabajo sobre dinámica poblacional de isópodos en mantos de algas en tanto que Petridis (1990) realizó estudios de predación sobre poblaciones de isópodos en lagunas costeras hipersalinas y Luxmoore (1990) estudió la muda en isópodos del género *Serolis*. Leonardsson (1991) revisó la variación en frecuencia de isópodos adultos de acuerdo a la profundidad de colecta. Cabe resaltar entre los trabajos sobre isópodos más relevantes desde el punto de vista taxonómico y filogenético, los de R.C. Brusca (1980, 1981, 1983, 1984) y aquel de Brusca e Iverson (1990). Estos trabajos analizan numerosos aspectos ecológicos, taxonómicos y filogenéticos del superorden en cuestión. Aún así la amplia diversidad taxonómica y ecológica de este grupo hace que la información existente sea insuficiente, especialmente en lo que se refiere a la ecología y biología de las especies habitantes de comunidades estuarinas de manglar. Son pocos los trabajos que estudian específicamente la relación entre los isópodos y las raíces de mangle. Ejemplo de ello son los trabajos de Bailey (1978), quien analizó la horadación de isópodos en raíces de manglares de Florida, de Ribí (1981), quien hizo una evaluación de la actividad horadora de *Sphaeroma terebrans* (Spence Bate) en raíces de *Rhizophora mangle* (Linneo), de Snedeaker (1983), que describió el papel general de los isópodos que habitan entre los manglares. Más adelante, Perry y Brusca (1989) analizaron el efecto destructivo de isópodos *Sphaeroma peruvianum* (Richardson 1910) en la parte sumergida de las raíces de mangle y Ellison y Farnsworth (1990) evaluaron la interacción entre isópodos y la epifauna de las raíces. El año siguiente, Santhakumari (1991), trabajó sobre la dinámica de *S. terebrans* en raíces de mangle. Sin embargo, son más las especies de isópodos que se distribuyen en torno a las raíces interviniendo activamente en el ecosistema del lugar y es poco lo que se sabe acerca de ellos.

En lo que respecta a estudios sobre isópodos en el estero Urias, no hay precedentes. De hecho, poco se han estudiado los isópodos en México. Para el estado de Sinaloa, uno de los sitios que investigan este campo es el "Laboratorio de Invertebrados bentónicos de la Estación Mazatlán" (ICML, UNAM) donde, desde 1995, se tiene un proyecto de estudios faunísticos, ecológicos y biogeográficos relacionados con este superorden. Hasta el momento, varios trabajos han sido publicados como resultado de este proyecto. Espinosa-Pérez y Hendrickx (1997) presentaron nuevos registros geográficos de isópodos Cirolanidae y Hendrickx *et al.* (1997) editaron el "Tercer Catálogo de la Colección de Referencia de Invertebrados de la Estación Mazatlán", ICML UNAM, que incluye un capítulo sobre isópodos. Posteriormente, Hendrickx y Espinosa-Pérez (1998a; 1998b), reportaron una nueva especie del género *Cassidininea* y otra del género *Excorallana*. Los mismos autores tienen actualmente en proceso de elaboración un "Compendio de isópodos de las costas del Pacífico Mexicano".

AREA DE ESTUDIO

Desde el punto de vista pesquero, la región costera del Pacífico centro-oriental comprende desde el extremo norte del golfo de California hasta el límite sur de Colombia (Hendrickx, 1995). Sin embargo, muchos de los autores consideran como subregión biogeográfica el Pacífico este tropical, que incluye además la zona que se extiende desde Colombia hasta Paita (Brusca y Wallerstein, 1979; Hendrickx, 1992). El Pacífico este tropical tiene gran variabilidad hidrográfica en la que predominan todo el año fluctuaciones cíclicas termales (Brusca y Wallerstein, 1979). Las provincias en que se divide esta zona son tres; Cortés, Mexicana y Panámica (Hendrickx, 1995). Además de las costas continentales se integran aquí diversas islas oceánicas, continentales y una larga serie de islotes y rocas incluidos en su mayoría dentro de los golfos del área (Hendrickx, 1995). Y dentro de la provincia de Cortés se incluye al Pacífico mexicano, una costa de elevada variedad de ambientes entre los que destaca el golfo de California, cuyo intercambio de aguas con el océano Pacífico abierto es relativamente bajo (Brusca, 1980). Se trata de la única cuenca de evaporación importante del océano Pacífico con un volumen total aproximado de $123\ 000\ \text{km}^3$ en una superficie de $150\ 000\ \text{km}^2$ (Roden y Emilsson, 1980). El golfo de California está localizado en el extremo Noroeste de México y constituye un cuerpo de agua de características únicas, pues está casi totalmente protegido de las masas y corrientes de aguas templadas (Hendrickx, 1992). Desde 1979, el golfo de California se ha considerado limitado al sur por una línea recta imaginaria que une Cabo San Lucas, en Baja California Sur, a Cabo corrientes en Jalisco (Hendrickx, 1984). Se considera un ambiente subtropical (Brusca, 1980).

Según De La Lanza (1991), y con base en los trabajos de Roden y Emilsson (1980), Case y Cody (1983) y Alvarez Borrego et al. (1984); el golfo de California puede dividirse en cuatro provincias oceanográficas:

- **Golfo superior.-** Comprende desde el río Colorado hasta la Isla Tiburón. Tiene pendientes ligera, alta turbidez, temperaturas superficiales extremas, gran evaporación, baja precipitación, altas salinidades, grandes amplitudes de marea y escaso oleaje. Experimenta fluctuaciones estacionales en las propiedades termohalinas de las corrientes. Asimismo existe fuerte mezcla ocasionada por las mareas. En el verano se encuentran altos valores de temperatura y salinidad debido al calentamiento solar y a la evaporación. Durante el invierno prevalecen condiciones inversas.
- **Canal de ballenas.-** Situado entre la isla Angel de la Guarda y la península de Baja California, presenta corrientes de marea longitudinales que recorren el canal creando en el fondo elevadas temperaturas, salinidades y oxígeno disuelto. Las velocidades de las corrientes son altas y propician fuertes mezclas. La profundidad cambia drásticamente dando lugar a una barrera repentina que se extiende desde el flujo del agua subsuperficial hacia el centro y norte del golfo. La temperatura media mensual es 1°C más baja en el golfo superior y existen surgencias que prevalecen durante verano el invierno.
- **Golfo inferior.-** Se localiza entre isla Tiburón y una línea imaginaria que une Mazatlán con Cabo San Lucas. Tiene salinidades superficiales relativamente altas y la presencia de una fuerte corriente hacia el sur, cerca de sus límites occidentales. Las cuencas son profundas, las amplitudes de marea son pequeñas y las diferencias en corrientes son menos importantes que aquellas que produce el viento. Existe una variación estacional marcada de temperatura, con intervalos anuales cercanos a los del Golfo superior. Las variaciones de salinidad generalmente son mínimas. Las corrientes superficiales se dirigen hacia el sureste en invierno y hacia el noroeste en verano, debido a los vientos.
- **Entrada.-** Es el área triangular limitada por la costa de Mazatlán, Cabo corrientes y Cabo San Lucas. Presenta principalmente frentes, remolinos e intrusiones que pueden estar ligados a la confluencia de diferentes corrientes. Es de naturaleza más oceánica que las provincias anteriores. Tiene diversas pendientes abruptas, en el lado de la península muestra cuencas de más de 3600 m de profundidad. Las salinidades de aquí son las más bajas de todo el golfo, las temperaturas son moderadas y las amplitudes de marea son pequeñas, todo ello por la entrada y mezcla de las aguas del Pacífico. La precipitación es mayor dado que se encuentra en la zona más tropical del golfo. La influencia de las tormentas del Pacífico es fuerte, especialmente durante la temporada de huracanes (agosto a noviembre).

Las costas de Sinaloa, situadas en la zona sureste del golfo, forman parte de la región zoogeográfica del mismo. Se tienen allí las condiciones para el desarrollo de estuarios y lagunas costeras que caracterizan, junto con los bosques de mangle, la parte central y sureste de la costa este del golfo de California, así como gran parte de la costa suroeste de México (Hendrickx 1992). En general, se pueden considerar dos estaciones climáticas, marcadas para la zona sur de Sinaloa, mismas que influyen directamente sobre las características hidrográficas y ecológicas de los cuerpos de agua de la región. Estas estaciones están representadas por los meses de estiaje, (desde febrero hasta junio) y los meses de lluvia (de julio a octubre) estando separadas por los meses de transición (de noviembre a enero) (Alvarez León, 1987).

En el sur del estado del Sinaloa se ubica el estero Urias, (figura 1), entre las coordenadas 23°10'36", 23°23'00" latitud norte y los 106°20'00", 106°25'35" longitud oeste. Se trata de una laguna costera tipo IIIA con eje de orientación paralelo a la línea de la costa y edad aproximada de 5000 años (Lankford, 1977). Tiene una extensión aproximada de 17 km (Villalba, 1986). Recibe varios nombres iniciando el recorrido desde las boca hasta aguas arriba donde se denomina estero el Astillero, posteriormente estero de Urias y por último estero la Sirena. Ya que está conformado por varios reservorios se puede considerar como sistema, propiamente como sistema Urias. Dicho sistema tiene asociados algunos esteros tributarios, el Infiernillo, Pichichines, Barrón, Zacate, Caimán y Confitas (Pasten 1983).

Se encuentra adyacente al puerto de Mazatlán, situación que ha causado en el lugar un fuerte impacto ambiental (Hubbard, 1983; Villalba, 1986; Salgado, 1993). La modificación de las condiciones ambientales debido a la proximidad del puerto y a que tiene asentamientos humanos y plantas de procesamiento en las orillas que descargan al estero sus afluentes, ha causado graves daños al equilibrio ecológico (Páez Osuna, 1990; Ruelas, 1998). Los contaminantes han causado desaparición de zonas de crianza dentro del estero y afectado gravemente su equilibrio (Hubbard, 1983, Salgado, 1993). Proviene de la zona adyacente al rastro municipal, la zona de actividad portuaria, pesquera y de carga y descarga, de plantas de transformación, el astillero y la boca del estero la sirena que recibe los afluentes sobrecalentados de la termoeléctrica José Aceves Pozos (Alvarez León, 1977). En el extremo meridional del estero el impacto es diferente pues la cercanía de la granja camaronera "La Clementina" implica arrojado de contaminantes ante todo orgánicos (Páez Osuna *et al.*, 1997). Ese extremo está bordeado en su mayoría por mangle de las tres especies más comunes en la costa occidental, rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*) y negro (*Avicennia germinans*), así como varias especies de arbustos terrestres (Hubbard, 1983). El cuerpo de agua está compuesto por dos masas bien caracterizadas, la zona de transición entre ambas se localiza entre 8 y 10 km aguas arriba de la boca, aproximadamente a la altura de la planta termoeléctrica (Alvarez León, 1977). Debido a ello el sistema Urias tiene una gran capacidad de renovación de agua en la región en que se ve afectada por las descargas antes descritas y una mezcla incipiente con la masa de agua localizada después de los 8 km aguas arriba de la boca del sistema (Alvarez León, 1977).

De acuerdo a Villalba, (1986), las características climáticas del estero son aquellas que prevalecen en el sur de Sinaloa:

Clima subtropical húmedo cálido con temperatura mínima anual de 20.1°C y máxima de 28.3° (media mensual de 24.6°C). La temporada de estiaje es de febrero a junio, con casi nulas precipitaciones y evaporación desde moderada hasta alta. El 75% de la precipitación pluvial anual (961.2 mm) cae en los meses de julio a septiembre. La evaporación es más intensa de mayo a octubre con promedio de 159.4 mm/mes. Los vientos dominantes en verano son occidentales con velocidad promedio de 2.5 m/s. El patrón de temperaturas ambientales se muestra acorde al ciclo anual de radiación solar. Los valores anuales de precipitación pluvial alta se registran en los años de mayor incidencia de ciclones tropicales y muestran un ciclo de sucesión de 3 ó 4 años. La temperatura se mantiene en estrecha relación con la ambiental, mínimos de 20° a 22°C y máximos de 30° a 32°C. El gradiente térmico longitudinal calculado para el sistema es del orden de 1.5° a 3.0°C por cada 10 km. aumentando de la boca a la cabeza. Esto se cumple de manera general salvo en años en los que se presentan condiciones oceanográficas anormales, pudiendo ocasionar una inversión en el gradiente térmico longitudinal durante los meses de invierno. La variación de la salinidad depende de la evaporación y del volumen de escurrimiento que es aportado al sistema, que a su vez dependerá de la precipitación pluvial recibida. El sistema no tiene aporte continuo de agua dulce, salvo algunos arroyos que transportan hacia las aguas estuarinas los escurrimientos de tierra durante los meses de precipitación, lo que hace descender

cuantitativamente la salinidad del cuerpo de agua, pues la mayoría de los arroyos se encuentra hacia la cabeza, región en la que se presenta mayor variación relativa de salinidad respecto a la boca del sistema. El proceso de evaporación ocasiona una pérdida constante de agua durante los meses de estiaje, que, aunado al menor movimiento de la masa de agua localizada hacia la cabeza resulta en una mayor salinidad en esta región respecto a la boca del sistema, comportándose el cuerpo de agua como un antiestuario, salvo en los meses de altos escurrimientos tales como agosto, septiembre y octubre. En años de precipitaciones normales la salinidad en la boca del sistema fluctúa entre 31‰ en agosto hasta 37‰ en junio presentándose en promedio salinidad de 34.8‰. Se presenta un gradiente de salinidad positivo de la boca a la cabeza del orden de 1 a 3‰ en 10 km en los meses de altos escurrimientos. Este año, de alta precipitación pluvial, se registro salinidad superficiales mínimas de 7‰ durante el mes de septiembre y máximas de 35‰ en junio. La variación de oxígeno disuelto en el agua no depende estrictamente de las condiciones ambientales sino de factores biológicos internos propios de este tipo de cuerpo de agua. Normalmente, en años anteriores al reporte se presentaron valores promedio de 3 a 4 ml/l. Respecto al pH, los valores no muestran un patrón definido de variación ya que al igual que el contenido de oxígeno disuelto en el agua dependen de factores biológicos. El pH presenta valores de entre 7.3 y 8.3, con promedio casi de 8.2.

El tipo de marea observado en Mazatlán, es mixta semidiurna, predominando el carácter semidiurno ya que a la pleamar superior le sigue la bajamar inferior (Alvarez León, 1977). La amplitud máxima de la marea es de 116 cm y la promedio de 90 cm aproximadamente. La pleamar máxima alcanza 125 cm por debajo de ese nivel. La onda de marea, al propagarse hacia el interior del sistema sufre modificaciones tanto en la amplitud como en la fase. Lo estrecho y somero del canal de navegación causa fricción en la onda de marea retrasándola y amortiguando su amplitud. El desfazamiento entre la boca y la cabeza en los tiempos de pleamar y bajamar es aproximadamente de 60 minutos. La velocidad de corriente de la marea varía desde 10 cm/seg durante el reflujo hasta 22 cm/seg durante el flujo. La máxima velocidad de la corriente de marea se alcanza tres horas antes de registrarse la pleamar y la mínima tres horas antes de la bajamar aproximadamente (Alvarez León, 1977).

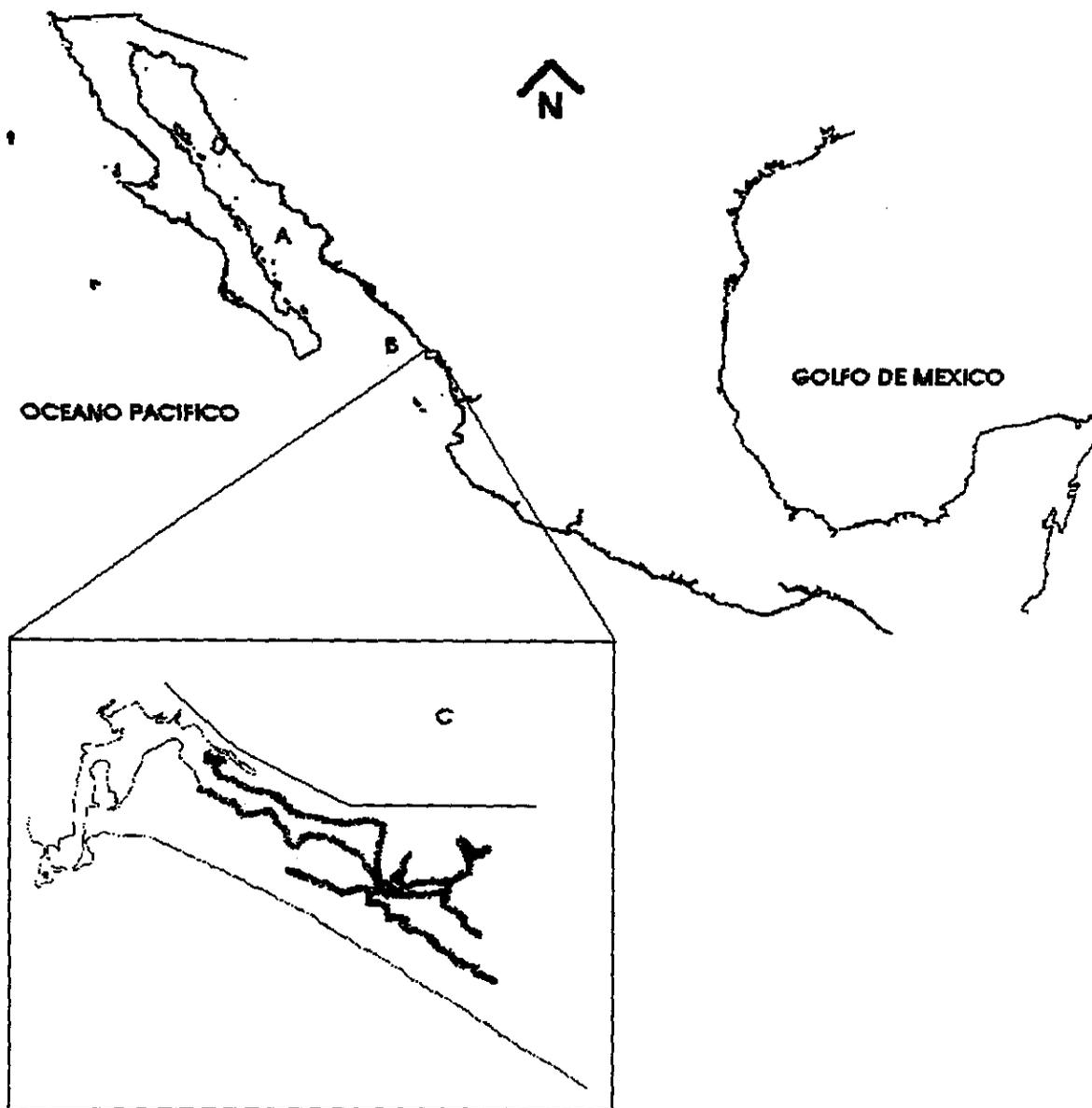


Figura 1.- Ubicación del estero Uñas en la República Mexicana.

MÉTODOS

Estaciones de muestreo.

Para definir las estaciones de muestreo se consideraron los resultados de un pre muestreo realizado un mes antes de iniciar el trabajo formal de campo. Los puntos de muestreo fueron determinados de acuerdo a la distribución de mangle rojo *R. mangle* encontrada en los bordes del estero (figura 2).

La periodicidad de muestreo fue mensual.

Con base en la información obtenida durante este muestreo preliminar y de acuerdo con la distribución de la vegetación de mangle rojo en el sistema de Uñas, se realizó cada mes un recorrido en lancha con motor fuera de borda. Todos los muestreos se programaron con marea intermedia debido a la mayor accesibilidad que hay en las estaciones durante la misma. Sin embargo, por razones operativas, algunos fueron realizados con marea baja ó alta. Se seleccionaron once estaciones numeradas de la 1 a la 11 y distribuidas uniformemente en torno a la zona de mangle del estero. Se tomó como 1ª la ubicada al fondo del estero y como 11ª la más cercana a la boca del mismo. Se inició el trabajo tomando como primer mes de muestreo el de octubre de 1997 y como último el de septiembre de 1998.

Se tomó como referencia para la recolección de raíces el método propuesto por Perry y Brusca (1989), pero con la diferencia de que solo se muestrearon las raíces aéreas no enterradas en el sustrato.

Recolección y separación de isópodos.

Debido a la alta heterogeneidad de las estaciones analizadas, se tomó como unidad de muestreo una raíz por estación. En cada estación se midió la salinidad y la temperatura superficiales y se seleccionó una raíz aérea. La raíz a recolectar se eligió observando primero el aspecto general de las raíces en cada estación para seleccionar una de aquellas que, por sus características, fuese, en función de la cantidad y diversidad de epibiontes adheridos, del tipo más común presente en la estación. Las raíces se cortaron y se midieron en largo y ancho, separando cuidadosamente la parte superior, expuesta a la deshidratación por el movimiento de las mareas, de la inferior que está sumergida y con un mayor grado de colonización. Se colocó cada sección de cada raíz por separado en cubetas de plástico conteniendo agua del lugar de recolección y se añadieron 100 ml de formol concentrado a cada muestra. Las cubetas fueron trasladadas al laboratorio para el análisis.

Análisis de laboratorio.

En el laboratorio, todas las secciones de las raíces fueron analizadas por separado. Se desprendieron todos los organismos adheridos, tomando nota del grupo al que pertenecían. Este trabajo se realizó empleando una coladera con luz de malla de 0.5 cm. Una vez desprendida toda la epibiota se enjuagó para eliminar el lodo y se revisó a simple vista el contenido de la coladera para separar manualmente los isópodos allí retenidos. El material que pasó por la coladera se retuvo en una bandeja. Dicho material se filtró nuevamente a través de una red para plancton de 475 μ m. El material retenido en esta segunda fase fue enjuagado con agua y colocado en frascos etiquetados para ser revisado y separado empleando un microscopio estereoscópico. Se contaron todos los peracáridos (isópodos, anfípodos y tanaidáceos) y se separaron los isópodos. El material así separado se preservó separadamente en tubos de cristal conteniendo una solución de etanol comercial al 70 %.

Medición y determinación de sexo en los isópodos recolectados.

La talla (longitud máxima; figura 3) de cada ejemplar recolectado se midió desde el borde anterior del cefalón al borde posterior del telson. Para ello se empleó un microscopio de disección con cámara clara y una reglilla de precisión graduada en 0.01 mm.

Una vez separados por especie, los isópodos fueron clasificados en las siguientes categorías de acuerdo al criterio propuesto por Stebbins (1989):

- ⇒ **Juveniles.**- sin caracteres sexuales evidentes.
- ⇒ **Machos subadultos y adultos.**- penes diferenciados, apéndice masculino presente y todos los pereiópodos funcionales.
- ⇒ **Hembras subadultas y adultas.**- sin apéndice sexual, con ó sin oostegites y siete pereiópodos funcionales.
- ⇒ **Hembras ovígeras adultas.**- especímenes portando marsupio que contenga huevos ó embriones en cualquier etapa de desarrollo.

Las hembras ovígeras fueron separadas y se examinó el grado de desarrollo del embrión. De acuerdo al criterio propuesto por Stebbins (1989), se clasificaron en tres estadios:

- ⇒ Embriones esféricos de consistencia sólida y cubiertos por membrana embrionaria.
- ⇒ Embriones elongados con somitas (apéndices en desarrollo) evidentes.
- ⇒ Embriones casi a término (mancas) con apéndices libres bien desarrollados.

Análisis de los datos obtenidos.

Para el procesamiento de los datos obtenidos, se utilizó una computadora personal, para capturar los datos en una hoja de cálculo para su manejo.

Se representaron gráficamente las variaciones de salinidad y temperatura y las medias respectivas por mes y estación para obtener sus tendencias por tiempo y por estación. Estas variables (salinidad y temperatura) fueron sometidas a un análisis de varianza de una sola vía para detectar similitudes y diferencias entre los meses y/o las estaciones. Fue empleada la prueba de *Tukey* a un nivel de significancia de $P < 0.05$.

La detección de las variaciones en la distribución de los grupos epibiónticos adheridas a las raíces, fue realizada la representación gráfica de los datos de abundancia absolutos por mes para cada estación, poniendo así en evidencia donde se distribuye cada epibionte encontrado. Se utilizó un código para reconocer cada uno de los diferentes tipos de epibiontes y/o materia observados, asignando una letra diferente a cada uno.

El análisis comparativo de la abundancia (número de ejemplares por estación) de los tres grupos de peracaridos en el sistema a través del año, se obtuvo con la media mensual obtenida entre las 11 estaciones. La detección de las variaciones en abundancia absoluta por especie de isópodo para cada mes y para cada estación de trabajo, se obtuvieron con la representación gráfica de los valores respectivos, sugiriendo así las tendencias presentes para cada especie a través del tiempo y espacio. Del mismo modo, fueron detectadas las diferencias entre estaciones de muestreo.

Por otro lado, se realizaron análisis de varianza de una sola vía entre las abundancias por mes y por estación para detectar similitudes y diferencias entre las estaciones y los meses con respecto a la cantidad de peracaridos que habitan en ellas.

Con los datos de abundancia de los especímenes recolectados, se detectaron cuales fueron los cambios espacio-temporales en las poblaciones de grupos de peracaridos. Las abundancias medias encontradas por estación y por mes fueron definidas.

Para determinar la tendencia de los isópodos a distribuirse en determinado hábitat, se asignó una letra para cada grupo de epibiontes detectado. En total fueron 10 grupos de epibiontes diferentes: a=mejillones, b= ostiones, c= balanos, d= macroalgas, e= materia orgánica, f = lodo, g=esponjas, h = anémonas, i = epifitos, j = sin epibiontes. Con éstas combinaciones se realizó análisis de varianza de una vía, y se efectuó la prueba de Tukey con nivel de significancia $P > 0.05$ para obtener las diferentes combinaciones de epibiontes y determinar cual es el tipo ó tipos de epibionte (s) que es (son) el principal factor que determina la presencia / ausencia y por tanto la distribución espacial de isópodos en las raíces de mangle rojo del estero.

Asimismo con los datos de abundancias por mes y por estación se realizó un análisis de correlación simple, que se aplicó de manera individual para cada variable (temperatura, salinidad, nivel de marea y nivel de la raíz) para determinar el efecto de cada una en la distribución y abundancia de las especies estudiadas. Fué empleado un nivel de significancia $P > 0.05$.

Las tallas obtenidas por especie, fueron analizadas al representar gráficamente todos los ejemplares recolectados de cada especie, obteniendo talla máxima, talla mínima y media muestral para cada mes. Estos datos se sometieron a análisis de varianza de una sola vía con nivel de significancia $P > 0.05$ para poner en evidencia probables diferencias entre las tallas de cada mes.

Con los datos de tallas, se realizaron gráficos de frecuencias por especie que permitieron definir los intervalos de clase para cada una de éstas. Para determinar las clases de muda, se utilizó el método sugerido por Luxmoore (1982), que consiste en agrupar los datos en intervalos de clase separados por las tallas a los cuales muda un isópodo. Los intervalos de clase y la amplitud de intervalo de cada una se establecieron de acuerdo a las fórmulas propuestas por Sturges (Daniel, 1990):

$W=R/K$ y $K= 1+3.22 (\log_{10} N)$, donde:

K=	Número de intervalos
N=	Número de datos
W=	Amplitud de intervalo
R=	Recorrido (diferencia numérica entre el dato más alto y el más bajo).

Un modelo de regresión lineal simple fue aplicado para determinar la relación entre la talla de las hembras ovígeras y la cantidad de huevos contenidos en el marsupio. Con los datos de grado de maduración en huevos de las hembras ovígeras se determinó, mediante la representación gráfica de los datos absolutos, la variación en la madurez de los huevos para proponer así los periodos reproductivos para cada especie de isópodo durante el año de muestreo.

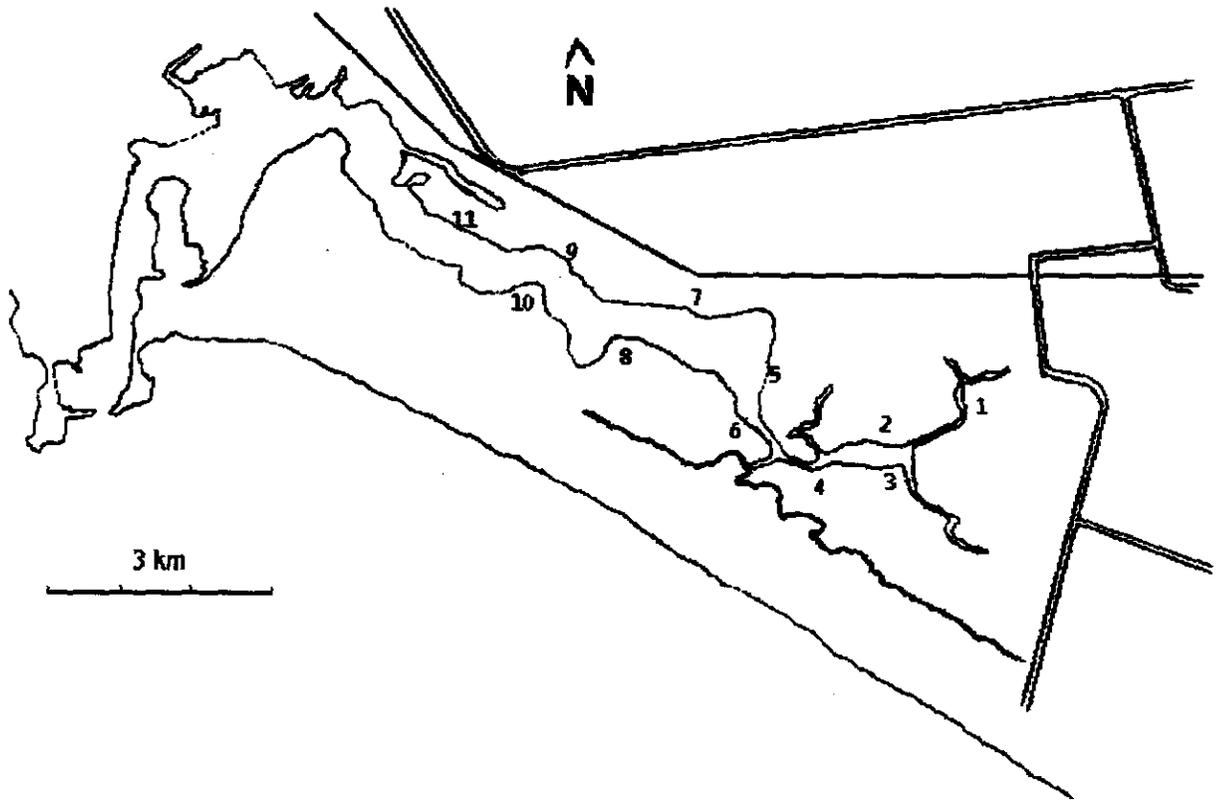


Figura 2.- Puntos de muestreo determinados de acuerdo a la distribución de mangle rojo.

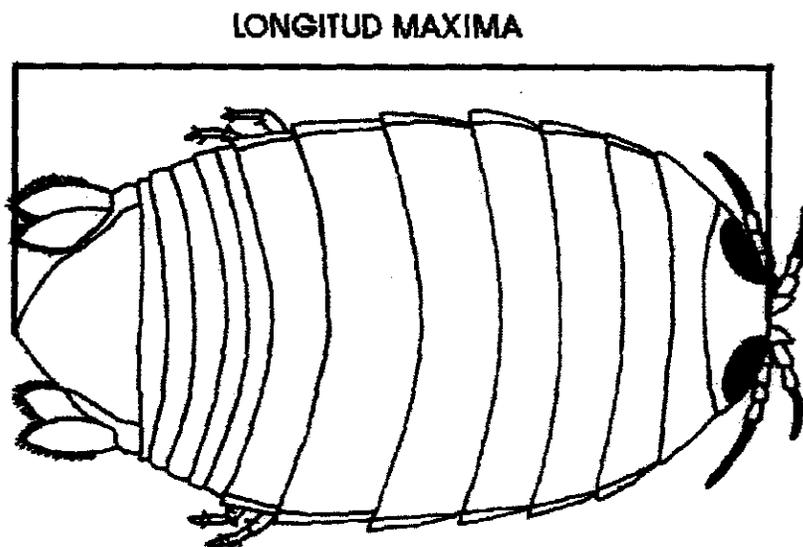


Figura 3.- Longitud máxima en isópodos.

RESULTADOS

Temperatura y salinidad.

Fueron obtenidos los valores de temperatura y de salinidad por estación para cada mes en que se llevó a cabo el estudio. Se presentan dichos valores en las figuras 4 y 5, respectivamente.

En el caso de la temperatura, se reflejó el típico comportamiento de aguas estuarinas subtropicales, con temperaturas veraniegas cálidas e invernales frías con relación al resto del año. Sin embargo, cabe resaltar que la temperatura media más elevada se registró hacia finales del verano (mes de octubre) (figura 6). Esto se hizo evidente al aplicar el análisis de varianza de una sola vía a todas las temperaturas registradas cada mes. Al realizar el análisis, se observó que julio y agosto son diferentes de enero, febrero y marzo, pues se obtuvieron valores de $P \lll 0.05$. Los demás meses, son todos similares entre sí y diferentes a los de invierno y verano. Al hacer el análisis de diferencias entre temperaturas por estación, no se encontró que las hubiese significativas en ningún caso, pues sólo se obtuvieron valores $P \ggg 1.0$.

De acuerdo con los análisis realizados en el caso de la salinidad entre los meses, se sugieren diferencias significativas entre la época de precipitación pluvial alta (agosto- septiembre) y la de secas (abril-mayo) (Figura 7). Se obtuvieron valores de $P < 0.05$ al realizar el análisis para estos casos. Cabe resaltar la fuerte diferencia registrada en septiembre con respecto a todos los demás meses a causa de las lluvias (figura 6).

Al comparar las estaciones de un mismo mes para cada parámetro, no se obtuvieron diferencias significativas, con sólo valores $P > 1.0$.

Fauna asociada a las raíces.

Entre los diferentes epibiontes que se encontraron adheridos a las raíces, figuraron; moluscos bivalvos (mejillón y ostión), crustáceos (cirrípedos), cnidarios (antozoarios), anélidos (poliquetos) y esponjas (poríferos). Asimismo, macroalgas y otros epífitos no identificados fueron detectados adheridos directamente a las raíces. La presencia de epibiontes adheridos a las raíces fue detectada en todas las estaciones. Se sugiere la presencia-ausencia de cada epibionte para cada mes de muestreo (figura 8; anexo 1).

Se detectó, mediante graficación de las abundancias observadas por estación, la tendencia de los epibiontes más conspicuos a colonizar las raíces de las distintas regiones y se observó una clara tendencia de los mejillones para establecerse en la región interna del estero y de los balanos a presentar el fenómeno inverso, es decir, fueron más frecuentes en las proximidades de la boca y escasos hacia el fondo (figura 9). Los ostiones fueron observados en todo el estero. El resto de los grupos, se sugiere que mostraron cierta selectividad (figura 8) pero los ejemplares obtenidos son insuficientes para detectar con claridad sus patrones de distribución. La frecuencia de detección por mes para todos los grupos de epibiontes se sugiere poco variable de mes a mes, siendo los mismos para todo el año de trabajo.

Dentro de los organismos móviles presentes se encontraron crustáceos (Decapoda y Peracarida) y anélidos (Polychaeta: Errantia). Entre los decápodos hubo anomuros (género *Clibanarius*) y braquiuros (familias Grapsidae, Panopeidae y Porcellanidae). Los anélidos poliquetos fueron observados en las estaciones desde la 2 a la 7. Los peracáridos fueron contabilizados a nivel orden y se sugieren las abundancias relativas por mes (figura 10) y por estación de recolección (figura 11).

El análisis comparativo de la abundancia (número de ejemplares por estación) de los tres grupos de peracáridos en el sistema a través del año (media mensual obtenida entre las 11 estaciones) sugiere una variación uniforme. Considerando el conjunto de raíces analizadas cada mes, los anfípodos fueron más abundantes en noviembre, enero y febrero y los isópodos fueron más abundantes en junio y julio. El patrón más evidente fue el de los tanaidáceos, que dominaron exclusivamente en septiembre (figura 10).

Un análisis similar aplicado a las 11 estaciones de muestreo (media por estación obtenida entre los 11 meses de muestreo) permite sugerir un comportamiento muy similar entre las comunidades de isópodos y anfípodos en las estaciones 1 a la 6; en cambio, en las estaciones externas (7 a la 11), los isópodos se mantienen de manera abundante mientras que tanto los anfípodos como los tanaidáceos sufren una clara disminución (figura 11).

Los isópodos asociados a raíces de *Rhizophora mangle*.

Entre las raíces de *Rhizophora mangle* se encontraron cuatro especies de isópodos. Se sugieren las especies presentes durante todo el año. Estas fueron: *Paradella diana*e (Menzies, 1962) (Flabellifera: Sphaeromatidae) (figura 12) y *Munna* sp. (Asellota: Munnidae) (figura 13). Dos se encontraron escasamente, siendo éstas *Cassidinidea mexicana*, (Hendrickx y Espinosa-Perez, 1998) (Flabellifera: Sphaeromatidae) (figura 14). y *Paracerceis sculpta* (Holmes, 1904) (Flabellifera: Sphaeromatidae) (figura 15).

Distribución y abundancia de los Isopoda.

Con base en las abundancias absolutas (número total de especímenes por raíz en las 11 estaciones) de las cuatro especies de isópodos encontradas en el sistema, se sugiere la abundancia mensual para cada una desde octubre 1997 hasta septiembre 1998. Existe una clara tendencia en cuanto a la distribución de las especies de isópodos encontradas entre las raíces de mangle. *P. diana*e mostró un aumento en número de especímenes recolectados a partir del mes de febrero, para alcanzar números mucho más elevados en verano, con un máximo en el mes de julio (480 especímenes en la misma raíz, mismo momento) y un brusco descenso en septiembre (figura 16). La especie del género *Munna* presentó abundancias más erráticas; máximos en octubre, enero y junio (media máxima) y mínimos en diciembre, abril y agosto - septiembre.

La abundancia sugerida en cada estación a través del período de estudio indica un patrón invertido. En el caso de *P. diana*e las abundancias máximas se observaron en las estaciones mas cercanas a la boca del sistema (7 a 11), mientras que *Munna* sp. fue escaso en esta parte del sistema pero abundante en las estaciones ubicadas en la sección interna (figura 17).

Las especies *P. sculpta* y *C. mexicana* fueron escasas todo el año y en todas las estaciones para éste hábitat en particular (figura 18). No puede hablarse de la presencia de ambas especies de manera permanente. *P. sculpta* sólo apareció en dos raíces en octubre y marzo, con un solo espécimen en cada evento. *C. mexicana* presentó una abundancia muy baja también (máximo de 2 especímenes en la misma estación para el mismo mes) aunque el material recolectado parece indicar una presencia más marcada en el sistema.

Considerando la escasez de especímenes de *C. mexicana* y *P. sculpta* a lo largo del estudio, se analizó la presencia de solamente las especies *Munna* sp. y *P. diana*e. Con base en ello se sugiere la distribución y abundancia en los doce meses de muestreo (figuras 19, 20 y 21). Los datos globales indican una fuerte segregación en el sistema de las poblaciones de *P. diana*e que se encuentran de forma predominante en las estaciones mas cercanas a la boca y de *Munna* sp., que ocupa la parte más interna del sistema. Las demás especies presentan un patrón que difícilmente se puede interpretar debido al bajo número de organismos encontrados.

En base a los resultados observados en las figuras 19 - 21, que muestran una tendencia clara de segregación de las dos especies más comunes en el sistema se realizó un diagrama de abundancia y distribución que cubre todo el período de estudio (figura 22) y que permite sugerir un patrón similar.

Variables abióticas.

Con el propósito de determinar la relación entre las variables abióticas y la presencia o ausencia de las especies, se analizó por separado la posible relación entre a) el nivel de marea, b) el nivel de la raíz, c) la temperatura y d) la salinidad, con los resultados faunísticos obtenidos (abundancia de cada especie). De acuerdo con los resultados obtenidos, los factores salinidad y temperatura pudieran estar relacionados con la distribución espacial. Al realizar análisis de correlación entre las abundancias de las especies consideradas y cada factor ambiental, se obtuvieron los valores *P* para cada relación entre variable y abundancia con nivel de significancia < 0.05 (tabla 1).

Tabla 1.- Valores *P* de correlación entre variables abióticas y especies de Isopoda encontradas.

Variable	<i>Munna sp</i>	<i>P. dianae</i>	<i>C. mexicana</i>	<i>P. sculpta</i>
Nivel de marea	0.05	0.01	0.10	0.18
Nivel de raíz	0.03	0.44	0.10	0.23
Temperatura	0.11	0.21	0.07	0.09
Salinidad	0.07	0.07	0.03	0.04

Variables bióticas.

La presencia - ausencia de epibiontes registrada en cada una de las raíces muestreadas fué analizada al registrar el número de veces que cada especie estuvo presente entre cada tipo diferente de epibiosis adherida a la raíz. El análisis de los resultados permitió detectar y sugerir un total de 7 tipos de epibiontes adheridos y dos componentes amorfes; que se presentaron en total 42 "combinaciones" diferentes incluyendo 36 múltiples (entre 2 y 5 elementos) y 5 casos en los cuales sólo se presentó un epibionte ó un elemento amorfe (i.e., mejillones, ostiones, balanos, macroalgas) (tabla 2).

Tabla 2.- Tipos de epibiontes y material inerte detectado adherido a las raíces.

a	Mejillones	f	Lodo
b	Ostiones	g	Esponjas
c	Balanos	h	Anémonas
d	Macroalgas	i	Algas epífitas
e	Materia orgánica	j	Sin epibiontes

Las gráficas hacen referencia a todas las combinaciones de epibiontes detectadas y la media en número de isópodos *Munna sp.* y *P. dianae* registrada para cada una de éstas.

La representación gráfica de la frecuencia de aparición de las dos especies de isópodos más comunes en el sistema sugiere que en el caso de *Munna sp.* en 20 de las 42 combinaciones encontradas no se detectó la presencia de especímenes. En cambio, hubo una alta incidencia de la especie en las combinaciones "algas" (d), "algas y balanos" (cd) y "mejillones-balanos-algas-esponjas-anémonas" (abcgh) (figura 23). En el caso de *P. dianae*, en 24 de las 42 combinaciones no se observó presencia de la especie, las combinaciones sugeridas para esta especie fueron esencialmente las "ostiones-balanos-algas" (bcd) y "ostiones-balanos-materia orgánica" (bci), así como "mejillones-ostiones-balanos-algas" (abcd) (figura 24).

Se enlistan sólo las combinaciones que resultaron ser significativas por especie de acuerdo a un análisis de varianza de una sola vía con nivel de significancia menor a 0.05. (Tabla 3):

Tabla 3.- combinaciones de epibiontes con valor P significativo para las especies de isópodos encontradas:

<i>Munna</i> sp	Algas: 0.0006 Algas + mejillones + ostiones: 0.0254 Algas + balanos: 0.0469
<i>Paradella diana</i> e	Balanos + ostiones: 0.0002 Balanos + ostiones + tapete algal: 0.0012 Balanos: 0.0064
<i>Cassidinidea mexicana</i>	Balanos: 0.0089 Balanos + ostiones + algas: 0.0037
<i>Paracercels sculpta</i>	Balanos + ostiones: 0.0488

La densidad de isópodos por estación es también variable, pero la presencia depende, muy probablemente de que en la estación esté presente la epibiota con la que tiene afinidad cada especie (figuras 23 y 24). Los demás peracáridos presentes, no son probablemente un factor determinante en la distribución de isópodos, sin embargo el análisis sugiere un valor $P < 0.05$ entre la presencia de *Munna* sp. y anfipodos, al igual que con tanaidáceos. Asimismo se obtuvo un valor $P < 0.05$ entre tanaidáceos y *C. mexicana*.

Los epibiontes adheridos a la raíz son los mismos todo el año para las mismas estaciones y no se sugieren diferencias en la distribución de epibiontes a través del tiempo. Se sugiere que los *Munna* sp. dependen de las macroalgas adheridas para permanecer en la raíz en tanto que los *P. diana*e dependen de las comunidades sustentadas por balanos, principalmente. Con base en lo anterior, la distribución espacial sugerida entre las raíces de las especies de isópoda es, según la presencia ó ausencia de cierto tipo de epibiota en la estación y de manera secundaria en función del gradiente de salinidad.

Distribución de sexos y tallas por especie.

La determinación del sexo basada en la presencia de estructuras sexuales externas y de carácter secundario se realizó para las especies dominantes en los muestreos: *Munna* sp. (Figura 25) y *P. diana*e (Figura 26).

El análisis de la variación por mes en la proporción de machos, hembras, hembras ovigeras y juveniles permite suponer una constante presencia de hembras, machos y juveniles durante todo el año de muestreo para la especie *Munna* sp., salvo en agosto, cuando no se recolectó un solo ejemplar de la especie en las raíces revisadas. En septiembre no se registraron hembras ovigeras, éstas aparecieron en una proporción de entre 39 (en julio) y 8 (en febrero). La ausencia de hembras ovigeras en septiembre coincidió también con la ausencia de juveniles, presentes en todos los otros meses (salvo nuevamente en agosto y abril). La proporción machos/hembras estuvo en general en 1:1, salvo en febrero (3:2) y marzo (2:1) (figura 25). Hubo un notable cambio en la proporción de machos: hembras en junio con una fuerte dominancia de las hembras sobre machos y juveniles. Estos últimos no aparecieron en abril, agosto y septiembre.

En el caso de *P. diana*e, se sugiere la presencia de ejemplares de la especie todo el año. Durante los dos primeros meses de estudio sólo se recolectaron hembras y machos. En noviembre se vió una fuerte dominancia de las hembras (4:1). A partir de diciembre aparecieron los juveniles, los cuales representaron en diciembre, marzo y agosto mas de la mitad de los especímenes recolectados. No fue sino hasta el verano que se detectaron hembras ovigeras, con ejemplares recolectados durante los meses de mayo, junio y julio (figura 26).

Mediante las frecuencias de todas las tallas por mes / por especie se pudieron suponer las diferencias habidas entre la distribución de tallas observadas por mes de recolección. El análisis sugiere diferentes marcas de clase presentes para cada mes. De acuerdo a ello, las poblaciones con mayores tallas se recolectaron en julio y marzo en el caso de *Munna* sp., siendo diferentes a las poblaciones de noviembre, diciembre y abril.

Para esta especie (figura 27) se sugiere que julio y marzo tienen las tallas más grandes, siendo significativamente diferentes a noviembre, diciembre y abril, que tienen las tallas menores. En el caso de *P. diana* (figura 28) los meses de diciembre, marzo y agosto se sugieren como significativamente diferentes al resto, al tener los individuos de la más baja marca de clase en promedio. Los meses de octubre y abril son también significativamente diferentes al resto, y se tienen en ellos las mayores tallas.

Con la misma información y empleando la regla de Sturges (Daniel, 1986), se pudo inferir la distribución de frecuencia de tallas para *Munna* sp. (figura 29) y *P. diana* (figura 30). Esto permitió sugerir las tallas a las que muda cada una de estas especies bajo las condiciones que les ofrece este hábitat, lo cual sucede regularmente en las tallas que se encontrarían entre uno y otro intervalo. Las tallas intermedias son las más conspicuas sólo en *Munna* sp. Tanto *Munna* sp. como *P. diana* se representaron metiendo en la misma gráfica todos los ejemplares recolectados por especie para todo el año.

Fecundidad.

Los huevos contenidos en los marsupios fueron contados y se determinó su grado de desarrollo. Se observó que cada hembra porta siempre huevos en la misma fase. Sin embargo, no existe una relación clara entre el número de huevecillos cargados por las hembras y el número de hembras ovígeras dentro de cierto intervalo de talla, aunque se puede sugerir que la mayoría de las hembras ovígeras tienen longitud total de entre 1.2 y 1.7 mm y tienen entre 8 y 12 huevecillos en el caso de *Munna* sp. (figura 31). En tanto que para *P. diana* la mayoría miden entre 3.5 y 6.0 mm y tienen un promedio de entre 20 y 25 huevecillos (figura 32).

Con base en ello, es posible suponer la relación existente entre el número de huevecillos ó embriones portados en el marsupio y la longitud total de la hembra portadora. Tanto para *Munna* sp. (figura 33) como para *P. diana* (figura 34). En ambos casos se obtuvieron regresiones positivas y significativas, de manera que para ambas especies, mientras mayor longitud tenga la hembra, mayor su fecundidad al contener el marsupio más huevos. Es posible suponer la mayor fecundidad de las hembras *P. diana*, de mayor talla.

Se realizaron gráficos que reflejan la proporción de hembras portando huevecillos en las diferentes fases de desarrollo embrionario a lo largo del año tanto para *Munna* sp. (figura 35) como para *P. diana* (figura 36). Al parecer, un elevado número de hembras con huevecillos en fase 3 determina el inicio de la temporada reproductiva. De acuerdo a ello la presencia de muchas hembras con embriones casi a término, es un indicador de que está la población próxima a reclutar nuevos individuos.

Lo anterior contribuye a sugerir los meses durante los cuales, las hembras maduras ovígeras habitantes de raíces de mangle, se disponen a liberar embriones de los marsupios, lo cual probablemente es común en verano y otoño para *Munna* sp. y solo en verano para *P. diana*.

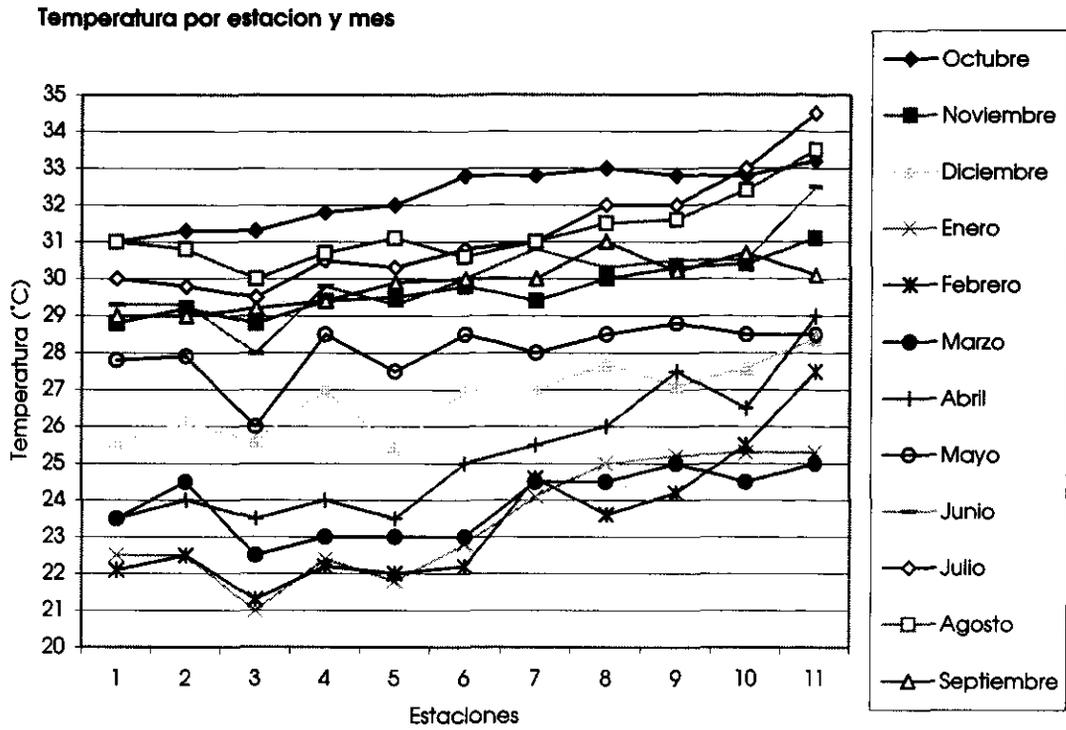


Figura 4.- Variación absoluta en espacio y tiempo de la temperatura a lo largo del año.

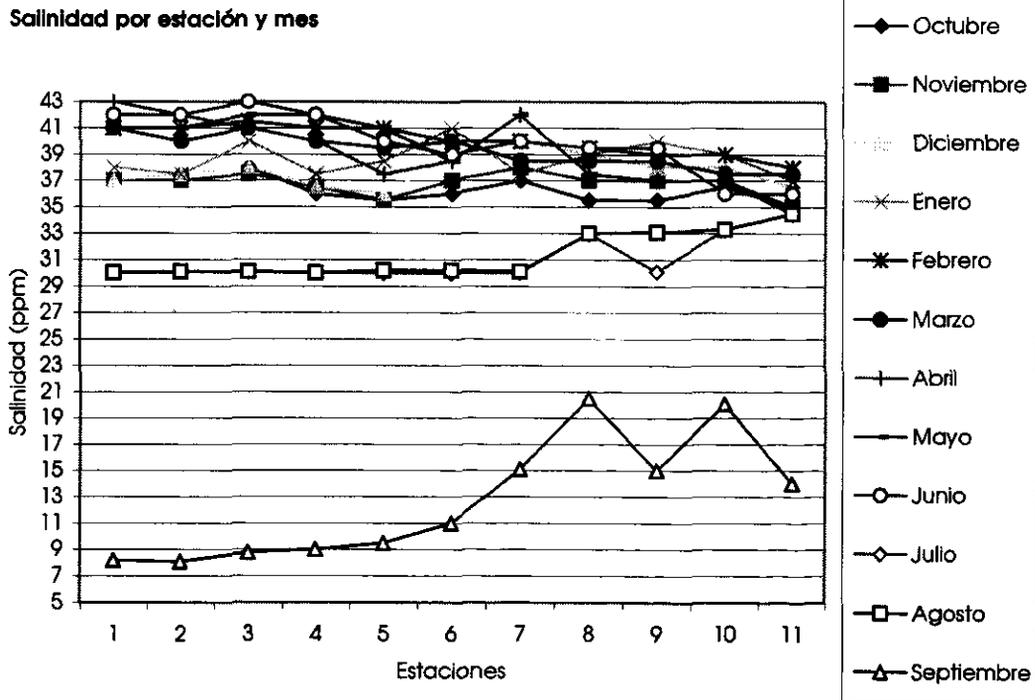


Figura 5.- Variación absoluta en espacio y tiempo de la salinidad a lo largo del año.

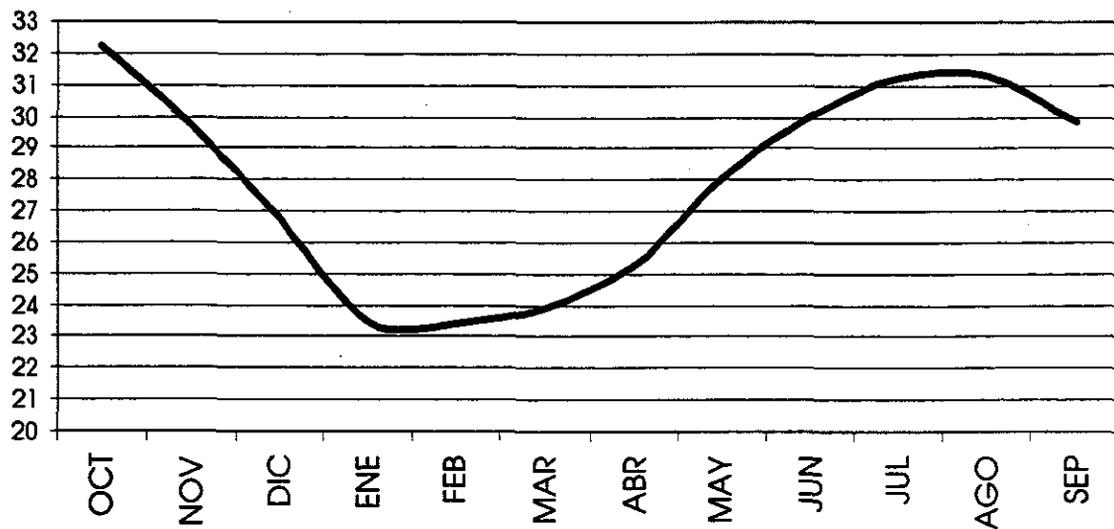


Figura 6.- Media mensual de los valores de temperatura registrados en el sistema.

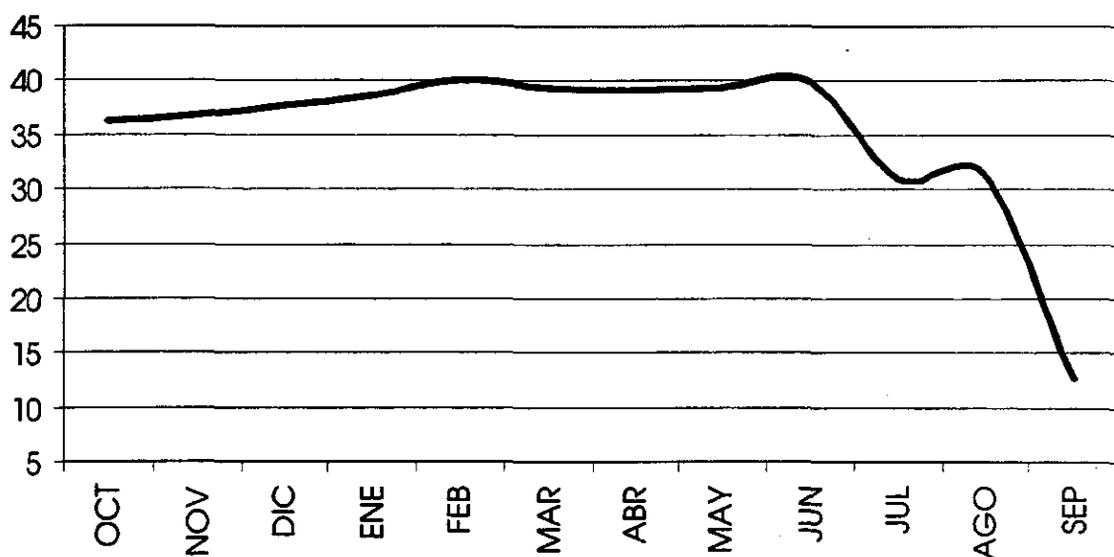


Figura 7.- Media mensual de los valores de salinidad registrados en el sistema.

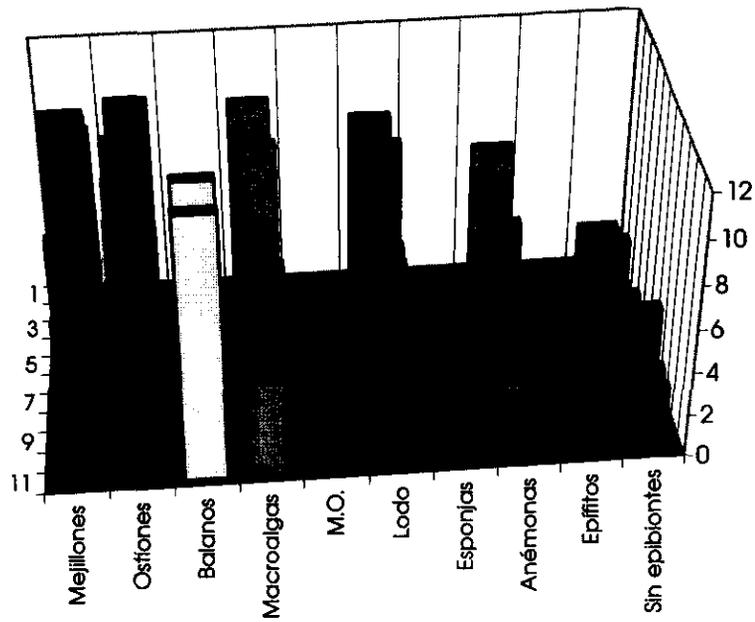


Figura 8.- Frecuencia de aparición de cada epibionte y/o material inerte detectado en las once estaciones.

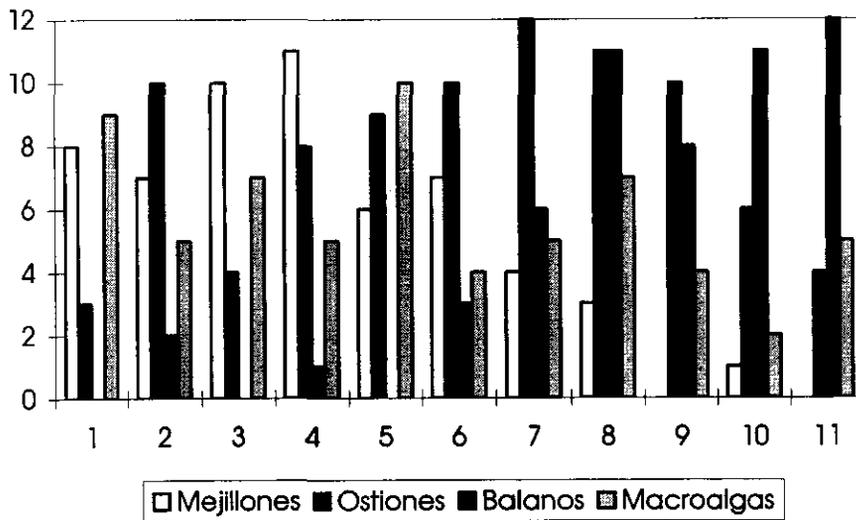


Figura 9.- Frecuencia de aparición de mejillones, balanos, ostiones y macroalgas detectada en las once estaciones.

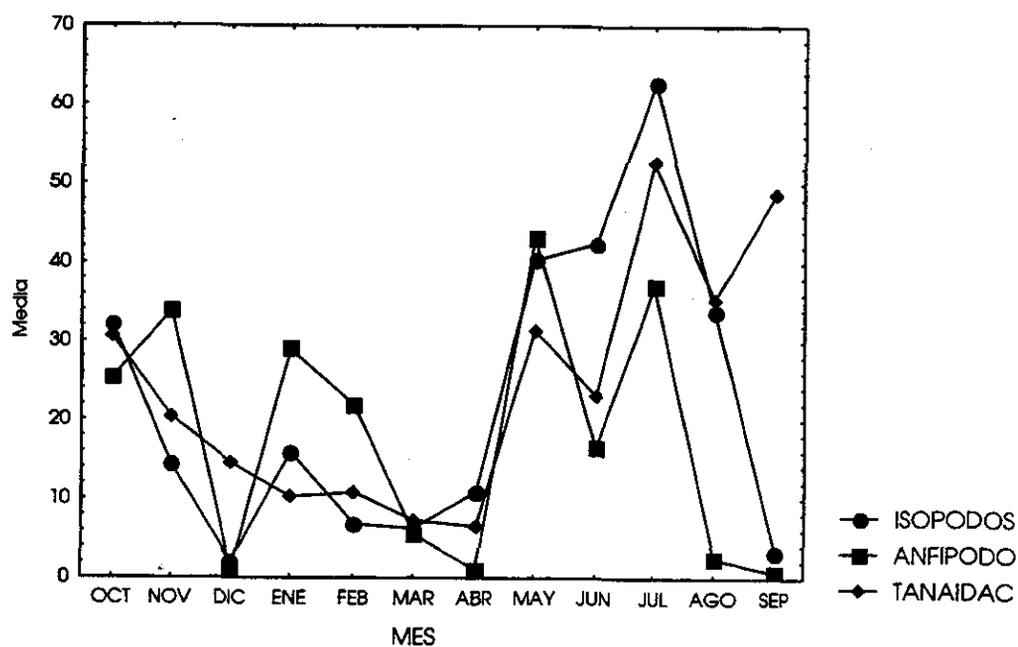


Figura 10.- Abundancia media absoluta por mes de los tres grupos peracáridos observada en las raíces del estero.

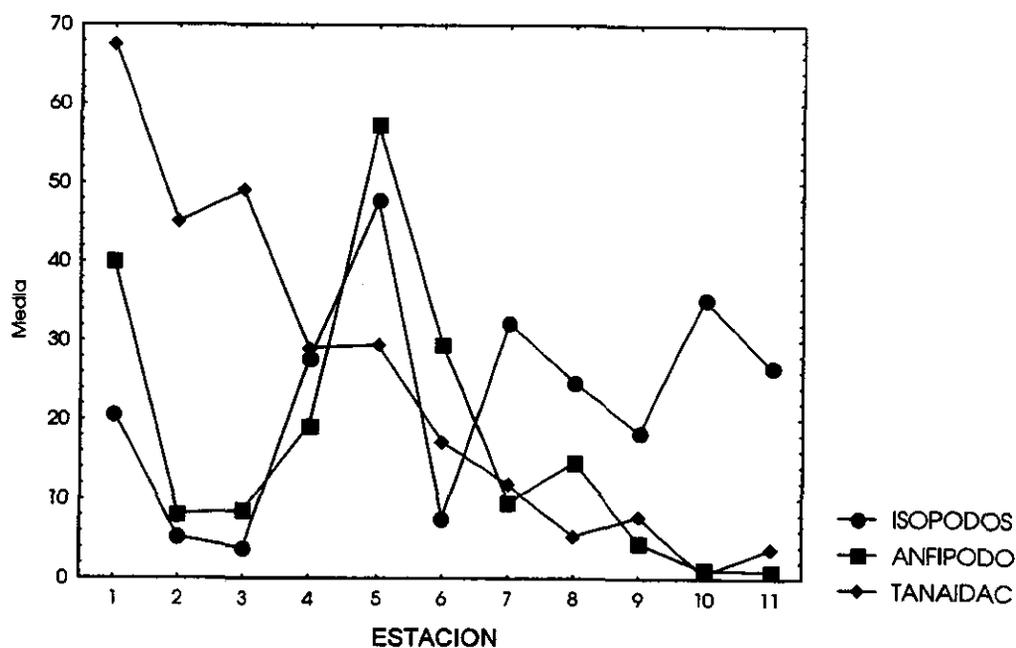


Figura 11.- Abundancia media absoluta por estación de los tres grupos peracáridos observada en las raíces del estero.

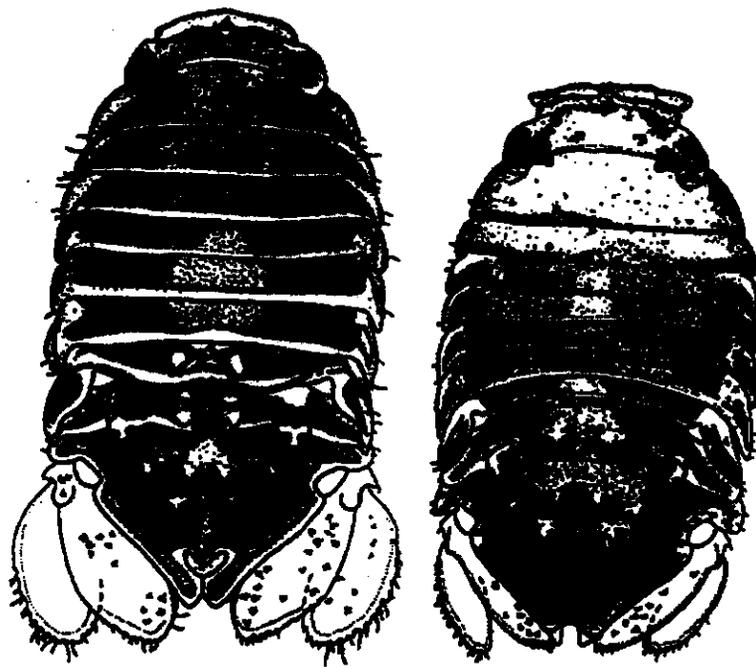


Figura 12.- Macho (izq.) y hembra (der.) de la especie *Paradella dianae*.

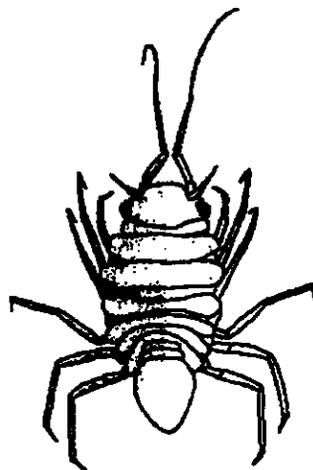


Figura 13.- *Munna* sp.

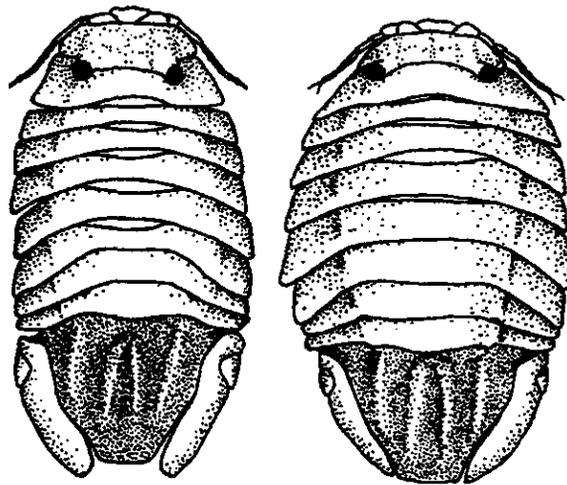


Figura 14.- Macho (izq.) y hembra (der.) de la especie *Cassidinidea mexicana*.

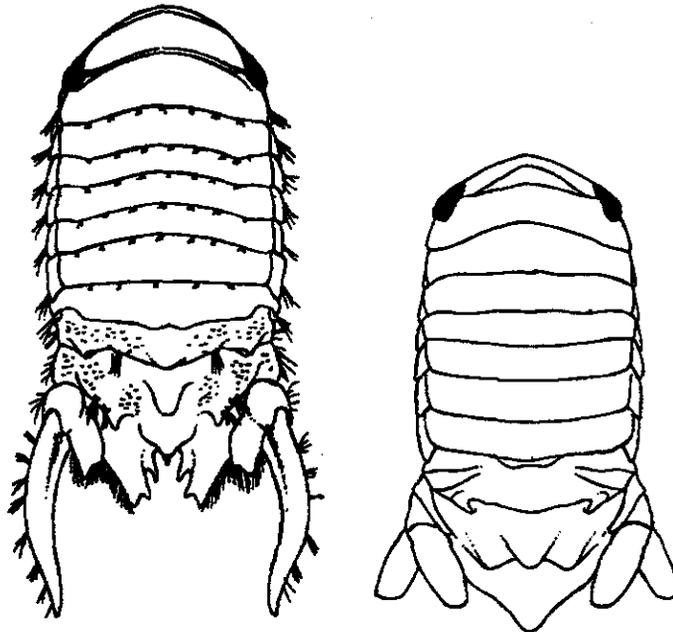


Figura 15.- Macho (izq.) y hembra (der.) de la especie *Paracerceis sculpta*.

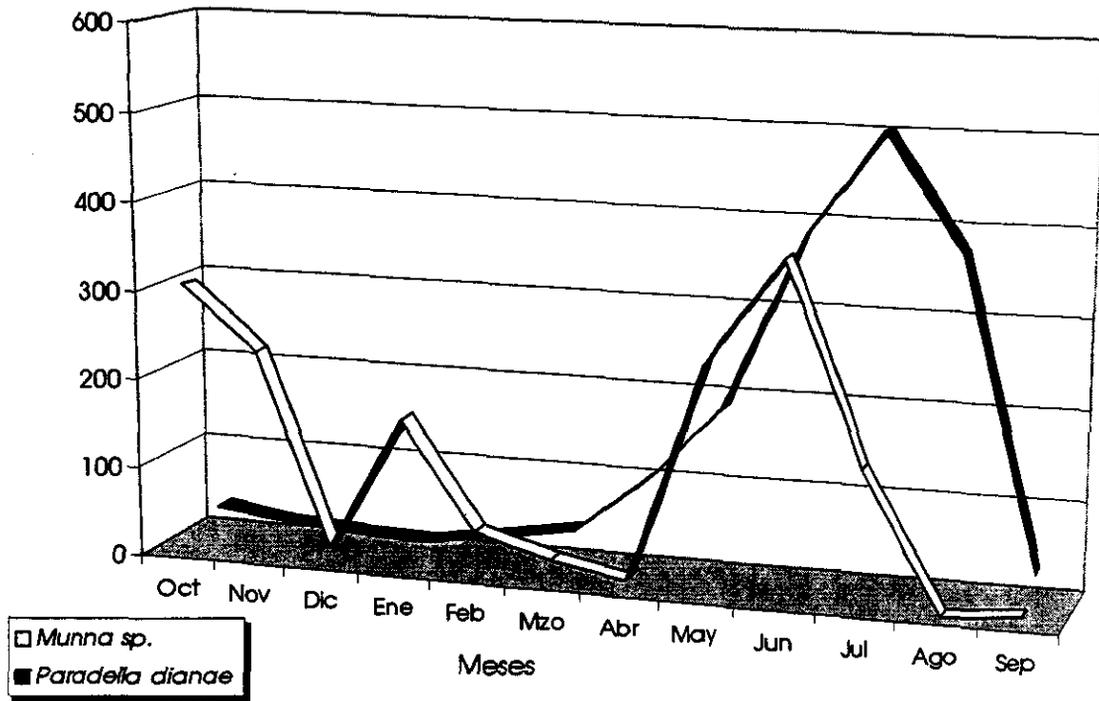


Figura 16.- Abundancia absoluta de *Munna* sp y *Paradella dianae* a lo largo del año.

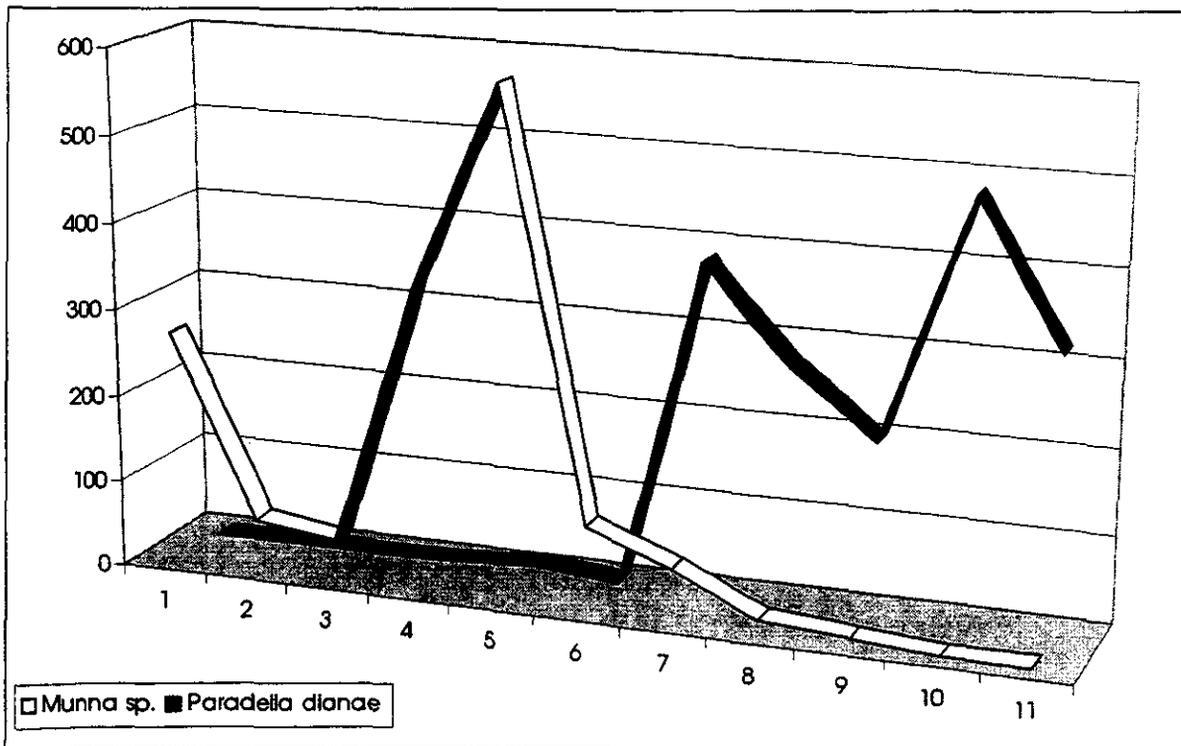


Figura 17.- Abundancia absoluta por estación de *Munna* sp y *Paradella dianae*.

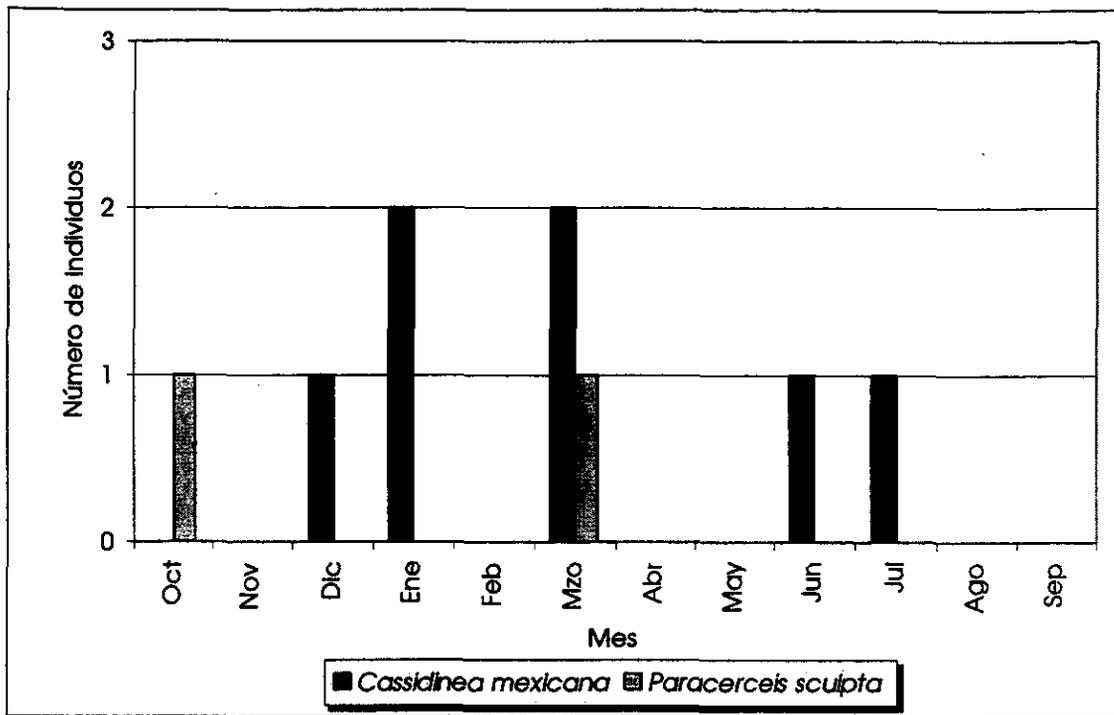
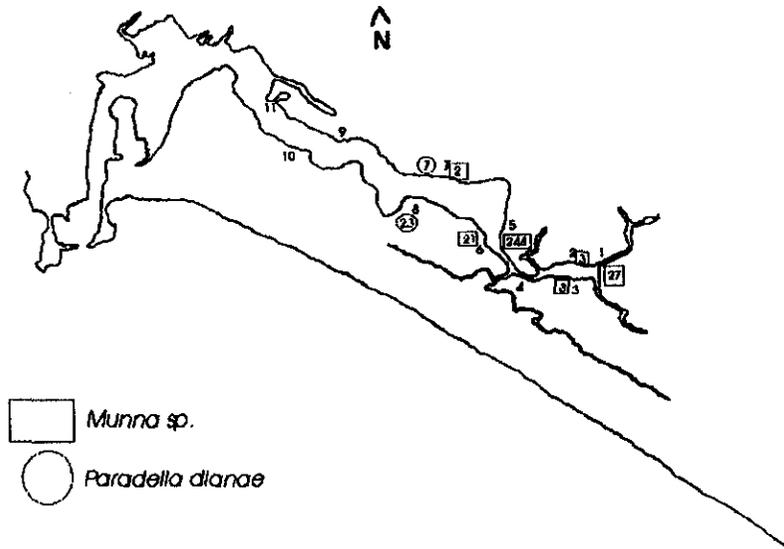
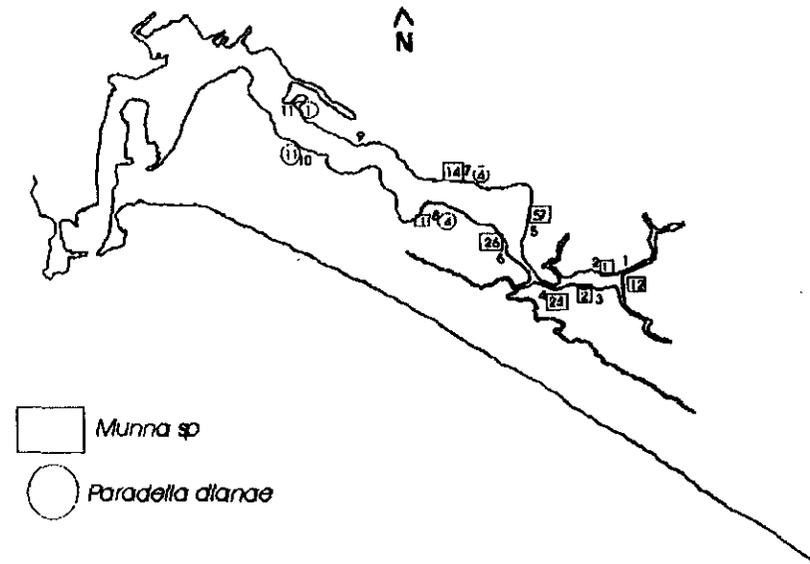


Figura 18.- Abundancia absoluta por mes de *Cassidinea mexicana* y *Paracerceis sculpta*.

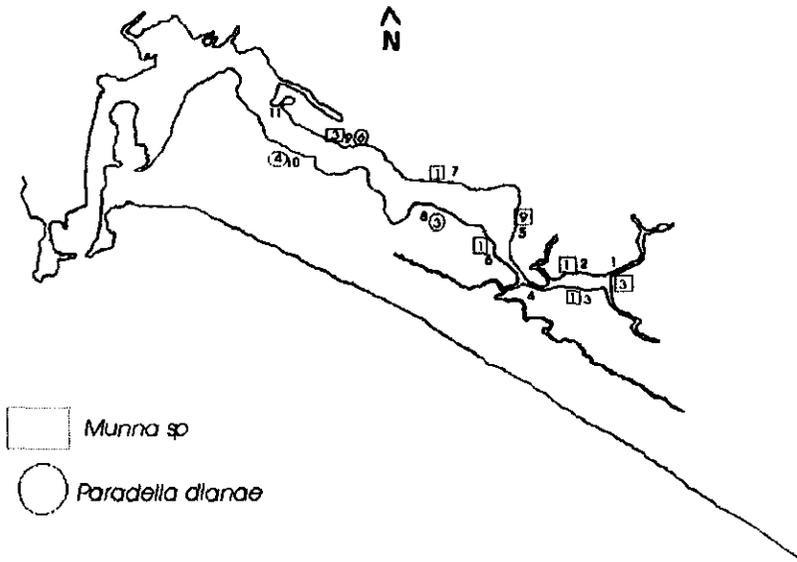
A) Octubre



B) Noviembre



C) Diciembre



D) Enero

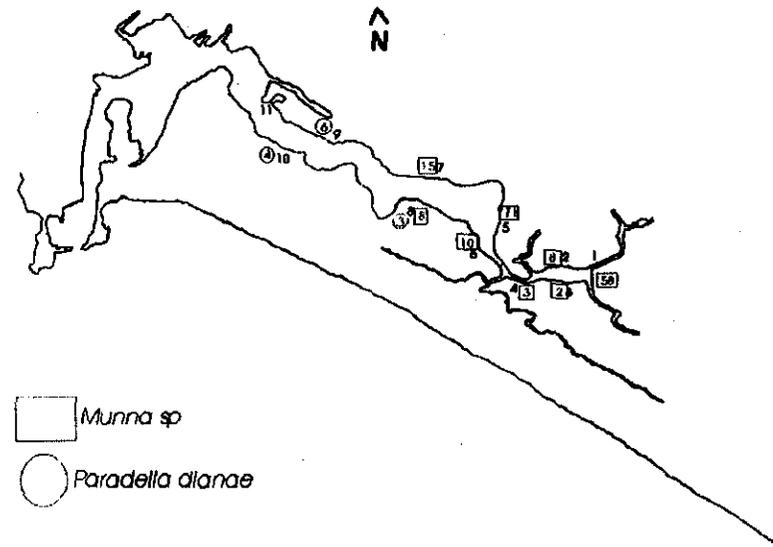
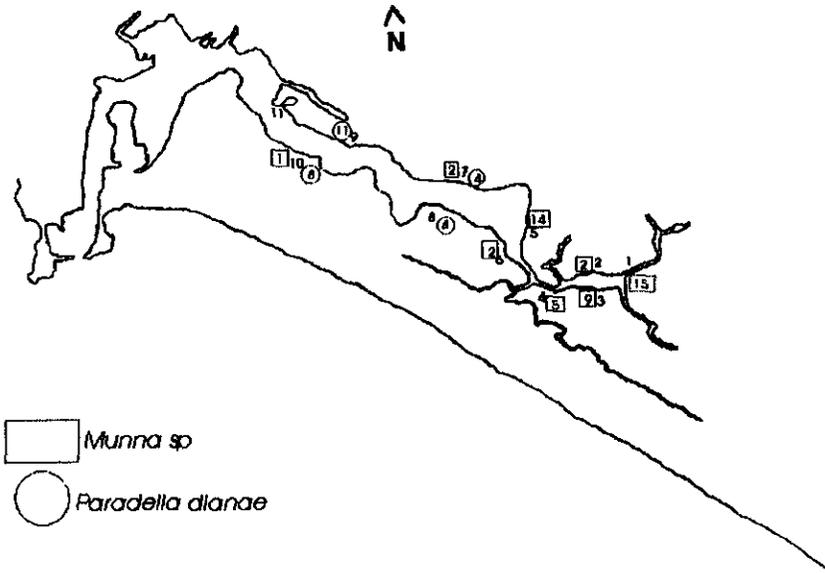
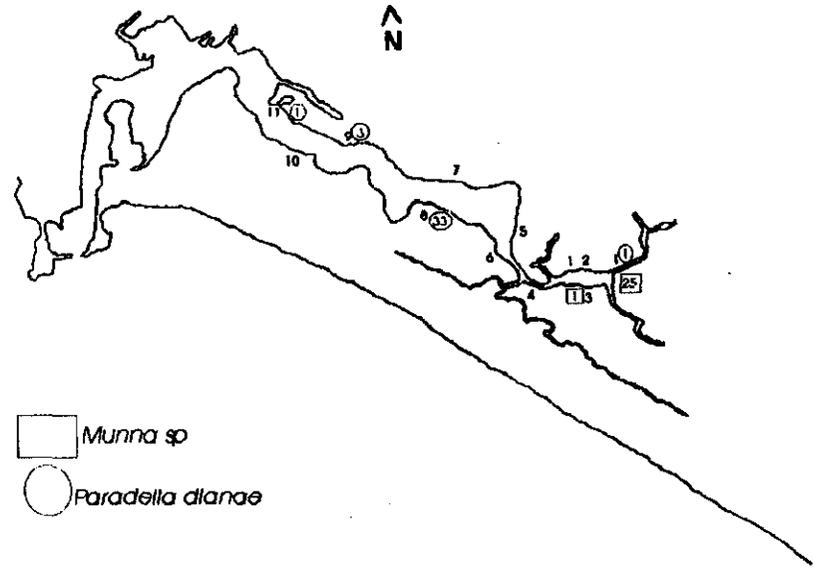


Figura 19.- Distribución y abundancia de especies frecuentes de isópodos desde octubre de 1997 hasta enero de 1998.

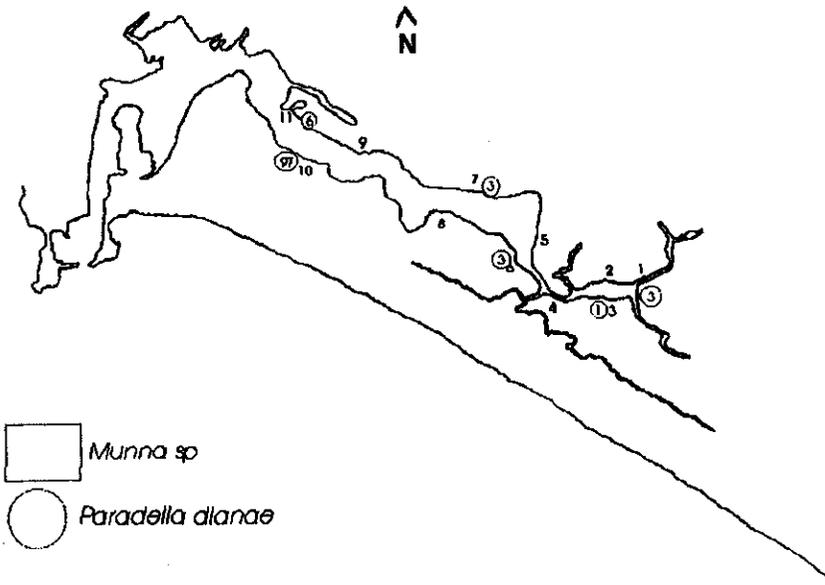
A) Febrero



B) Marzo



C) Abril



D) Mayo

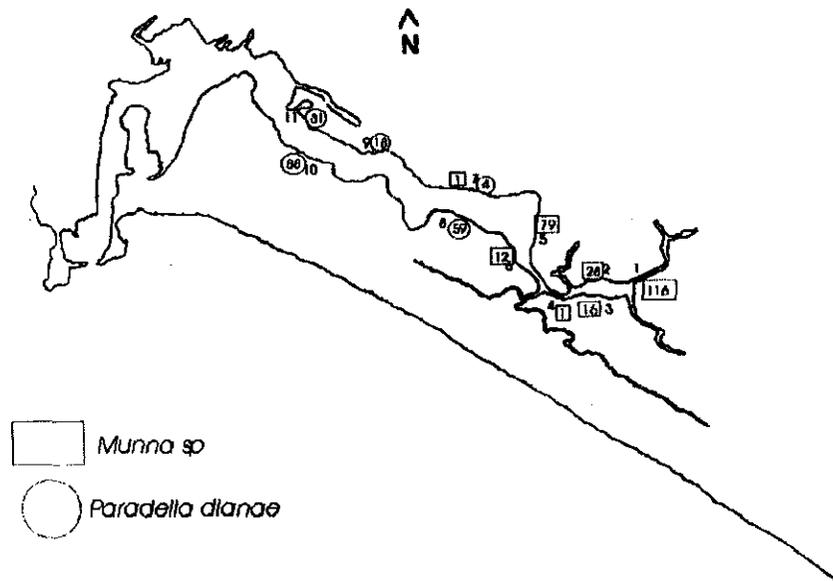
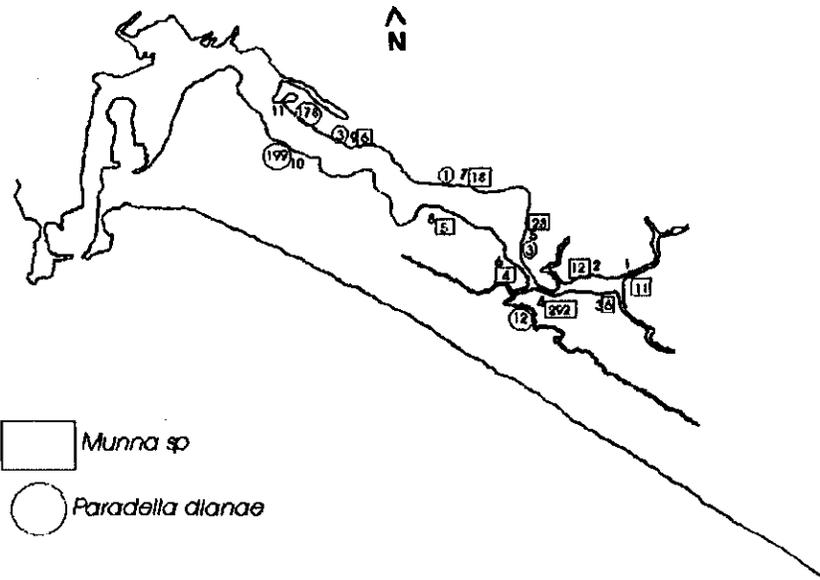
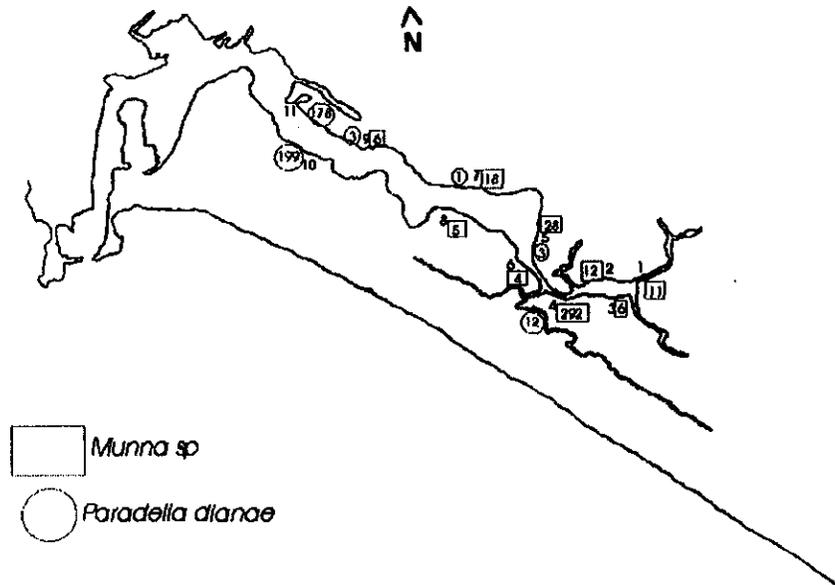


Figura 20.- Distribución y abundancia de especies frecuentes de isópodos desde febrero de 1998 hasta mayo de 1998.

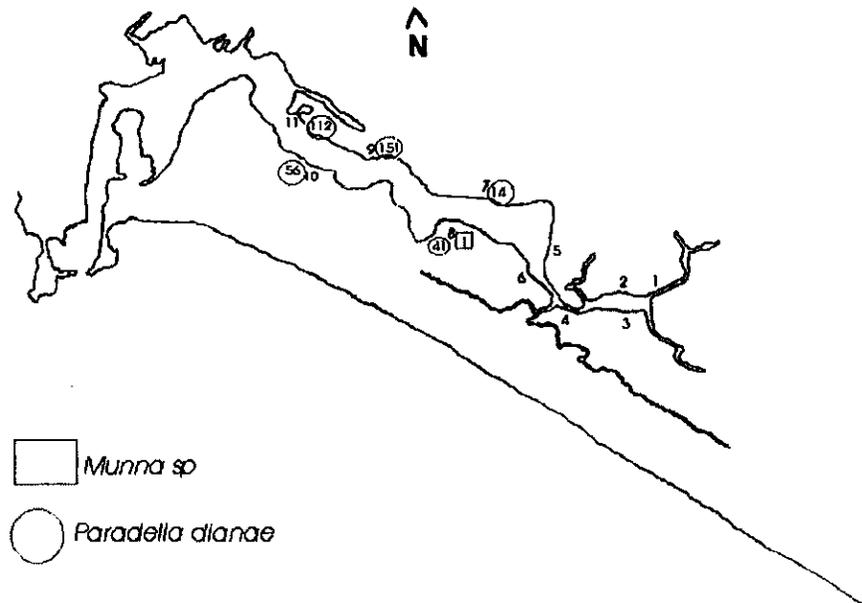
A) Junio



A) Junio



C) Agosto



D) Septiembre

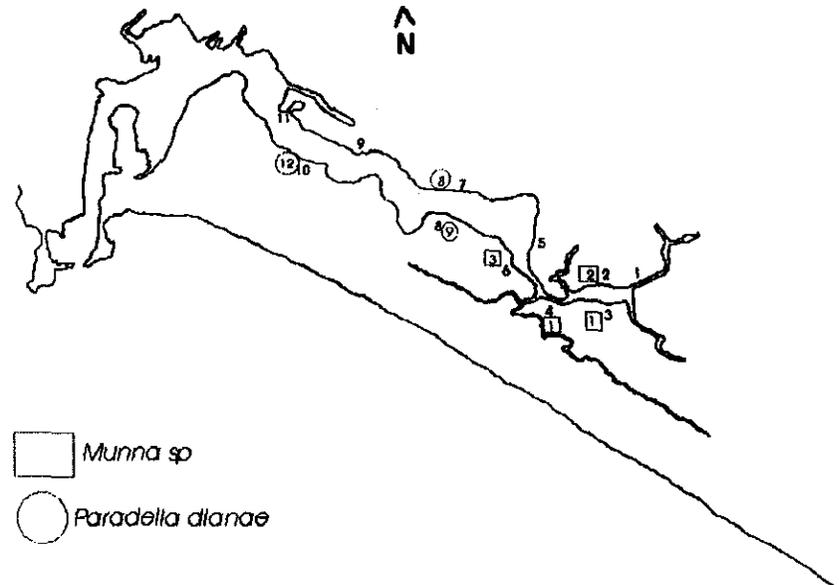


Figura 21.- Distribución y abundancia de especies frecuentes de Isópodos desde junio de 1998 hasta septiembre de 1998.

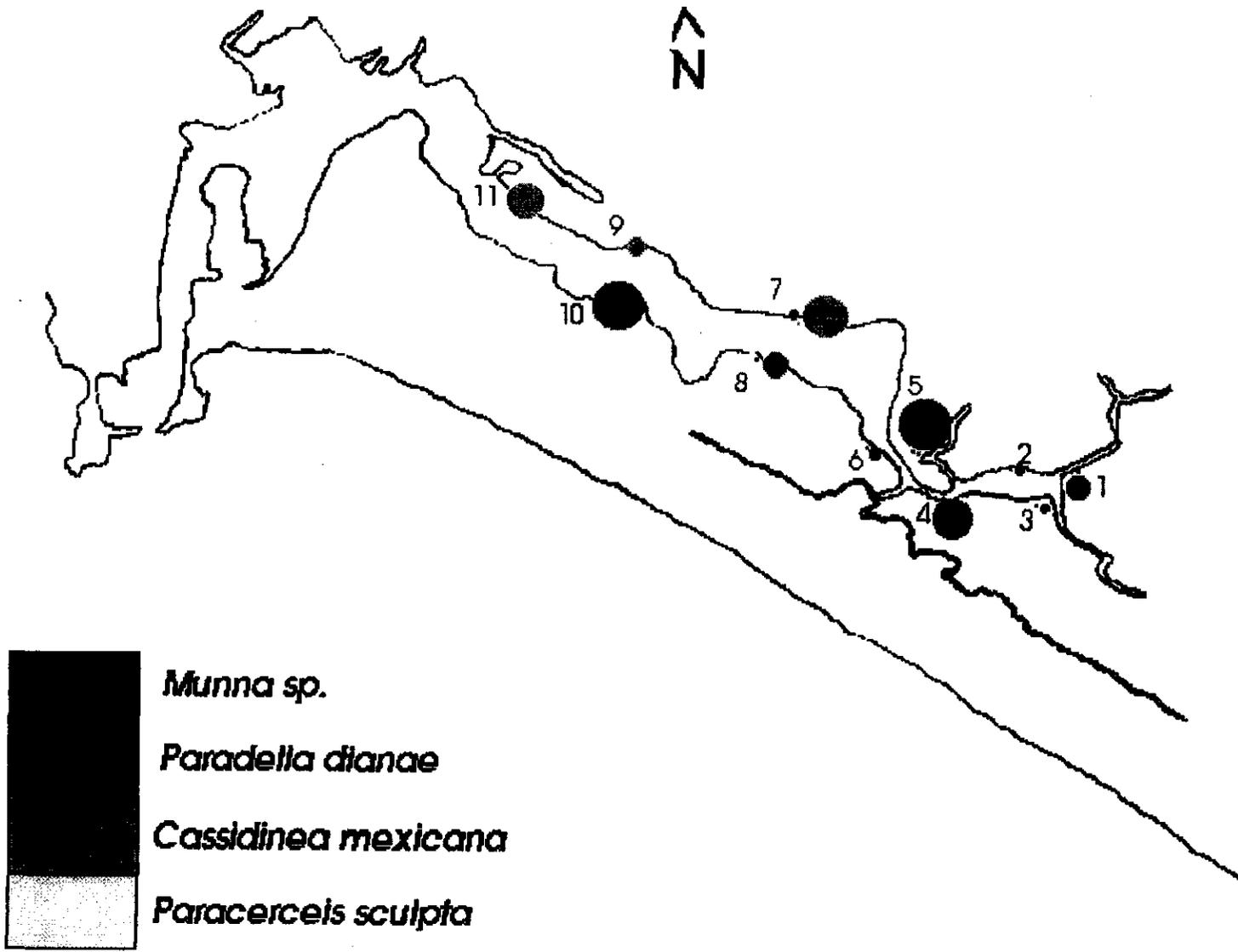
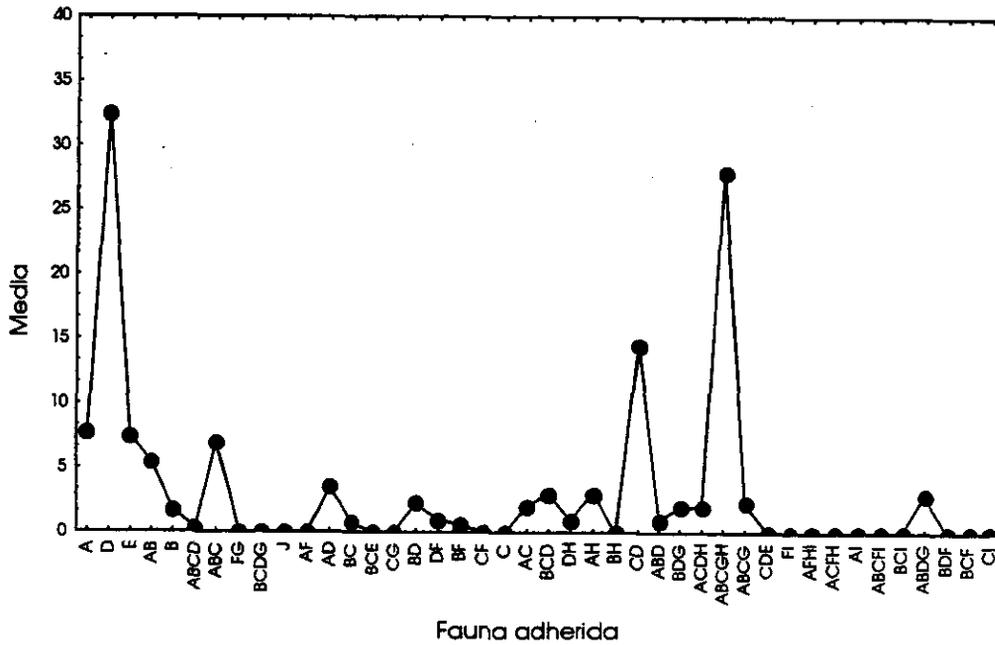
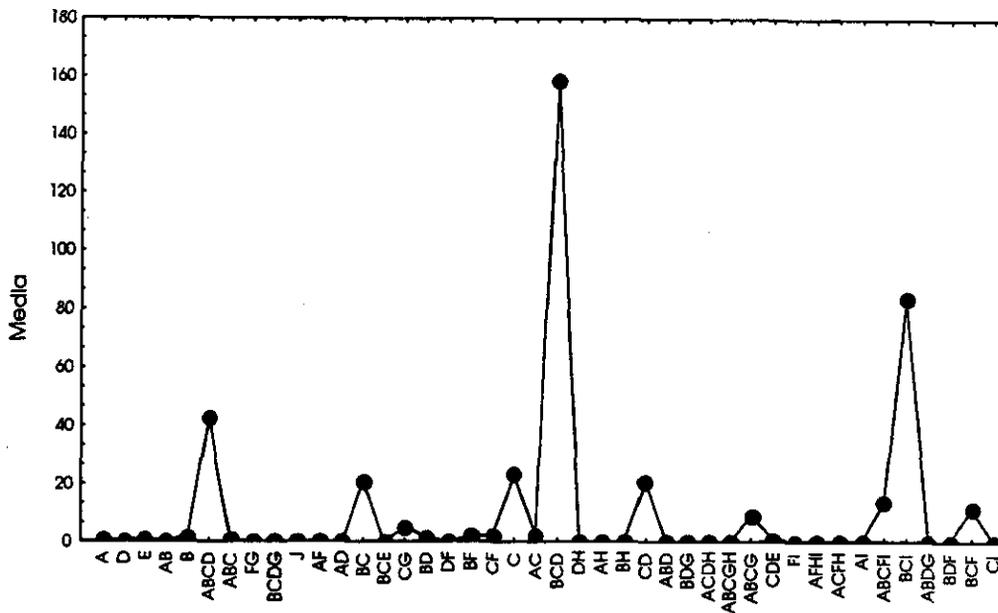


Figura 22.- Distribución de las cuatro especies de isópodos en las raíces de mangle del estero Uñas durante el período Octubre 1977 a Septiembre de 1998.



Fauna adherida

Figura 23.- Frecuencia de detección de acuerdo al tipo de epibiota presente para *Munna sp.* encontradas en las comunidades adheridas a las raíces de mangle en el estero Urías.



Fauna adherida

Figura 24.- Frecuencia de detección de acuerdo al tipo de epibiota presente para *Paradella diana* encontradas en las comunidades adheridas a las raíces de mangle en el estero Urías.

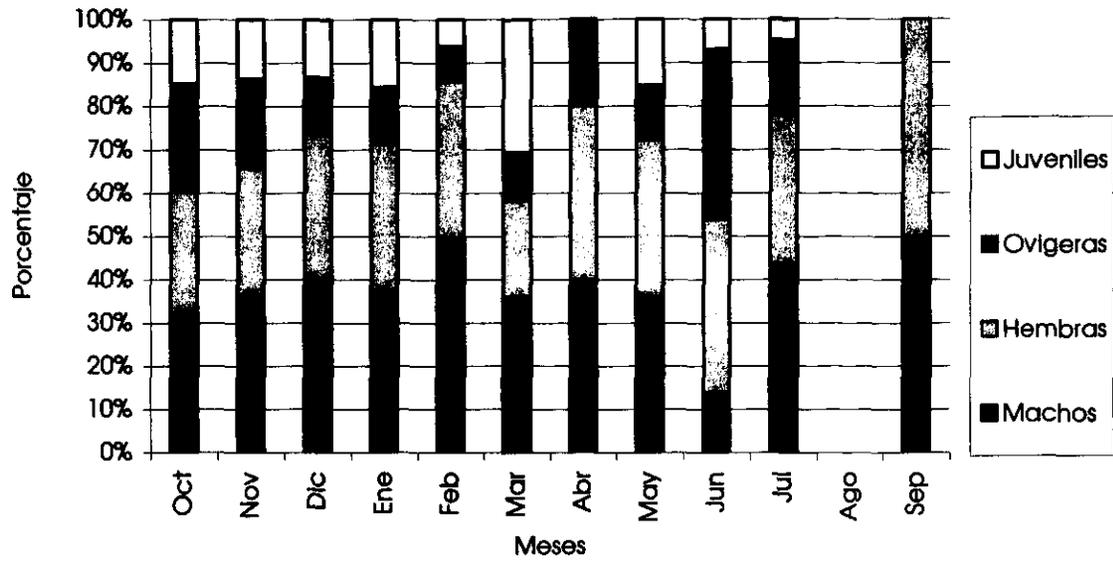


Figura 25.- Proporción de sexos registrada en *Munna sp.* para cada mes.

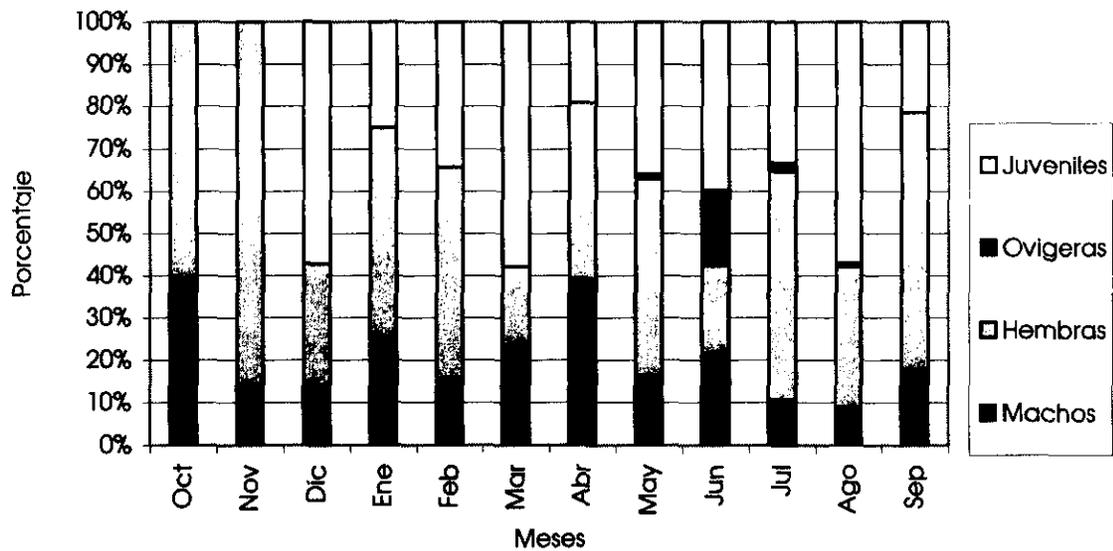


Figura 26.- Proporción de sexos registrada en *Paradella dianae* para cada mes.

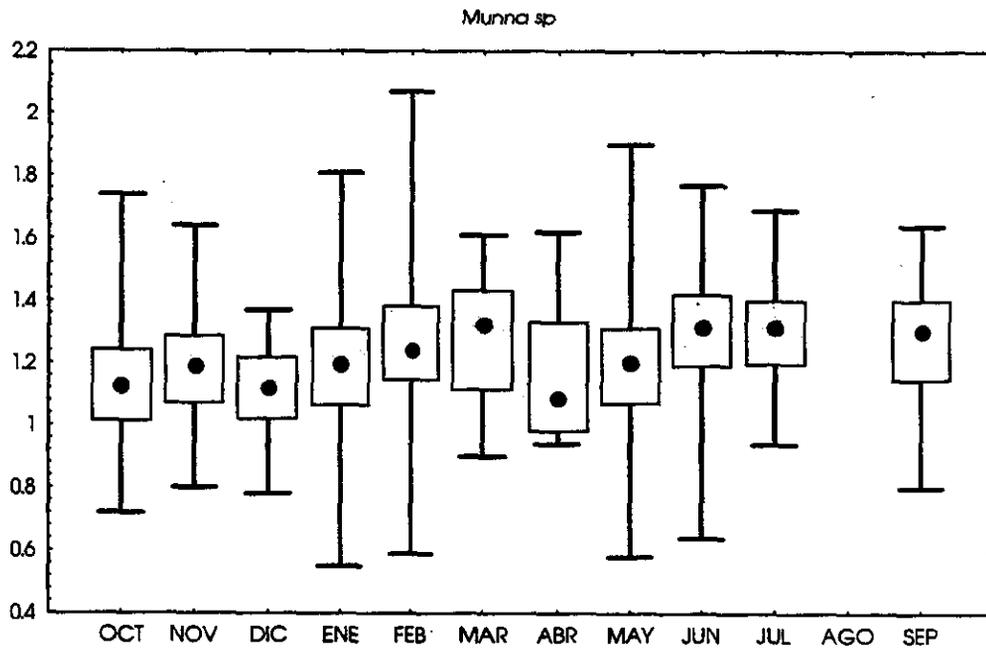


Figura 27.- Distribución de tallas por mes en la especie *Munna sp*. Se indica la talla máxima observada, la talla mínima observada, el intervalo de talla (rectángulo) correspondiente al 75% de la población medida y la talla media mensual (punto central).

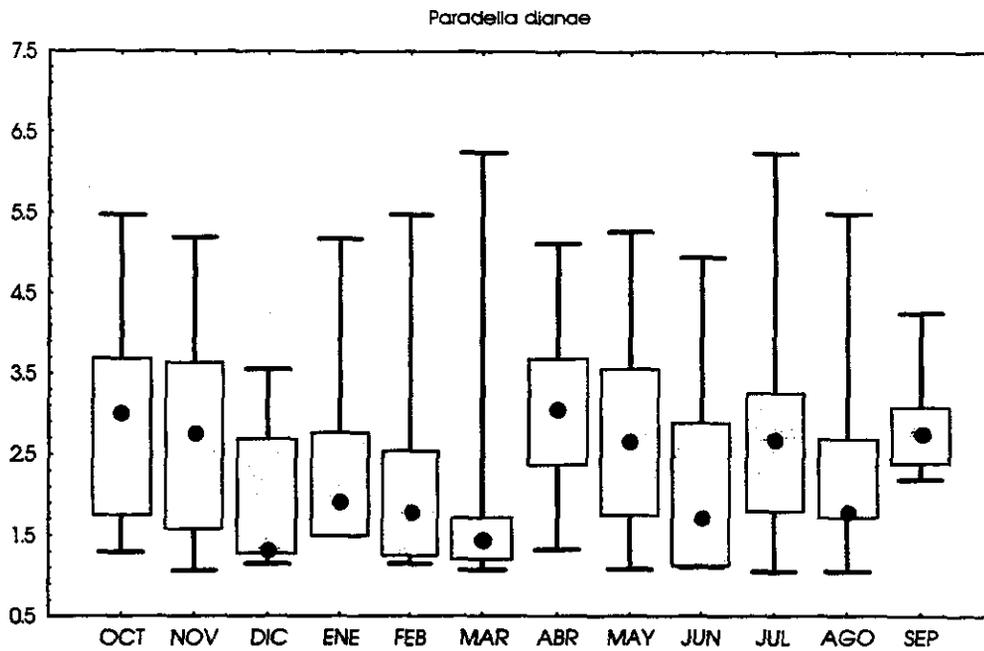


Figura 28.- Distribución de tallas por mes en la especie *Paradella dianae*. Se indica la talla máxima observada, la talla mínima observada, el intervalo de talla (rectángulo) correspondiente al 75% de la población medida y la talla media mensual (punto central).

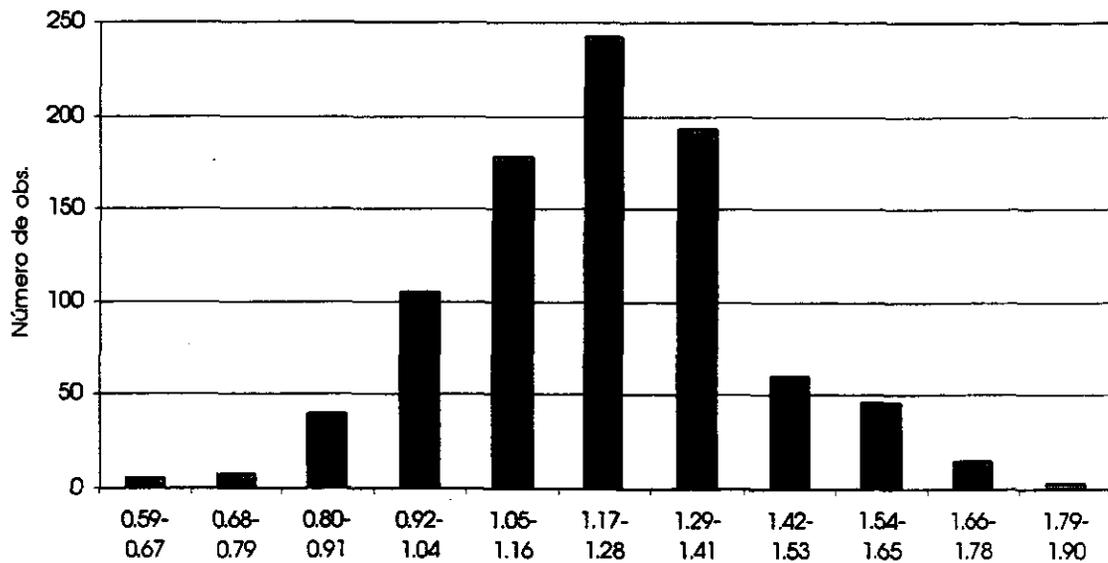


Figura 29.- Intervalos de clase (mm) registrados para todos los individuos encontrados de *Munna* sp. aplicando el análisis de Sturges.

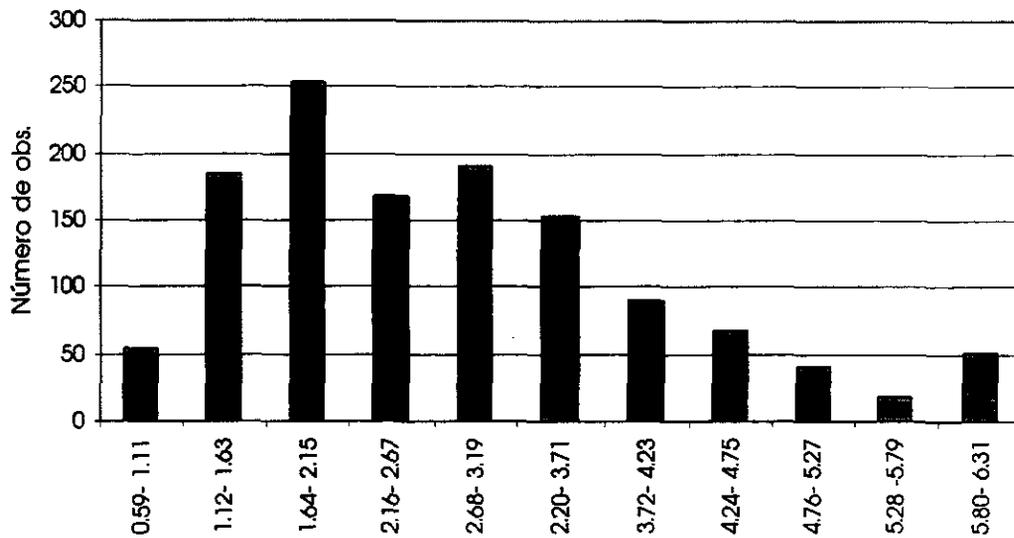


Figura 30.- Intervalos de clase (mm) registrados para todos los individuos encontrados de *Paradella dianae* aplicando el análisis de Sturges.

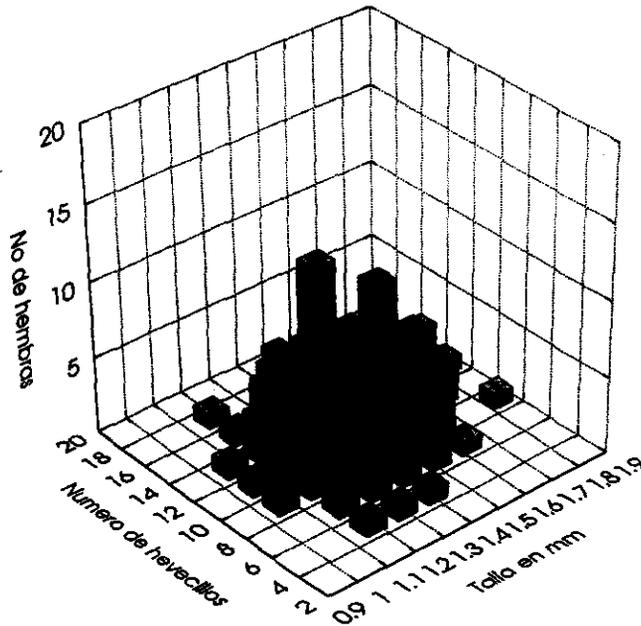


Figura 31.- Relación entre el número de huevecillos, la talla y el número de hembras ovíferas en *Munna* sp.

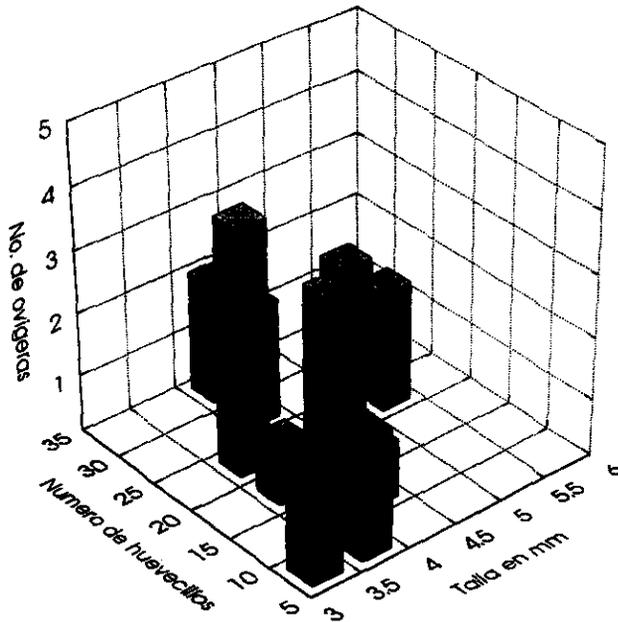


Figura 32.- Relación entre el número de huevecillos, la talla y el número de hembras ovíferas en *Paradella diana*.

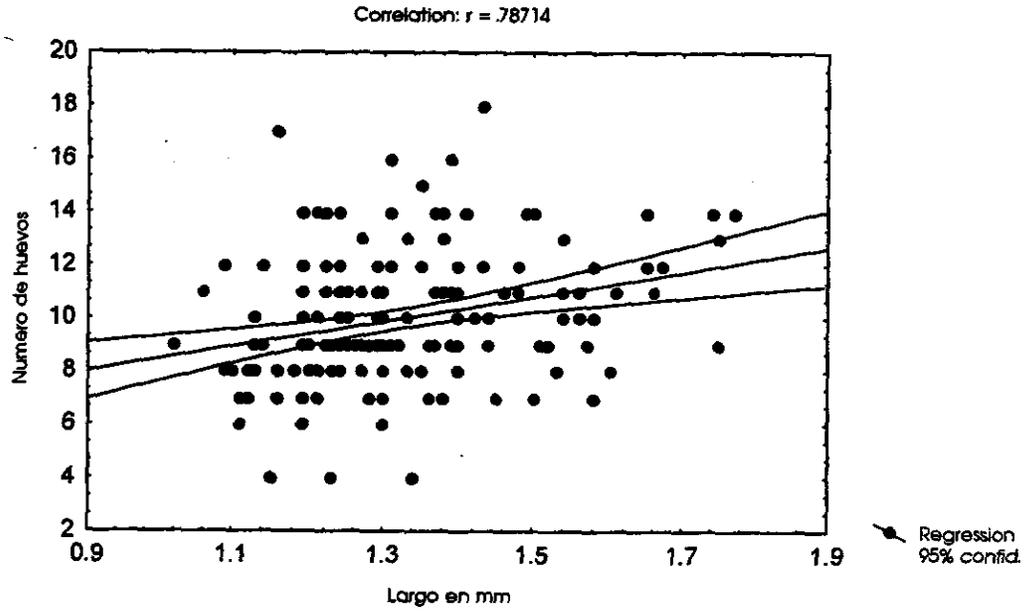


Figura 33.- Relación talla/número de huevecillos en hembras ovígeras de *Munna* sp.

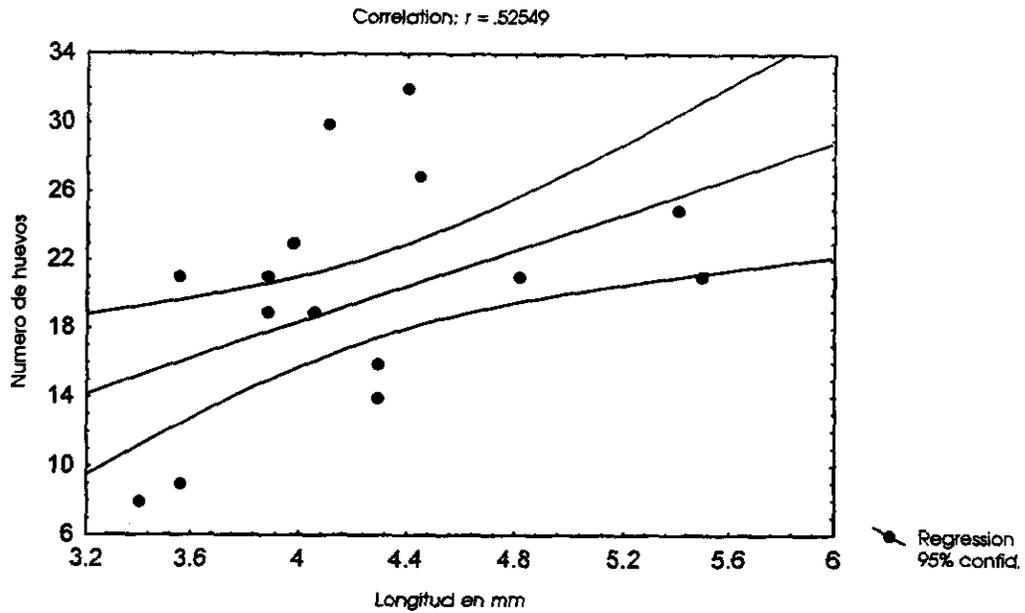


Figura 34.- Relación talla/número de huevecillos en hembras ovígeras de *Paradella diana*.

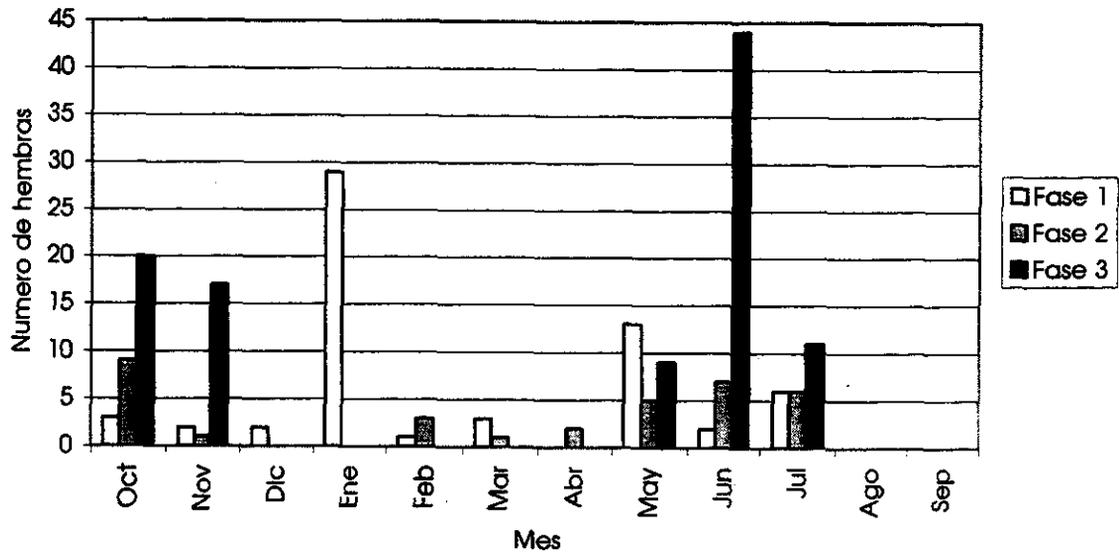


Figura 35.- Frecuencia de las fases de desarrollo embrionario por mes encontradas en los huevecillos cargados por hembras de *Munna* sp.

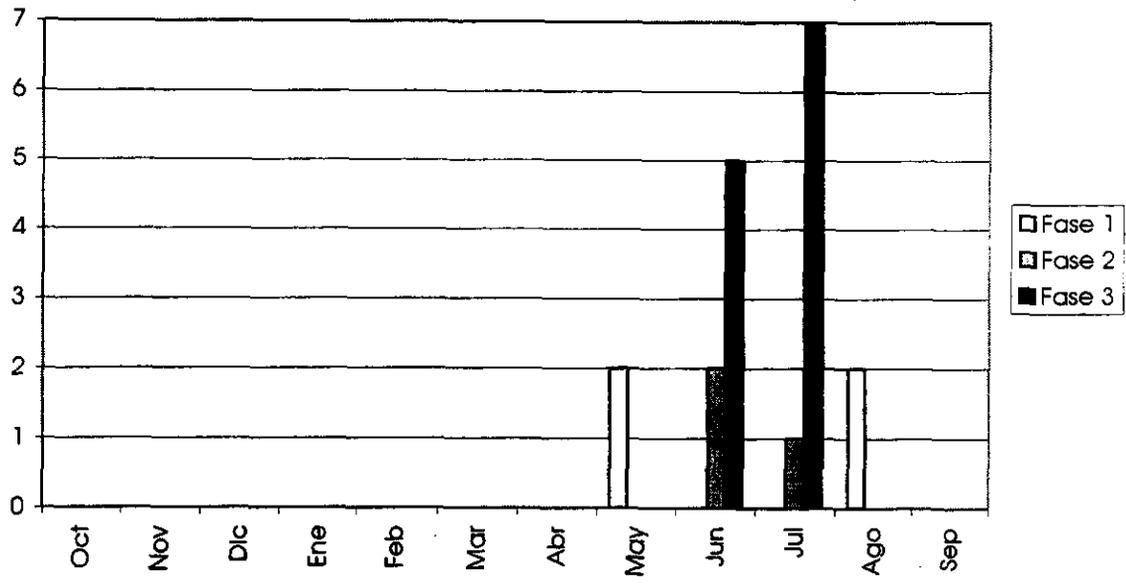


Figura 36.- Frecuencia de las fases de desarrollo embrionario por mes encontradas en los huevecillos cargados por hembras de *Paradella diana*.

DISCUSIÓN

Es importante considerar, ante todo, que el presente trabajo tuvo como objetivo estudiar las poblaciones de isópodos asociadas con las raíces de mangle rojo *Rhizophora mangle*. Las mismas especies pueden estar presentes en otros hábitats ó en otros ambientes del estero. Por tanto, los detalles que se discuten hacen referencia sólo a las poblaciones de isópodos que forman parte de las comunidades residentes en las raíces de mangle rojo. Y por lo tanto, de acuerdo al tipo de análisis realizados, se sugiere la manera en que dichas poblaciones cambiaron a lo largo del período de estudio.

Salinidad y temperatura.

Los registros de salinidad y temperatura efectuados semejan la tendencia que generalmente se encuentra para la zona en cuanto a la variación anual de temperatura y la salinidad en el agua. Las temperaturas superficiales del agua más cálidas se detectaron hacia el final del verano y las más bajas en invierno. La variación de temperatura por estación para el mismo mes fue poco significativa (figura 4). En lo que respecta a la salinidad, todo el año se encontraron valores más altos a los que habitualmente hay en el mar abierto, debido a que se trata de un cuerpo de agua semi cerrado donde la escasa circulación de las masas de agua, en comparación con la dinámica costera, ocasiona que la tasa de evaporación no sea compensado por el recambio de agua en el estero (figura 5). Esto es más notable en mayo y junio, meses de mayor radiación solar incidiendo sobre las aguas del estero. Una vez iniciada la época de precipitación pluvial (desde julio hasta septiembre), se encontró un descenso de la salinidad, al diluirse ésta con el agua de lluvia. Los valores mínimos de salinidad se sugieren hacia el mes de septiembre, de máxima precipitación.

Las diferencias en salinidad de cada mes con respecto a los demás meses y de temperatura de un mes con respecto al resto de los meses, si parecen ser significativas estadísticamente en algunos casos (Anexo 2), lo que permite suponer que éstos son los factores que determinan la variación temporal, lo cual resulta más relevante si se comparan las condiciones de una estación anual con las de las demás (figuras 6 y 7). Esto se hace evidente hacia el sexto mes de muestreo donde las bajas temperaturas invernales causan descenso en la curva de abundancia. Hacia el final del ciclo de muestreo, las altas temperaturas de verano causan un pronunciado elevamiento de la curva de abundancia. Más adelante los drásticos descensos en salinidad por efecto de las lluvias causan un abrupto declive en la curva de abundancia por mes para las dos especies dominantes. Los cambios en salinidad y temperatura a lo largo del año contribuyen a regular las poblaciones de ambas especies en lo referente a raíces de mangle (figura 7).

Fauna asociada a las raíces.

Como pudo observarse, es sumamente común que las raíces sumergidas se encuentren parcialmente colonizadas por diferentes grupos de epibiontes sésiles y se observe la presencia constante de organismos errantes, ya sea que vivan sobre la raíz o que la visiten con frecuencia para buscar refugio y/o alimento. De acuerdo al punto de recolección dentro del estero, se observa la predominancia de cierto tipo de epibionte. El ejemplo más notorio al respecto fue, para este caso, las poblaciones de mejillones en las aguas del fondo del estero y las de balanos en las aguas cercanas a la boca del mismo (figura 8). Este hecho se debe al diferente intervalo de tolerancia a las condiciones ambientales. Los mejillones encontrados, posiblemente de más de una especie estuarina, están adaptados a salinidades más altas en tanto que los balanos presentan una tolerancia similar a la de organismos marinos, lo que les permite asentarse exitosamente a estas condiciones. La variación de la densidad exacta de éstos bivalvos no estuvo incluida en los objetivos del presente trabajo, debido a lo cual se reportó solamente su presencia-ausencia en función de los peracarídeos. Es posible que en el caso de los bivalvos la salinidad sea uno de los principales factores evaluados en este trabajo que determinan los sitios de distribución de estos grupos en las raíces del estero, aunque no se descarta la posibilidad de que otros factores como el tipo y cantidad de alimento suspendido disponible, crucial para la

sobrevivencia de este tipo de organismos, sea otro factor decisivo en la distribución. Otros epibiontes encontrados, como los ostiones, esponjas y anémonas, no tienen en las raíces de el estero un patrón de distribución claro que permita suponer cual de los factores ambientales evaluados influye en su presencia o ausencia (figura 8).

En lo que respecta a los grupos errantes encontrados, es más difícil, en este tipo de organismos, definir las causas de su distribución, dado que son móviles, aunque es probable que sean los mismos factores que definen la distribución de isópodos. Eso se relaciona con la selección de un hábitat adecuado y con los cambios climáticos a lo largo del año, los cuales varían de manera uniforme para todo el estero. La depredación y competencia es, con mucha probabilidad, uno de los factores no evaluados que son clave en la distribución y abundancia de todos los grupos que habitan este ambiente a un mismo tiempo.

Los isópodos habitando en las raíces de mangle.

Algunas especies (ej. *P. sculpta*) pueden influir en el desarrollo de la raíz que les sirve de hábitat, de modo que las raíces ocupadas presenten ciertas anomalías de crecimiento, como disminución en la elongación o bien atrofia y rompimiento (Perry y Brusca, 1989). Otra característica relevante de las raíces habitadas por isópodos, es el cambio morfológico, ya que pueden ser dañadas hasta el 75% de las raíces invadidas, si bien se regeneran en la mayoría de los casos. Se ha supuesto que las raíces dañadas incrementan sus ramificaciones y con ello las probabilidades de que el árbol alcance mayor anclaje al sustrato y por ello un mayor soporte y resistencia, pero esto no está comprobado (Santhakumari, 1991). Las actividades de los isópodos en ciertas partes de la raíz fomenta la inmediata ocupación de bacterias y hongos degradadores de materia orgánica, causando un aceleramiento en el proceso natural de descomposición (Taylor y Moore, 1990).

Cuando las raíces están infestadas por isópodos horadadores (ej. *Sphaeroma*) pueden tomar más tiempo para alcanzar el sustrato y ésta demora implica un retardo en el inicio de los procesos de fijación de nitrógeno en el suelo (Perry, 1987). La depredación por parte de organismos que se aproximan a las raíces para alimentarse interviene de manera indirecta al contribuir al crecimiento y producción de los árboles, pues regulan la distribución y abundancia de la fauna asociada a la raíz (Perry, 1988). La depredación puede actuar también de manera directa al modificar la capacidad de expansión de la especie depredada (Margalef, 1974). Sin embargo la habilidad de los isópodos para excavar rápidamente o meterse entre las raíces disminuye su depredación permitiendo un aumento gradual de su densidad (Perry, 1988). Una vez que las raíces han penetrado en el agua están expuestas a ser colonizadas por diferentes especies epibiontes que se conforman en comunidades (Ellison y Farnsworth, 1990). Los isópodos Sphaeromatidae (ej. *P. dianae* y *P. sculpta*) son capaces de invadir incluso la punta de la raíz aérea, que es la zona de crecimiento de la misma (Rehm y Humm, 1973). Los isópodos, normalmente pueden afectar las raíces de mangle entre las cuales habitan, dada la actividad horadora, algo muy común entre los Sphaeromatidae (Rehm y Humm, 1973). Generalmente causan daño en las raíces sumergidas, deduciendo así que el crustáceo contribuye de manera importante al desarrollo del sistema como tal, al inducir el surgimiento de nuevos brotes (Rehm y Humm, 1973). Sin embargo, en el presente trabajo, si bien se observaron indicios de horadación por parte de *Paradella dianae*, no se puede determinar si influye directamente en el desarrollo del árbol.

Distribución y abundancia de isópodos en el estero Urías.

Tanto *Munna* sp. como *P. dianae* son especies que probablemente no se distribuyen en todo el sistema radicular del estero. La distribución observada a lo largo del año, sin embargo, indica un carácter persistente en la afinidad de cada especie para cierta sección del sistema. Desde luego esto puede ser variable de acuerdo a las diferentes especies, edad, sexo, talla e incluso hábitat (Monte Lloyd, 1967). La distribución de las especies está relacionada en gran medida a la capacidad que tengan para trasladarse dentro y fuera del hábitat. Ejemplo de ello es el estudio de distribución de los isópodos de los géneros *Philosconia* y *Trichoniscus*, siendo el primero más grande y con una mayor capacidad para correr y desplazarse. Al muestrear ambas especies en los mismos cuadrantes se encontró una distribución en parches para

Trichoniscus y relativamente homogénea para *Philosconia* (Monte Lloyd, 1967). No todos los lugares de una región de estudio ofrecen la misma cantidad y tipo de recursos, o bien el mismo grado de refugio o escondite que permitirán a los organismos desarrollarse exitosamente (Monte Lloyd, 1967). Ello, es explicable debido a que las especies se congregan en sitios donde las condiciones les son favorables; pero también se dispersan en la medida de su capacidad para ello (Margalef, 1974). *P. dianae* es una especie de buena capacidad natatoria en tanto que *Munna* sp. tiene extremidades largas, adaptadas para sujeción y desplazamiento lento entre las frondas de las algas en las cuales viven. Este tipo de factores son más difíciles de estudiar en organismos como los isópodos que no defienden territorios y tampoco se encuentran fijos al sustrato, como es el caso de los organismos sésiles, donde las relaciones espaciales son relativamente fáciles de medir (Monte Lloyd, 1967). Muchos isópodos pueden estar en tránsito en la raíz o bien buscando hábitat definitivo por lo que no es posible elegir un momento exacto de recolección en el que se capture sólo a los residentes del lugar con altas probabilidades (Monte Lloyd, 1967). Es posible, sin embargo, que se defina una media poblacional para cada estación considerada y ello implica el número promedio de individuos que una población tiene a través del tiempo. Ello considerando que los organismos no se congregan por elección propia, sino que existen factores que los conducen a hacerlo como la escasez de un recurso ó el inicio de la temporada reproductiva (Monte Lloyd, 1967). La presencia o ausencia de isópodos en las raíces puede ser atribuida también a la habilidad de la especie para emigrar de una raíz a otra, escapar de sus depredadores ó sobrevivir a las condiciones que el ambiente impone. En raíces propicias para isópodos, éstos pueden ser detectados con una inspección visual, siendo comunes en la parte baja de las raíces aéreas y ausentes en las raíces principales del árbol (Perry, 1987). La ausencia ó baja abundancia es generalmente atribuible a incompatibilidad con el lugar, a depredación ó a ambos hechos.

La presencia de isópodos *P. dianae* en las raíces está relacionada en Urías, con mucha probabilidad, con los balanos. Estas relaciones pueden ser importantes para regular el crecimiento y la producción de las comunidades aquí establecidas. Los isópodos no son selectivos en la raíz como tal pero si en la epifauna adherida a la misma (Perry y Brusca, 1989). Está demostrado que también son capaces de colonizar conchas vacías de balanos adheridas a la raíz de mangle (Perry y Brusca, 1989). Desde luego, el número de isópodos puede variar de acuerdo a la época del año, siendo en algunas regiones particularmente abundantes. Se han encontrado hasta el 70% de las raíces analizadas habitadas por Sphaeromatidae (Santhakumari, 1991). La incidencia es variable pero se ha encontrado un máximo poblacional durante septiembre y un mínimo durante junio (mes seco) en la costa de Kerala, India. Esto difiere de lo encontrado en Urías donde hubo valores mínimos en septiembre a causa de las lluvias.

Las diferencias en la estructura poblacional a lo largo del año en isópodos de estero reflejan el diferente patrón de reclutamiento que cada especie tiene. La estabilidad de la población está estrechamente relacionada con el continuo reclutamiento de juveniles y el sostenimiento de las poblaciones de las especies con las cuales forman una comunidad (Perry y Brusca, 1989). Los vínculos entre la estructura poblacional de una especie y la de otra con la que interactúe pueden ser estrechos. Stebbins (1989) menciona la dependencia de la estabilidad poblacional del isópodo *Colidotea findleyi* (Brusca y Wallerstein 1977) con algas del género *Sargassum* que le proporciona alimento y refugio. O bien de *Colidotea rostrata* (Benedict, 1898) con erizos del género *Strongylocentrotus*, que le protege de los peces depredadores. La distribución y la densidad de la vegetación afecta en cierta medida tanto la distribución y abundancia de las poblaciones asociadas a ella como el efecto de los depredadores sobre las mismas (Crowder y Copper, 1979). Esto fue sugerido en el presente trabajo con *Munna* sp., al relacionarlo con comunidades de macroalgas y mejillones. O con *P. dianae* y cirripodos balanos que tienden a asentarse sólo bajo ciertas condiciones determinando con ello donde podrá distribuirse el isópodo.

Asimismo, la distribución de tallas de una población que sirva de alimento a otra, se encontrará directamente relacionada con la estructura y ciclo biológico de sus depredadores (Margalef, 1974). Los peces y crustáceos que habitan y merodean entre las raíces de mangle pueden causar cambios dramáticos en las poblaciones de isópodos del mismo ambiente, ya sea que se alimenten de las mismas algas que sirven de alimento y/o refugio a los isópodos, o bien que depreden directamente a los isópodos (Crowder y Copper, 1979). La magnitud del efecto está directamente relacionada con la cantidad disponible de presas, la cual declina gradualmente a medida que las algas de la zona son removidas por herbívoros, causando con ello que las presas que allí se refugian estén disponibles para los depredadores.

De hecho la total desaparición del manto de algas sujeto a la raíz pudiese causar por tanto una total desaparición de la fauna bentónica asociada a ésta (Crowder y Copper, 1979). Así que la dinámica poblacional de una especie habitante de mantos de algas cambiará en función no sólo de los factores físicos mencionados, sino de biológicos como es la presencia de depredadores o herbívoros que se alimenten directamente del mismo recurso que los mantiene (Crowder y Copper, 1979). Una relación equivalente puede atribuirse a la epifauna de la raíz de mangle que proporciona refugio y alimento a los isópodos que la habitan. Una marcada diferencia en la composición de la dieta y en los hábitos del isópodo es evidente en zonas de drásticos cambios ambientales (Arrontes y Anadon, 1990).

Asimismo, la limitada capacidad natatoria de los isópodos en general, de los *Munna* sp. en particular (Schultz, 1975), los obliga a refugiarse en hábitats como el que ofrece la epibiosis en torno a las raíces de mangle. La liberación de mancas (primer estadio juvenil) probablemente se efectúa en la misma área y los individuos permanecen en un área reducida durante todo su ciclo vital. La transportación hacia otras raíces u otro ambiente implica el riesgo de ser capturado por algún depredador. Particularmente la depredación tiene un fuerte impacto en la conducta y en como los organismos utilizan el hábitat, la disponibilidad de alimento y la existencia de guaridas apropiadas son factores importantes (Margalef, 1974). Ello puede causar que las especies elijan uno u otro sitio para alimentarse ó evitar la depredación (Emmet, 1991). El cambio de una raíz a otra puede ser seguro si se encuentran muy próximas y cubiertas de epifauna equivalente (Stebbins, 1989). La cobertura extensa de otros grupos invasores como los balanos, pueden a su vez limitar la actividad de los isópodos pero también proporcionarles refugio. Los balanos pueden asentarse y sobrevivir exitosamente cubriendo la superficie radical hasta en un 98% (Perry, 1987). En el estero Urias, proporcionan excelente refugio a las poblaciones de *P. diana*.

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, *C. mexicana* y *P. sculpta* no pueden ser consideradas como especies habitantes permanentes de raíces de mangle en el estero Urias. Las poblaciones de éstas especies probablemente se distribuyen de manera significativa en otros hábitats del estero ó deben ser consideradas como especies visitantes que penetran en los sistemas estuarinos cuando las condiciones son propicias ó de manera incidental. Según Grassle y Woolcot (1976) en ocasiones gran parte del entorno natural estudiado no es apropiado para el asentamiento de cierta especie, lo cual limita su presencia en lugares específicos donde hay un recurso indispensable para ésta. Si por algún motivo relacionado con el criterio de selección de las estaciones, dichos lugares no son considerados o lo son sólo en pocas ocasiones, la especie será considerada escasa ó rara (Grassle y Woolcot, 1976). Cabe señalar, pues, que *C. mexicana* y *P. sculpta* son ocasionales ó raras en las raíces de mangle para efectos del presente trabajo, pero no es posible, en base a éste, afirmar si éstas especies son raras en otros hábitats del estero. Es común que las especies del bentos se encuentren distribuidas en parches de acuerdo a las necesidades que tengan (Margalef, 1974; Grassle y Woolcot, 1976). Normalmente se tiende a pensar que las especies raras se distribuyen marcadamente en parches o bien son excesivamente vágiles (Grassle y Woolcot, 1976). En un hábitat determinado y para un momento dado se considera probable encontrar dos tipos de especies raras: las que efectivamente pertenecen a ese hábitat y por tanto mantienen allí poblaciones permanentes y las que no pertenecen y por tanto están presentes allí de manera accidental, sea por estar en calidad de refugiados de otro (s) hábitat (s) o ser individuos aislados de otras comunidades (Monte Lloyd, 1967).

Variables abióticas.

Los factores físicos monitoreados fueron sugeridos como determinantes en la variación en abundancia temporal de isópodos. Esto se ejemplifica cuando se observan las diferencias entre las estaciones del año, siendo las más drásticas en cuanto a temperaturas entre invierno y verano y en cuanto a salinidad en verano con el resto del año. Estos factores determinarán en menor grado los lugares de distribución pues los gradientes de un punto a otro para el mismo mes no son significativos. En cambio, éstas variaciones tienen, al parecer, fuerte influencia sobre las variaciones poblacionales en el transcurso del año. En el caso de la temperatura, existe una estrecha relación con la variación de individuos a través del tiempo, tanto por los intervalos de tolerancia como por factores reproductivos (Kouwenberg y Tan, 1987).

La salinidad, en lo particular, se considera que puede contribuir a definir los sitios de asentamiento de epibiontes y por lo tanto, de una manera indirecta, el asentamiento de los isópodos.

También es importante considerar los factores relacionados con la capacidad adaptativa de cada especie a las condiciones imperantes en el medio. La temperatura tiene gran influencia en la composición de las poblaciones en este sentido. Ello se hace suponer cuando observamos las curvas de abundancia para el presente estudio a lo largo del año. Uno de los principales factores que lo explican es el patrón de respuesta a los cambios de temperatura y los factores fisiológicos como capacidad reproductiva, actividad sexual y tiempo de desarrollo embrionario a una determinada temperatura (Johnson, 1976). En periodos calurosos, será mayor el éxito reproductivo de especies adaptadas a esa condición y en periodos fríos ó templados, para especies cuyo metabolismo funcione mejor ante tal situación. Ambos géneros (*Munna* y *Paradella*) se distribuyen normalmente en latitudes tropicales y subtropicales (Schultz, 1976; Brusca e Iverson, 1987), por lo que su temporada reproductiva se relaciona siempre con temperaturas cálidas. Incluso, al no ser significativa la variación de un período del año al otro, puede haber mas de un período reproductivo por año para determinada especie. De hecho, es lo que encontramos tanto en *Munna* sp. como en *P. dianae*. Por otro lado, el crecimiento corporal es más rápido durante el verano y la amplitud del periodo reproductivo está asociado con temperaturas favorables (Arrontes, 1990). Un reclutamiento continuo a lo largo del año implica temperaturas relativamente constantes con estaciones no extremas (Luxmoore, 1990). Por lo tanto, este parámetro es un factor determinante de la distribución (Waterman, 1969). En muchas especies, la talla de maduración varía con la temperatura (Leonardsson, 1991), especialmente cuando se trata de especies poiquilotermas donde es claro su efecto tanto en crecimiento como en procesos relacionados con la reproducción (García-Guerrero, 1994). El criterio que se puede emplear para definir tales efectos es variable de acuerdo a cada especie, que a diferentes temperaturas pueda reaccionar de diferentes formas. Desde luego, los modelos de crecimiento de cualquier especie no dependen tan solo de la temperatura, ya que hay otros factores que determinan el crecimiento y mortalidad de cualquier población (Passano, 1960; Johnson, 1976). Las gráficas obtenidas pudiesen variar si el estudio se desarrolla en otra localidad o en otro momento. La variación en cuanto a las tallas de maduración para una sola especie comparada en dos o mas diferentes localidades, puede deberse a una adaptación a las condiciones ambientales propias de cada lugar, así como otros factores bióticos o abióticos que varían a diferentes profundidades. De manera que la mortalidad y el crecimiento están claramente relacionados y la variación en cuanto a tallas de maduración se debe a procesos adaptativos de la especie a las condiciones del medio en que se encuentra (Leonardsson, 1991).

En el caso particular de la estación 9, ubicada en las proximidades de la planta termoeléctrica, la frecuencia de tallas, el reclutamiento y reproducción pueden estar severamente alterados por el sobrecalentamiento de las aguas (véase Bamber, 1985). En éstos casos, el crecimiento inicial es rápido pero el ciclo vital estará desfazado del habitual. Hay crecimiento y reproducción incluso en invierno (Bamber, 1985). *P. dianae*, único isópodo encontrado en las inmediaciones de la termoeléctrica de Uriás, presenta bajas densidades poblacionales al observar el gráfico de abundancias por estación; se distribuye en mayor cantidad en las estaciones antes y después de la termoeléctrica, lejos de la influencia de ésta. La tasa de mortalidad en crustáceos se incrementa gradualmente a medida que la temperatura se aproxima a uno de los límites de tolerancia (Waterman, 1960). Incluso las altas temperaturas implican también alta mortalidad, al alterarse el ciclo biológico tanto de los isópodos como de las especies con las que se relaciona éste.

La salinidad, de acuerdo a los resultados, también se propone como factor determinante a lo largo del año. Los valores medios estacionales de éste parámetro varían en el estero, definiendo así la distribución temporal. Esto es muy evidente en verano, cuando las lluvias causaron un drástico descenso de salinidad. Una especie puede ser más tolerante, desplazando a otra de una región determinada del estero durante periodos de salinidad extrema, sea baja o alta, y en función de la capacidad adaptativa de cada una (Schmidt Nielsen, 1990). Sin embargo, los cambios drásticos no son bien tolerados por la mayoría de las especies (Goodbody, 1961). Esto, ha sido demostrado en el presente estudio por la fuerte disminución en densidad de ambas especies, como consecuencia del abrupto cambio en salinidad por las lluvias del verano. Las salinidades bajas pueden causar un severo stress aún en las especies más resistentes (Schmidt Nielsen 1990). Mortalidades masivas en comunidades marinas estuarinas son muy comunes despues de un descenso abrupto de salinidad (Goodbody, 1961).

En ambientes diluidos, los crustáceos estuarinos tienen capacidad de bajar la concentración interna de sales si el cambio no es abrupto, pero fuertes mortalidades se dan si no sucede así (Schmidt Nielsen, 1990). En tales casos, los organismos presentan severos problemas para osmoregular adecuadamente, pues el intercambio de iones es incapaz de operar a una tasa apropiada (Schmidt Nielsen, 1990). Los gradientes de salinidad determinarán los sitios del estero donde las especies puedan distribuirse según la tolerancia de cada una. En el caso de los isópodos las diferentes especies, según el tipo y grado de adaptación, tienen diferente capacidad de captación de iones y permeabilidad en los pleópodos, los cuales tienen un epitelio especializado para la captación e intercambio de iones (Harris y Thuet, 1986). Hay especies que, teniendo una capacidad más limitada de intercambio iónico, están condicionadas a distribuirse en la boca de un estero y permanecen en salinidades similares a las del agua marina, como podría ser el caso de *P. dianae*. En tanto que otras, tendrán la capacidad para poblar la parte central o interna del mismo, como podría ser el caso de *Munna* sp. Así, diferentes especies pueden estar separadas por diferencias en su capacidad osmoregulatoria, manteniendo las sales a una concentración interna estable aunque varíe en el medio y así poder distribuirse en áreas que no están pobladas por especies más limitadas en esa capacidad (Schmidt Nielsen, 1990). Tal capacidad puede, incluso, separar geográficamente a las especies (Harris y Thuet, 1986). Esto, ha sido propuesto en Urías. *P. dianae* es preferentemente marina (Brusca e Iverson, 1985), y por lo tanto, posee la capacidad permeable y sistema de transporte eficientes bajo esas condiciones. Ello le permite vivir en la boca del estero y en la zona de transición del mismo, con entrada y salida de masas de agua marina durante los ciclos de marea. En tanto que *Munna* es un género más cosmopolita, que se encuentra en ambientes sumamente diversos, desde someros hasta abisales (Brusca e Iverson, 1985), lo que permite suponer que tiene una capacidad de adaptación más amplia a ambientes distintos.

La temperatura del lugar también afecta la capacidad regulatoria. Se ha estudiado que una elevación en la misma aumenta el intercambio de Na^+ a través de membranas osmoregulatorias en *Asellus* sp. (Adcock 1982). Una mayor superficie de intercambio es necesaria para mantener un balance adecuado en *Sphaeroma serratum* cuando se le ha estudiado experimentalmente a baja temperatura (Harris y Thuet, 1986). Tal capacidad en los organismos determinará en buena medida su distribución, siempre ligada a la variación termohalina. Los cambios sistemáticos en crecimiento y mortalidad de una población a lo largo de gradientes de temperatura y salinidad diferentes son importantes ya que afectan directamente la dinámica y el equilibrio en densidad de cualquier población (Leonardsson, 1991).

Otras variables abióticas consideradas como las dimensiones de la raíz y el nivel medio de la marea fueron medidos sin que se obtuviesen resultados significativos después de ser analizados mediante análisis de varianza de una sola vía. No es, de acuerdo a lo observado en el presente estudio, la dimensión de la raíz un factor limitante para los isópodos. Este factor, quizá limite a los organismos sésiles que requieren de un sustrato permanente mas no a los isópodos capaces de desplazarse libremente. Estos, pueden trasladarse continuamente de un sitio a otro de acuerdo a sus requerimientos y a la variación en las condiciones del medio. El nivel de marea no resultó ser tampoco un factor limitante para estas especies, pues no se encontró variación significativa en la población por esta causa. Cuando es baja, los isópodos están expuestos a la deshidratación por varias horas, a intervalos extremos de temperatura y salinidad, pero regularmente pueden tolerarlo (Johnson, 1976). El hábitat proporcionado por la epifauna adherida a las raíces de mangle, es equivalente en este sentido al ambiente húmedo debajo de las piedras durante la marea baja, proporcionando un refugio adecuado (Williams, 1983). Especies como *Cirolana harfordii* (Lockington 1887) pueden sobrevivir en ambientes húmedos períodos de hasta 45 horas (Johnson, 1976). Períodos de exposición cortos, de unas cuantas horas, no les causan stress fisiológico (Johnson, 1976). Los isópodos son altamente tolerantes a la desecación si existe un mínimo de humedad en el ambiente. Ejemplares de los géneros terrestres *Oniscus* y *Haloniscus* pueden resistir mas de 20 días protegidos por su cutícula permeable (Williams, 1983).

Otra condicionante, no medida en el presente trabajo pero que también puede ser determinante en la distribución de isópodos, es la escasa disponibilidad de O_2 entre las raíces de mangle. Esto es común especialmente dentro de las madrigueras que se encuentran en éstos ambientes (Rehm y Humm, 1986). Sin embargo, las especies de isópodos que las habitan, tienen buena capacidad respiratoria porque su tasa de consumo de O_2 en condiciones normales es más baja que la de aquellas especies que nunca se enfrentan a condiciones de hipoxia (Bridges y Brand, 1980). Estos autores, observaron que los isópodos *Natatolana borealis* (Lilljeborg 1960) y *Saduria entomon* (Lockington) al ser expuestos a condiciones de hipoxia,

incrementan la velocidad de movimiento de los pleópodos hasta llevar al interior de la madriguera suficiente O_2 . La habilidad de sobrevivir bajo éstas condiciones durante largos períodos se relaciona con escasa movilidad del organismo, moviendo éste sólo los pleópodos durante la hipoxia. Tienen también la alternativa de efectuar metabolismo anaeróbico para la producción de energía. Estas son claras adaptaciones del estilo de vida excavador (Bridges y Brand, 1980). En general, los Sphaeromatidae (ej. *Paradella diana*), tienen tales adaptaciones (Eleftheriouh y Holdich 1980).

Variables bióticas (epifauna).

Se sugiere que el principal factor que determina el asentamiento de isópodos en la raíz es el hecho de que ésta ofrezca a la especie hábitat, refugio y alimento. Las especies de isópodos seleccionan el lugar ó los lugares que reúnen ciertas características; en ningún caso son los primeros colonizadores, pues una raíz desnuda no les proporciona estos recursos. Se les encontrará colonizando sólo después de que lo hayan hecho las especies epibióticas con las que se integra una comunidad receptora. Las fluctuaciones en las abundancias de plantas y animales que conforman éstas comunidades serán factores que intervengan directamente en la distribución y abundancia de los isópodos en las raíces de mangle. Tales cambios, son consecuencia de complejas interacciones entre diversos factores bióticos y abióticos que no son tema de este estudio. El tipo y grado de colonización en las raíces puede ser explicado con el estudio de la interacción entre los organismos que viven adheridos a ellas, los que transitan sobre o dentro de las mismas, o bien los que las visitan en busca de alimento (Ribi, 1987). Procesos de crecimiento y reproducción de todas las especies involucradas, fluctuaciones en abundancia de invertebrados marinos, estacionalidad, períodos reproductivos, que pueden coincidir o no en tiempo con las especies de isópodos, tiempo de permanencia en la raíz, cantidad de individuos por especie y la fase de desarrollo en que se encuentren, son factores que en conjunto determinarán cómo y cuando se desarrolle cada una de las especies de isópodos que habitan en ella de manera permanente o temporal (Arrontes y Anadón, 1990).

En el caso de *Munna* sp. la relación propuesta es principalmente con macroalgas y mejillones. Cada tipo de macroalga puede tener diferentes patrones de distribución en el estero y diferentes requerimientos. Por lo tanto, de acuerdo a la especie a que esté asociada el isópodo, será la frecuencia y tipo de los cambios (Ribi, 1987). Gran afinidad tienen los isópodos por los bancos de mejillones; para *Cirolana harfordii* (Lockington 1877) se han registrado densidades de hasta 12,600 individuos por yarda² en la bahía de Monterey, California (Johnson, 1976). La estancia entre las algas adheridas a la raíz puede ser constante o sólo durante parte de su ciclo vital. Es posible que la llegada ó salida desde y hacia las algas pueda deberse a reclutamiento, mortalidad, migración o bien más de un fenómeno. Esto, especialmente para especies de las que no se encuentran en el mismo lugar todas las tallas que componen una población (Arrontes y Anadón, 1990). Tal es el caso observado en *Munna* sp. En casi todos los meses, se encontraron hembras ovígeras mas no juveniles, los que pudieran estar en otros sitios del estero. Existe la posibilidad de que emigren a las raíces a partir de cierta talla o bien se ausenten de la misma a partir de cierto período.

Para los casos en que no se encuentran hembras grávidas en la raíz, pero en muestras subsecuentes se encontraron juveniles, es probable que la gestación, la cual en isópodos puede tener una duración de 3 a 4 ½ meses (Kouwenberg et al, 1987); se desarrolla también en otro hábitat del estero. Por lo tanto, podría haber un período reproductivo en determinado mes aún si no se encontraron hembras grávidas en las muestras revisadas. En algunos casos, se recolectaron muchos juveniles y muchas recién liberadas del marsupio. Las algas suelen ser un lugar de refugio importante para isópodos juveniles (Holdich, 1970). La importancia de las algas en procesos de natalidad, mortalidad y cambio de hábitat de acuerdo a la fase del ciclo vital en que se encuentren, y de la especie de que se trate no está claramente estudiada. Es muy probable que en el momento que el isópodo cambia su hábitat, esté relacionado con la última fase de crecimiento para ambos sexos y la próxima llegada de la fase reproductiva (Arrontes y Anadón, 1990). A partir de observaciones en el campo, es prácticamente imposible el deducirlo debido a que no se tiene ningún control sobre la población en estudio (Holdich, 1970). Janson y Matthiesen (1971) notaron la imigración de ejemplares de *Idotea* sp. del alga *Fucus* hacia *Cladophora* en cuanto son liberados del marsupio, habiendo pasado en *Fucus* la hembra toda la gestación. Los mismos autores recolectaron de *Enteromorpha* ejemplares juveniles del género *Ligia* en tanto que los adultos de la especie jamás fueron encontrados.

Asimismo, en una especie del género *Dynamenella*, encontraron que la distribución de tallas encontrada en ejemplares recolectados de los frondes de algas de los géneros *Fucus* y *Gellidium*, sugiere un cambio de hábitat de una comunidad macroalgal a otra, puesto que en *Gellidium* escasamente se encontraron individuos grandes y en *Fucus* no hubo individuos por debajo del tercer estadio juvenil. Ello hace suponer que los juveniles permanecen en sitios más productivos en tanto que los subadultos y adultos viven en lugares crípticos y seguros (Janson y Matthiesen, 1971). Algo similar pasa con *Munna* sp., donde no es constante la presencia de juveniles, pero siempre se tienen ejemplares de todas las demás tallas. Es muy probable que en algas no adheridas a la raíz, quizás de diferente tipo, existan numerosos individuos de esta especie.

En el caso de *P. diana*, en Urías la especie forma parte de comunidades con cirrípedos y bivalvos. En casos similares, Ellison (1990) ha reportado que las raíces pueden ser colonizadas por algas verdeazules filamentosas, macroalgas, hidrozoarios, briozoarios, ascidias, esponjas, balanos y anémonas. Incluso en este tipo de comunidades son abundantes las bacterias, otro importante componente en la dieta de isópodos Sphaeromatidae (Ellison, 1990). Tales microorganismos habitan el tracto digestivo del isópodo contribuyendo a la degradación del detritus ingerido (Sutherland, 1980). Todo esto conforma una comunidad propicia para el asentamiento de isópodos (Sutherland, 1980).

Por otro lado, la ocupación de raíces por parte de esponjas y anémonas antes que los isópodos, puede evitar la llegada de éstos al poner de por medio una barrera de carácter químico que causa sabor desagradable al isópodo que pretenda invadir el ambiente (Ellison, 1990).

Se propone que ambas especies tienen diferentes necesidades de hábitat, alimentación y poseen una capacidad de adaptación distinta. Se explica esto, en parte por su morfología, que revela las adaptaciones que cada una tiene. Los *Munna* sp. son translúcidos, en tanto que los *P. diana* tienen con frecuencia una coloración parduzca y un aspecto semejante al del sustrato que ocupan. Ello, proporciona a ambas especies capacidad para esconderse en determinado tipo de hábitat, de acuerdo con éstas características (Stebbins, 1989).

Distribución de sexos y tallas por especie.

La talla tiene implicaciones ecológicas importantes, pues afecta el tipo y cantidad de alimento que el organismo pueda ingerir, el aporte energético que obtenga del mismo, el gasto en procesos de reproducción y a qué depredadores esté expuesto (Leonardsson, 1991). Analizando la proporción de sexos por especie, para el caso de *Munna* sp. casi siempre se observa una proporción cercana a 1:1 (machos : hembras) salvo en junio, en el que se encontró que el número de hembras fué considerablemente mayor. Los juveniles están presentes en proporciones sensiblemente más bajas que los adultos, casi todo el año, con una disminución gradual hacia el verano. Es durante ésta estación del año que no se les recolectó, probablemente debido a que se está a cinco meses del período reproductivo inmediato anterior, y los juveniles de las últimas procreaciones, se han convertido ya en formas adultas. O bien es factible que las bajas salinidades registradas en éstos meses hayan causado una elevada mortalidad de juveniles, quizás menos tolerantes a éste tipo de cambios. En lo que respecta a *P. diana*, todo el año hubo mayor cantidad de hembras, si bien la diferencia no llega a ser considerable. No se detecta una tendencia que permita suponer que los diferentes sexos tienen diferentes necesidades de hábitat. Los juveniles de ésta especie no fueron recolectados en octubre y noviembre, sin existir una causa clara para explicarlo. Sin embargo, se les recolectó el resto del año y casi siempre fueron más comunes que los adultos. Es probable que las necesidades de los juveniles por un hábitat como el que ofrecen las raíces de mangle sea mayor, dado que allí se encuentra abundante detritus y material orgánico acumulado, además de ser un ambiente presumiblemente con mayores niveles de O₂ que el fondo. Y las fases juveniles son más activas y en pleno crecimiento, por lo que, al tener mayor demanda de éstos recursos que los adultos, éste ambiente les ofrece mayor posibilidad de sobrevivencia.

Las gráficas de distribución de frecuencias en tallas pueden dar una idea de todas las tallas que componen la población de cada especie. El correcto reconocimiento de las clases de muda en crustáceos es un paso clave para la determinación de la tasa de crecimiento y frecuentemente su análisis está basado en el empleo de éste método (Luxmoore, 1982).

Munna sp. presenta una distribución tal en cuanto a las frecuencias de talla encontradas, que hace suponer que la permanencia entre las raíces es principalmente de los especímenes de tallas intermedias, es posible que los adultos se distribuyan preferentemente en otros sitios al igual que los juveniles, por tener ambos necesidades diferentes a los organismos de tallas intermedias, probablemente en alimentación ó factores reproductivos. No sucede así con *P. dianae*, pues la curva de tallas en este caso no representa una distribución normal. Se sugiere que a diferentes fases del crecimiento se tienen diferentes requerimientos de hábitat y alimento. Cuando esto sucede, sólo parte de la población requiere vivir en ese hábitat. O bien es posible que alguna alteración externa cause irregularidad en la frecuencia de tallas (Holdich, 1970). Una posibilidad es los depredadores, al ser selectivos en el tamaño de las presas, causen una alteración en la composición de tallas de la misma así como en su abundancia (Luxmoore, 1990). Un reclutamiento tardío en cierto ambiente implica una estrategia de protección contra las condiciones imperantes en cierto hábitat, no tolerables por estadios juveniles. Por ejemplo, los lechos de *Fucus*, tienen períodos de emersión de varias horas al día (Janson y Matthiesen, 1971), ambiente al que no están aún adaptados los estadios tempranos, más sensibles. Algo similar pasa con las raíces de mangle que son expuestas fuera del agua varias horas del día, sin embargo los Sphaeromatidae son, en general, una familia bien adaptada a tolerar la deshidratación (Harris y Thuet, 1986).

Las distribuciones de tallas observadas pueden ser empleadas para definir las tallas de muda, tanto en *Munna* sp. como en *P. dianae*. Se espera que entre cada intervalo de clase detectada exista una muda. Y básicamente ello implica el ritmo de crecimiento por especie (Luxmoore, 1990). Es, de hecho, uno de los procesos que determinan el ciclo de vida en los crustáceos (Passano, 1960). Es en el período de intermuda que se reproducen los crustáceos ya que durante el mismo se acumula la energía y nutrientes necesarios para la producción de gametos y el esfuerzo reproductivo (Passano, 1960). El metabolismo, la conducta, la reproducción y la sensibilidad hacia las condiciones del medio ambiente son afectadas por éste proceso de manera directa o indirecta (Kouwenberg et al., 1985). Su comprensión contribuye a explicar procesos que afectan a los individuos y por tanto a la población a la que pertenecen. El proceso puede ser afectado por factores externos (luz, salinidad y temperatura), pudiendo ser el más importante la temperatura, ya que cuando se trata de lugares con temperaturas bajas la mayor parte del año, el fenómeno es menos frecuente, en tanto que cuando son elevadas es común que exista más de un período reproductivo durante el año.

Factores reproductivos.

La reproducción tiene también una estrecha relación con la dinámica de poblaciones de cada especie, pues la demanda de un proceso orgánico puede negar disponibilidad para el desempeño de otro (Luxmoore, 1990). La reproducción puede interferir con la muda al menos hasta que cesa el crecimiento (Passano, 1960). En los isópodos hay mudas sucesivas hasta la pubertad (aparición de oostegites; Luxmoore, 1990). La cópula ocurre inmediatamente después de la muda y sólo una producción de huevos es incubada durante el período de intermuda. En algunos casos la hembra modifica su hábitat, su conducta y no toma alimento (Luxmoore, 1990). La muda como tal implica períodos de elevada mortalidad, lo que también incide directamente en una baja de las poblaciones. Es probable que por ello que en las gráficas de ambas especies se detectan tallas medias muy bajas después de cada período reproductivo (Passano, 1960). Con éste tipo de gráficos, la talla de maduración pueden ser reconocible y por tanto predecible si se tiene conocimiento de las intervalos de clase de la especie (Luxmoore 1990). El conocimiento de tales fenómenos es una valiosa herramienta para estudios ó análisis futuros que pretendan la comprensión del ciclo ecológico de una especie y las variaciones a que éste puede verse sometido. El estudio de los procesos reproductivos es clave para conocer la ecología de isópodos, puesto que el éxito de cualquier especie está relacionado, ante todo con tres factores; edad reproductiva, cantidad de progenie producida y sobrevivencia (Leonardsson, 1991).

La reproducción está directamente relacionada con la temperatura, específicamente con el desarrollo embrionario, lo cual dara lugar a que la tasa reproductiva y por tanto la cantidad de progenie que se genere vaya cambiando durante el año en función de los cambios de temperatura que a la vez determinan la forma en que influenciarán otros factores. Por lo cual es muy probable encontrar una relación significativa entre estos factores y la tasa reproductiva (Kouwenberg et al., 1987).

Cuando la temperatura es más cálida los procesos reproductivos son más rápidos (Shmidt Nielsen, 1991), con periodos de incubación más cortos y por tanto es más frecuente encontrar hembras maduras con el marsupio vacío.

La presencia de hembras ovígeras y juveniles frecuentemente, sugiere que se reproducen constantemente. Sin embargo la ovogénesis se inhibe a temperaturas demasiado altas (Shmidt Nielsen, 1991). La cantidad de O₂ consumido es mucho más alto en hembras ovígeras que en las no ovígeras, y con alta temperatura las hembras gastan más energía en la captación de O₂ cuando el agua es muy cálida, de manera que no hay suficiente para invertirla en procesos reproductivos y se utiliza para sobrevivir (Kouwenberg et al., 1987). Esto es válido para todas las clases de talla de hembras en edad reproductiva (Luxmoore, 1990). El tiempo regular de incubación en isópodos es de 3 a 4 ½ meses y los juveniles al ser liberados de inmediato nadan y se alimentan (Shafir y Field, 1980). De acuerdo a la especie y condiciones ambientales es posible una segunda procreación, no antes de una nueva muda (Holdich, 1968). Aunque las hembras grávidas están presentes todo el año, existe un patrón reproductivo definido que se puede determinar de acuerdo a la proporción de hembras con huevecillos o embriones formados existentes (Shafir y Field, 1980), ó de acuerdo al grado de desarrollo de los mismos (Johnson, 1976). Considerando las figuras 35 - 36, y en función de los antecedentes, la abundancia de hembras con embriones casi a término sugieren el momento de la temporada reproductiva (Shafir y Field, 1980; Johnson, 1976). Para el presente trabajo, no es evidente, ya que los meses donde se encontraron hembras casi a término, no necesariamente son seguidos por un mes con muchos juveniles. Debido a que sólo se muestrearon raíces, no se puede elucidar, en base a los resultados del presente trabajo, la relación que existe en este lugar para estas especies.

También se detectó la relación entre el tamaño de la hembra y su fecundidad, dando como resultado una correlación positiva y significativa tanto para *Munna* sp. como para *P. dianae*. El incremento de la fecundidad con la talla, parece ser una relación lineal para casi todos los peracáridos (Jensen, 1958; Schultz, 1963). Las hembras más grandes portan más huevecillos en promedio (Kittlein, 1991). La mayoría de las especies de isópodos siguen este patrón (Johnson, 1976). Se ha demostrado que dicha diferencia nada tiene que ver con cambios estacionales (Jones y Naylor, 1971). Se ha visto que la longitud total del isópodo tiene relación con la cantidad y tamaño de los huevos contenidos en el marsupio (Kittlein, 1991). Una hembra más grande tiene mayor costo energético pero también mayor fecundidad y más probabilidades de sobrevivencia (Passano, 1960). Sin embargo, los altos costos energéticos y bajas probabilidades de alcanzar la talla máxima, implican que haya pocas hembras con tal característica. Esta relación ha sido registrada para casi todos los grupos de isópodos (Stebbins, 1989). Se ha observado esta relación en *Asellota* (Jones y Naylor, 1971; Jones, 1974). Asimismo, se ha evidenciado que todos los embriones contenidos en el mismo marsupio corresponden al mismo periodo de desarrollo y no existe una diferencia significativa entre la fase de desarrollo en que se encuentren y el número de embriones presentes (Stebbins, 1989). Esto sucedió en el presente trabajo, donde las hembras ovígeras de *Munna* sp. y *P. dianae* se apegaron a este criterio. La aparente baja fecundidad de éstas especies, si se les compara con otros grupos de crustáceos como los decápodos, se puede explicar por el tipo de hábitos que tienen (Stebbins, 1989), pues viven en condiciones crípticas mostrando claras adaptaciones a desarrollarse en un medio bien protegido contra la llegada de depredadores. Lo anterior explica la producción de huevos relativamente baja, pero con alto porcentaje de sobrevivencia en los juveniles, por lo tanto se producen sólo los necesarios para garantizar la sobrevivencia poblacional (Stebbins, 1989).

Aspectos generales.

Algo que facilita el estudio de este tipo de organismos y que permite un seguimiento de todo el ciclo con sólo muestrear un sitio, es la ausencia de fases planctónicas ya que las mancas liberadas del marsupio se incorporan directamente a la población (Shafir y Field, 1980). Por otro lado, la población a menudo permanece todo el tiempo en un hábitat bien definido, por lo cual una unidad de muestreo reducida conduce a obtener buena representatividad (Shafir y Field, 1980). Sin embargo, y debido a que tienen una estructura sumamente heterogénea, las comunidades faunísticas epibiónticas asociadas con las raíces aéreas de mangle rojo son extremadamente difíciles de cuantificar (Conde, 1991; Reyes y Campos, 1992). El recolectar varias raíces de un punto en un ambiente tan heterogéneo, no necesariamente conduce a una mejor representatividad que el recolectar sólo una de ellas (Shafir y Field, 1980).

También es pertinente aclarar que el extraer una sola raíz no es suficientemente representativo en la mayoría de los casos, por lo que los resultados se han planteado en base a predicciones de lo que realmente ha sucedido en esta comunidad durante el periodo de estudio.

Finalmente es importante destacar que pueden existir ligeras o marcadas diferencias en densidad cuando se muestrean las poblaciones de isópodos a diferentes intervalos de tiempo de horas o meses cuando se aplica Análisis de varianza de una sola vía (Guzmán *et al*, 1988). Sin embargo, en el presente trabajo se analizaron los datos obtenidos con este análisis, pues la carencia de réplicas no recomienda el uso de análisis múltivariantes (Sokal y Rohlf, 1961).

CONCLUSIONES

- ⇒ La distribución espacial de los isópodos en las raíces de mangle rojo del estero Urias está influenciada por el tipo de epibionta que pueda estar adherida a las raíces y les proporcione un hábitat adecuado. Los factores que determinen las fluctuaciones de dichas poblaciones de epibiontes intervendrán de manera indirecta sobre la población de isópodos en estos ambientes. La temperatura y salinidad no tienen tanta significancia en la distribución espacial, al menos para el mismo mes, debido a que los gradientes de ambos parámetros no son drásticos durante un mismo mes en todo el estero.
- ⇒ La distribución temporal es de acuerdo a lo evaluado, influenciada por los factores salinidad y temperatura, los cuales controlan las fluctuaciones de abundancia en cada estación del año y determinan, ante todo la temperatura, los procesos reproductivos de las especies. Los organismos epibiontes no determinan la distribución temporal en este caso, pues son siempre los mismos en cada estación durante todo el año.
- ⇒ Con respecto a la diversidad de isópodos en las raíces de mangle, es muy probable que el número de especies que puedan invadir el hábitat estudiado depende de el rigor ambiental que éste ofrezca. Las condiciones estuarinas son rigurosas, especialmente en las raíces, sujetas a acentuadas variaciones diarias y estacionales, permitiendo sólo a pocas especies, que se encuentren altamente adaptadas a las muy particulares condiciones del hábitat, el permanecer en él exitosamente. El reducido número de especies, conduce a sugerir una diversidad baja, con alta dominancia de una sola especie en cada extremo del sistema estudiado. Esto es, dominancia de *Paradella diana* en la salida del estero y de *Munna* sp. en el fondo. Esto se explica por la afinidad que cada especie tiene a un hábitat particular según sus propias adaptaciones. La misma tendencia es posible encontrarla todo el año.
- ⇒ Hay dos características fundamentales que convierten las comunidades de organismos asociadas a las raíces de mangle rojo en altamente especializadas; son relativamente pocas las especies capaces de adaptarse a los acentuados cambios de salinidad que se presentan en este tipo de ambientes dado el cambio en el flujo de agua dulce como consecuencia de las lluvias y la salida de la misma como consecuencia de altas tasas de evaporación en los meses calurosos.
- ⇒ Las raíces de *Rhizophora mangle* cubiertas parcialmente de macroalgas y mejillones son un hábitat adecuado para la reproducción de *Munna* sp. en el estero. La presencia constante de hembras ovígeras y juveniles así lo demuestra. En el caso de *Paradella diana*, se observó que es apropiado el ambiente que ofrece la raíz cubierta de balanos como refugio para juveniles, sin embargo, la poca constancia de hembras ovígeras no permite asegurar que es también un lugar óptimo de gestación para la especie.

APARTADO I

Características generales de los isópodos.

De acuerdo a Brusca y Brusca (1990), la superclase Crustácea esta integrada por las clases Cephalocarida, Maxilopoda, Remipedia y Malacostraca. Dentro de ésta última se encuentran las subclases Phylocarida y Eumalacostraca. Esta última comprende los superórdenes Hoplocarida, Syncarida, Eucarida y Peracarida; a su vez este último está integrado por los órdenes Mysida, Lophogastrida, Cumacea, Tanaidacea, Mictacea, Spelaeogriphacea, Thermosbaenacea, Amphipoda e Isopoda. Los isópodos se dividen en los subordenes Gnathiidea, Anthuridea, Flabellifera, Oniscoidea, Valvifera, Phreatoicidea, Asellota, Epicaridea y Calabozoidea.

Según Brusca e Iverson (1985) los isópodos en general tienen un cuerpo aplanado dorso-ventralmente y dividido en tres regiones, cefalón (cabeza), pereón (tórax) y pleón (abdomen) (Figura A). Carecen de caparazón y tienen el cefalón y el primer toracómero fusionados. El número de toracópodos puede ser variable y tienen siete pares de pereiópodos unirramios. Se conocen mas de 4,000 especies de isópodos que van desde los 0.5 hasta los 440 mm de longitud total. Los criterios taxonómicos para clasificarlos a nivel específico estan casi siempre basados en caracteres morfológicos de las partes bucales, los pereiópodos o los pleópodos. Son habitantes comunes de todos los reservorios de agua del planeta. Algunas especies del suborden Oniscoidea son los únicos crustáceos completamente terrestres que existen. Los isópodos son dioicos, pero hay algunas especies de Flabellifera y Epicaridea que son hermafroditas. Sólo algunos grupos como los Gnathidae y Sphaeromatidae presentan un verdadero dimorfismo sexual. Se reproducen mediante fertilización interna despues de copular. Las gónadas son órganos pareados situados en la cavidad pereional y abiertos mediante ductos en la base del quinto par de pereiópodos para las hembras y en el margen posterior del séptimo pereonite en machos, donde tienen un par de penes. Las hembras generalmente portan los huevos en desarrollo en un marsupio ventral formado a partir de la sobreposición de los oostegites. Los huevos son liberados del marsupio hasta completar dentro del mismo todo el desarrollo larval, siendo la manca la última fase del mismo; se trata de el organismo con apéndices libres bien desarrollados (Stebbins, 1989).

Es importante considerar cuando se estudian los isópodos, su muda o ecdisis. Este proceso domina su existencia, principalmente en lo que se refiere a el metabolismo, la conducta y la reproducción (Passano, 1960). La muda implica el reemplazo periódico de integumento, dando lugar a un nuevo exoesqueleto y al desecho del anterior, creciendo en talla una vez terminado el proceso. Pocos aspectos de su biología son tan relevantes y determinantes para conocer el crecimiento y por lo tanto la ecología de la especie objeto de estudio.

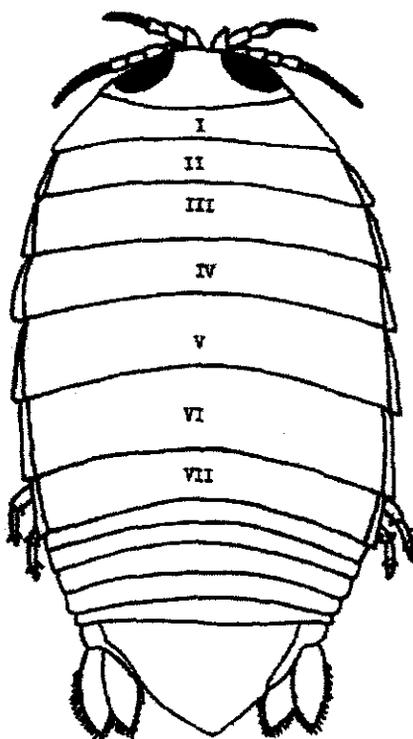


Figura A.- Estructura anatómica típica de un isópodo.
Cefalon.- cabeza y primer segmento.
Pereón.- segmentos II - VII.
Pleón.- segmentos no numerados y telson.

Anexo 1.- Ocurrencia de epibiontes adheridos a las raíces de mangle por estación (desde octubre de 1997 hasta septiembre de 1998).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mejillones	8	7	10	11	6	7	4	3	0	1	0
Ostiones	3	10	4	8	9	10	12	11	10	6	4
Balanos	0	2	0	1	0	3	6	11	8	11	12
Macroalgas	9	5	7	5	10	4	5	7	4	2	5
M.O.	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Lodo	8	6	7	9	5	5	3	1	2	2	0
Esponjas	0	0	0	1	1	0	0	4	0	1	0
Anémonas	0	7	3	5	1	3	3	2	0	0	0
Epífitos	0	1	1	0	1	0	1	2	0	1	4
Sin epibiontes	2	2	3	1	2	0	1	4	2	2	0

BIBLIOGRAFÍA.

- ◊ **Abood, K y S. Metzger.** (sin año). Marine borer control: Prepenetration strategies and postpenetration options. Lawler, Matsuky y Skelly Engineers, Pearl River NY 10965.
- ◊ **Adcock, J.** 1982. Energetics of a population of *Aseilus aquaticus* (Crustacea: Isopoda); respiration and energetic budgets. *Freshwater biology* (12) 257-269.
- ◊ **Alduenda, M.** 1985. Estudio de contaminación por hidrocarburos y organismos patógenos en el estero Urías, Mazatlán, Sinaloa. Tesis de licenciatura UAS, escuela de ciencias del mar. 64p.
- ◊ **Arrontes, J. y R. Anadon.** 1990. Seasonal variation and population dynamics of isopod inhabiting intertidal macroalgae. *Science Marine* 54-(3): 231-240.
- ◊ **Alvarez León R.** 1977. Estudio hidro- biológico de los esteros del astillero, Urías y la sirena, adyacentes a Mazatlán, Sinaloa, México. Tesis de maestría. UNAM, C.C.H, 129p.
- ◊ **Ayón, M.** 1997. Crustáceos decápodos asociados a la pesca de langosta *Panulirus sp.*(White 1847) en el sur de Sinaloa. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Sinaloa 92p.
- ◊ **Bailey, W J.** 1978. Isopod and insect root borers may benefit Florida mangroves. *Science* 201 (18) 630-634.
- ◊ **Bayliss, D.** 1993. Spatial distribution of *Balanus amphitrite* and *Elminius adelaide* on mangrove pneumathophores. *Marine biology* (116) 251-256.
- ◊ **Bamber, R.** 1985. The autecology of *Cyathura carinata* (Crustacea isopoda) in a cooling water discharge lagoon. *Journal of the marine biology ass. U.K.* (65) 181-194.
- ◊ **Barranco, J.** 1996. Variación de la abundancia de copépodos durante dos ciclos de producción de camarón en una granja semi-intensiva del sur de Sinaloa. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Sinaloa 72p.
- ◊ **Begon, M.** 1990. *Ecología*. Editorial Omega, Barcelona. 747p.
- ◊ **Bridges, C. y A. Brand.** 1980. The effect of hypoxia and oxygen consumption on blood lactate levels on some marine Crustacean. *Comp. Biochem. Physiol.* (65) 399-409.
- ◊ **Brinton, E.** 1962. The distribution of Pacific ephasiids. *Bulletin of Scripps institution of oceanography, technical series, volume 8 No. 2* 51-270.
- ◊ **Brusca, R y R. Wallerstein.** 1979. Zoogeographic patterns of idoteid isopods in the northeast pacific with a review of shallow water zoogeography of the area. *Bulletin of biological society of Washington* (3) 67-105.
- ◊ **Brusca, R.** 1980. Common intertidal invertebrates of the gulf of California. Second edition. Arizona University Press. 480p.
- ◊ **Brusca, R.** 1981. A monograph of the Isopoda Cymothoidae (Crustacea). *Of the Eastern Pacific Zoological Journal of the Linnean Society* 73 (2): 117-199.
- ◊ **Brusca, R.** 1983. The new idoteid from Baja California and the gulf of California and an analysis of the evolutionary history of the genus *Colidotea* (Crustacea: Isopoda: Idoteidae). *Transactions of the San Diego Society of natural History.* 20 (4) 69-79.
- ◊ **Brusca, R.** 1984. Phylogeny, evolution and biogeography of the marine isopod subfamily idoteinae (Crustacea: Isopoda: Idoteinae). *Transactions of the San diego Society of natural History.* 20 (7) 99-134.
- ◊ **Brusca, R y E. Iverson.** 1985. A guide to the marine isopod crustacea of pacific Costa Rica. Suplemento vol 33 de la revista de biología tropical de la Universidad de Costa Rica. 77p.
- ◊ **Brusca, R y G. Brusca.** 1990. *Invertebrates*. Sinauer associates, Inc. Massachusetts, U.S.A
- ◊ **Boesch, F.** 1977. A new look at the zonation of benthos along the estuarine gradient. *Ecology of marine benthos* (Coull B.C. Ed.) University of South Carolina press, Columbia 245-266.
- ◊ **Bunt, J. W, Williams, J. Hunter, H, Clay.** 1991. Mangrove sequencing: Analisis of zonation in a complete river system. *Marine ecology progress series* (72) 280-294.
- ◊ **Cassie, R.** 1954. Some uses of probability paper in the analisis of size frequency distributions. *N.Z. Sci* (8) 514-522.
- ◊ **Carter, R.** 1989. *Coastal Enviroments*. Academic Press, San Diego Ca, USA. 617pp.
- ◊ **Chapman, M.** 1997. Relationships between spatial patterns of benthic assamblages in a mangrove forest using different levels of taxonomic resolution. *Marine ecology progress series.* (162) 71-78.
- ◊ **Caballassi, P.** 1985. Comparación fitoplanctónica entre la bahía de mazatlán y el estero de Urías, Sinaloa, Mexico. Tesis de licenciatura UNAM ENEP Iztacala 50p.
- ◊ **Cebrián, J. Williams, J, McClelland, I, Valiela.** 1998. The dependence of heterotrophic consumption and C acumulation on autotrophic nutrient content in ecosystems. *Ecology letters* 1 (3), 165-170.
- ◊ **Conde, J.** 1989. Crecimiento reducido en el cangrejo de mangle *Aratus piisoni* (Brachyura: Grapsidae) *acta científica Venezolana.* (40) 159-160.

- ◊ Conde, J. 1991. Mass mortality in a mangrove root fouling community in a hypersaline tropical lagoon. *Biotropica* (23) 592-601.
- ◊ Crowder, B. y E. Cooper. 1979. Hábitat structure complexity and fish prey interaction in ponds; a point of view. In response of fish to habitat structure in standing water, Johnson y Stein edit. *North central division special publications* (6) 2-10.
- ◊ Daniel, W. 1990. Bioestadística, análisis para las ciencias de la salud. Editorial Limusa México.
- ◊ Davie, P. 1994. Variations in diversity of mangrove crabs in tropical Australia. *Memoirs of the Queensland museum* (36) 55-58.
- ◊ Day, E., E. Hall, B. Kemp y A. Yañez-Arancibia. 1989. *Estuarine ecology*. John Wiley & Sons interscience. USA. 427.
- ◊ Davis, W., W. Thornton, R. Levinson. 1994. Framework for assessing effects of global climate change on mangrove ecosystems. *Bulletin of marine science* (54) 1045-1058.
- ◊ Diaz, H y J. Conde. 1989. Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. *Bulletin of a marine science*. (45) 168-173.
- ◊ Downing, J. 1986. A regression technique for the estimation of the epiphytic invertebrate populations. *Freshwater biology* (16) 161-173.
- ◊ Duffy, E. y M. Hay. 1991. Food and shelter as determinants of food choice by and herbivorous marine amphipod. *Ecology* 72 (4). 1286-1298.
- ◊ Eleftheriou, A. y K. Holdich. 1980. The systematics and ecology of a new genus of isopod (Sphaeromatidae) from the west coast sandy beach of India. *Estuarine and coastal marine science* II 251-262.
- ◊ Ellison, A. y E. Farnsworth. 1990. The ecology of belizean mangrove root fouling communities. Epibenthic fauna are barriers to isopod attack of red mangrove roots. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* (142)91-104.
- ◊ Esparza, A. 1994. Biología y Ecología de dos especies de cangrejos ermitaños del género *dibanarius* (Decapoda : Anomura : Diogenidae) en Ensenada del pabellón, Sinaloa. Tesis de licenciatura, Instituto tecnológico de los mochis 95p.
- ◊ Findley, L. 1976. Ecological aspects of mangrove estuaries and their relation to human exploitation. Published results of the anthropology and ecology of Sonora. Hermosillo January 1974.
- ◊ Flores-Verdugo, F., W. Day y R. Briseño-Dueñas. 1987. Structure, litter fall, decomposition and detritus dynamics of mangroves in a Mexican coastal lagoon with an ephemeral inlet *Marine Ecology Progress Series*. 35: 83-90.
- ◊ Flores-Verdugo, F., F. González y R. Briseño-Dueñas. 1988. *Los manglares y su importancia como habitat de apoyo a pesquerías*. Inf. CRIP Mazatlán, INP. marzo: 50-67.
- ◊ Flores-Verdugo, F.J. 1989. Algunos aspectos sobre la ecología, uso e importancia de los ecosistemas de manglar. Cap. 2: 21-56. In: Rosa Vélez, J. de la y F. González Farias (Eds.). *Temas de Oceanografía Biológica en México*. Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada. 337p.
- ◊ Flores-Verdugo, F., F. González-Farías y U. Zaragoza-Araujo. 1993. Ecological parameters of the mangroves of semi-arid regions of Mexico: Important for ecosystem management. In: H. Lieth and A. Al Masoom (eds.). *Towards the rational use of high salinity tolerant plants*. Kluwer Academic Publishers, Netherlands. 1:123-132.
- ◊ Flores-Verdugo, F. 1995. Teacapán, Agua Brava y Marismas Nacionales. Boletín de Divulgación HUMEDALES. Red para la Conservación de los Humedales. Unidos para la Conservación. Agrupación Sierra Madre. 14-15 p.
- ◊ Galindo, G., C. Guerrero, L. Villagrama y U. Quezada. 1992. Contaminación por plaguicidas en almejas y camarones en dos ecosistemas costeros de Sinaloa, Mexico. *Ciencias del Mar*, Epoca, (1) 6-11.
- ◊ García-Guerrero, M. 1994. Efecto de la temperatura en la ecofisiología larval del camarón café *Penaeus californiensis* Holmes 1800. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, B.C.S. Enero de 1994. 80p.
- ◊ García Sañudo, S. 1985. Abundancia, distribución y algunas interacciones de cuatro grupos zooplanctónicos (Ctenofora, Cadóccera, Larvacea, Chaetognata) y su relación con los parámetros hidrológicos en el estero Urias, Mazatlán, Sinaloa, México.
- ◊ Gherardi, F., F. Zatteri, M. Vannini. 1994. Hermit crabs in a mangrove swamp : The structure of *Clibanarius laevimanus* clusters. *Marine biology* (121) 41-52.
- ◊ Gill, A., y P. Tomlinson. 1985. Studies on the growth on red mangrove *Rhizophora mangle*, the adult growth system. *Biotropica* (7) 145-155.
- ◊ Gocke, K., y M. Vittola. 1981. Oxygen consumption patterns in a mangrove swamp of the pacific coast of Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* vol (29)143-154.
- ◊ Gómez Noguera, S. 1993. Relaciones entre la fauna meiobentónica y los factores ambientales de la laguna ensenada del pabellón, Sin. Tesis de grado, Facultad de Ciencias UNAM, 69p.
- ◊ Gómez Noguera, S. 1998. Systematics and some data of the ecology of the harpacticoid fauna (copépoda harpacticoida) from a subtropical coastal lagoon in the south eastern gulf of California (Mexico). Thesis presented for the degree of Doctor in Sciences (Biology). Limburgs Universitair Centrum, Belguique. 162.
- ◊ Goodal, D. 1983. *Ecosystems of the world* (26) Estuaries and enclosed seas. Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 480p.

- ◊ Goodbody, I. 1961. Mass mortality of a marine fauna following a tropical rain. *Ecology* (42-1) 150-155.
- ◊ Grassle, J. y S. Woollcot. 1976. A similarity measure sensitive to the contribution of rare species and its use in investigation of variation of marine benthic communities. *Oecologia* by Springer verlag (25) 13-22.
- ◊ Guzman, H., V. Ovando, R. Brusca y P. Delaney. 1988. Aspects of the population biology of the marine isopod *Excorallana tricornis occidentalis* Richardson 1905 (Crustacea: Isopoda: Corallanidae) at Cano Island, Pacific Costa Rica. *Bulletin of marine science* 43 (1) 77-87.
- ◊ Harris, R. y P. Thuet. 1987. Physiological variability of sodium regulation on geographically separated brackish water and marine populations of *Sphaeroma* (crustacea- isopoda- flabellifera). *Elsevier Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* (106) 279-297.
- ◊ Harding, P. 1947. The use of probability paper for the graphical analysis of polymodal frequency distributions. *Papers of Wightman Mountain, London, H.M. Stationary office.* 151-153.
- ◊ Hardwick, W. y A. Mathieson. 1983. Intertidal macroalgae and macroinvertebrates: Seasonal and spatial abundance patterns along an estuarine gradient. *Estuarine and coastal shelf science* (16) 113-129.
- ◊ Hendrickx, M. 1985. Studies of the coastal marine fauna of southern Sinaloa Mexico II. The decapod crustaceans of estero el verde. *Anales del Instituto de ciencias del mar y limnología. UNAM.* 11 (1) 23-48.
- ◊ Hendrickx, M. 1992. Distribution and zoogeographic affinities of decapod crustaceans of the Gulf of California, Mexico. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History.* (20) 1-12.
- ◊ Hendrickx, M. 1995. Introducción. *Guía FAO para la identificación de las especies para los fines de la pesca. Pacífico centro oriental. Vol I. Plantas e invertebrados.*
- ◊ Hendrickx, M. y Espinosa-Perez C. 1998a. A new species of *Cassidinidea* Hansen (Isopoda: Sphaeromatidae) and first record for the genus from the eastern tropical Pacific. *Proceedings of the biological society of Washington* 111 (2) 295-302.
- ◊ Hendrickx, M. y Espinosa-Perez C. 1998b. A new species of *Excorallana* Stebbing (Crustacea Isopoda Corallanidae) from the Pacific coast of Mexico, and additional records for *E. bruscai* Delaney. *Proceedings of the biological society of Washington.* 111 (2): 303-313.
- ◊ Heredia, L. 1988. Estudio de la contaminación por plaguicidas de camarones en aguas del estero Urias, Sinaloa. Tesis de licenciatura UAS, escuela de ciencias del mar. 76p.
- ◊ Holdich, M. 1968. Reproduction, growth and bionomics of *Dynamenella bidentata* (crustacea isopoda). *Journal of Zoology of London* (156) 137-153.
- ◊ Holdich, R. 1970. The distribution and habitat preferences of the European Dynamene (Crustacea Isopoda). *Journal of natural history of London* (4) 419-430.
- ◊ Hubbard, W. 1983. Estudio de los crustáceos decápodos y moluscos en el estero de Urias, puerto de Mazatlán, Sinaloa, en relación con la presencia del mangle. Tesis profesional, Universidad de Guadalajara. 47p.
- ◊ Jasso, A., A. Meza, M. Salas. 1986. Estructura de la comunidad zooplanctónica en el canal de navegación de los esteros Urias y la Sirena, Mazatlán, Sinaloa, México. Tesis de licenciatura UAS, escuela de ciencias del Mar. 51.
- ◊ Jensen, P. 1958. The relation between body size and number of eggs in marine malacostrakes. *Medr damm fisk og havunders* (2) 19 1-25.
- ◊ Johnson, W. 1976. Biology and population dynamics of the intertidal Isopod *Cirrolana harfordi*. *Marine biology* (36) 343 - 350.
- ◊ Jones, A. 1970. Population densities and breeding in *Eurydice pulchra* y *E. affinis* in Britain. *Journal of Marine Biology of United Kingdom* (50) 635-655.
- ◊ Jones, A. 1984. Crabs of the mangal ecosystem. *Hydrobiology of the mangal.* Junk Publishers. 1ª edición.
- ◊ Jones, A. y E. Naylor. 1970. The swimming rhythm of the sand beach isopod *Eurydice pulchra*. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology* (4) 188-189.
- ◊ Jiang, X. y G. Li. 1994. An ecological study of the mollusca in mangrove areas in the estuary of the Jiulong river. *Hydrobiologia* (295) 213-220.
- ◊ Kiener, A. 1973. Les mangroves du globe. Aspects ecologiques, biocenotiques et physiologiques particuliers; mise en valeur. *Bulletin du museum national d'histoire naturelle.* 3ª serie (164) 1-7.
- ◊ Kittlein, M. 1991. Population biology of *Sphaeroma serratum*, Fabricius (Isopoda: Flabellifera) at the port of Mar del Plata, Argentina. *Journal of natural history* (25) 1449-1459.
- ◊ Kensley, B., M. Schotte. 1989. Guide to the marine isopod crustaceans of the Caribe. Smithsonian Institution press, Washington D.C. U.S.A.
- ◊ Kouwenberg, J., S. Tan, B. Snoek y S. Pinkster. 1987. Population dynamics of brackish isopod species (crustacea) in the lagoon system of Bages sigean, France. *Vie Milieu* 1987 37 (2) 105-114.
- ◊ Lankford, R. 1997. Coastal lagoons of Mexico, their origin and classification; Estuarine processes, circulation sediments and transfer in material in estuaries. Wiley Academic press, London 162-215.
- ◊ Leonardsson, K. 1991a. Spatial size variation in adult females of *Saduria entomon* (crustacea isopoda): A comparison between field observations and predictions of a life history model. *Ophelia* 34 (2) 91-104.

- ◊ Leonardsson, K. 1991b. Effects of cannibalism and alternative prey on population dynamics of *Saduria entomon* (Isopoda). *Ecology* 72 (4) 1273-1285.
- ◊ Lugo, A y S, Snedaker. 1974. The ecology of mangroves. *Ecology systems*. (5) 39-64.
- ◊ Luxmoore, R. 1982. Moulting and growth in serolid isopods. *Journal of experimental marine biology and ecology* (56) 63-85.
- ◊ Macnae, W. 1968. A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the indo pacific region. *Advances in marine biology* (6) 73-270.
- ◊ Margalef, R. 1974. *Ecología*. Ediciones Omega. Barcelona. España. 880p.
- ◊ Medina, A. 1990. Diferencias interespecificas en la talla de postlarvas de tres especies de camarones *Penaeus* (Crustacea Decapoda *Penaeidae*) en la costa sur del estado de Sinaloa. Tesis de licenciatura UNAM, Facultad de ciencias. 68p.
- ◊ Monte Lloyd, I. 1967. Mean crowding. *The journal of animal ecology*. British Ecological Society. Blackwell scientific publications. Oxford UK
- ◊ Naranjo S., J, Carballo y J, García. 1997. Relaciones entre el medio abiótico y las comunidades bentónicas marinas. Una aproximación mediante técnicas multivariantes. *Jornadas del medio ambiente dentro de la sesión de biología y medio ambiente*. Ed. Universidad de Cádiz. España.
- ◊ Odum, W. y E, Heald. 1988. The detritus based food-web of an estuarine mangrove community. *Estuarine research, volume I, Chemistry, biology and the estuarine system*. Edited by Eugene Cronin. 264-283.
- ◊ Orihuela, B., H, Diaz y J, Conde. 1991. Mass mortality in mangrove root fouling community. *Biotropica* 23 (4b) 592-601.
- ◊ Páez, F., S, Guerrero, C, Ruíz y A, Espinoza. 1997. Fluxes and mass balances of nutrients in a semi intensive shrimp farm in north western México. *Marine pollution bulletin Elsevier science Ltd*. vol 34 (5) 290-297.
- ◊ Páez, F., S., Guerrero y C, Ruíz. 1997. The environmental impact of shrimp aquaculture and the coastal pollution in México. *Marine pollution bulletin*. Elsevier science Ltd. vol 35 (5) 290-297.
- ◊ Páez, F., S., Guerrero y G y C, Ruíz. 1998. Discharge of nutrients and shrimp farming to coastal waters of the Gulf of California. *Marine pollution bulletin Elsevier science Ltd*. vol 38 (5) 290-297.
- ◊ Passano, C. 1960. Moulting and its control. *The physiology of crustacea, vol I Metabolism and growth*. Academic press. New York USA 476-536.
- ◊ Pastén, N. 1988. Composición, abundancia y variación del fitoplancton del estero Urias, Sinaloa, Tesis de Licenciatura UAEM. Escuela de biología 70p.
- ◊ Peraza, R. 1985. Transporte litoral de arenas en las playas de la costa sur del estado de Sinaloa. Tesis de maestría UNAM UACyP CCH ICMYL 57p.
- ◊ Pérez, R. 1995. Crecimiento, alimentación y desarrollo gonadal de dos especies de peces demersales dominantes de la plataforma continental del sur de Sinaloa, México. Tesis de maestría UNAM UACyP CCH ICMYL 84p.
- ◊ Perry, D. 1988. Effects of associated fauna on growth and productivity in the red mangrove. *Ecology* 69 (4) 1064-1075.
- ◊ Perry, D. y R, Brusca. 1989. Effects of root boring isopod *Sphaeroma peruvianum* on red mangrove forests. *Marine Ecology Progress Series*. (57) 287-292.
- ◊ Petridis, D. 1990. Influence of grass carp and tench on the ecology of *Asellus aquaticus*. *Hidrobiologia* (1) 118 105-124.
- ◊ Placencia, H. 1993. Contribución al conocimiento de las comunidades de peces asociados a los fondos blandos de la plataforma continental del sur de Sinaloa. Tesis de licenciatura. UNAM, Facultad de Ciencias. 200p.
- ◊ Priego, B. 1985. Contribución al conocimiento de la composición fitoplanctónica del estero de Urias, Sinaloa. Tesis de licenciatura UAG, escuela de biología. 62p.
- ◊ Quintana, J. 1990. Algunos aspectos de la epibiosis de raíces de mangle *Rhizophora mangle* de la laguna de la restinga. Reporte de investigación de la Universidad Autónoma Metropolitana.
- ◊ Rajendran, N. y K, Kathiresan. 1996. Effect of effluent from a shrimp pond on shoot biomass of mangrove seedlings. *Aquaculture research* (27) 745-747.
- ◊ Reyes, R. y N, Campos. 1992. Macro invertebrados colonizadores de raíces de *Rhizophora mangle* en la bahía de chengue, caribe Colombiano. *Anales de investigación marina de punta betin*. (21) 101-116.
- ◊ Ribi, G. 1981. ¿Does the wood boring isopod *Sphaeroma terebrans* benefit red mangroves *Rhizophora mangle*?. *Bulletin of Marine Science* (3) 4 925-928.
- ◊ Richards, D., y L, Mann. 1967. Mean crowding *The journal of animal ecology* editions. British Ecological Society and Blackwell scientific publications. U.S.A.
- ◊ Richardson, H. 1905. *Isopods of North America, a monograph*. Washington government printing office. USA
- ◊ Robles, M. 1986. Determinación de los niveles de contaminación fecal y materia orgánica en el estero de Urias, mazatlán, Sinaloa. Tesis de licenciatura UAG, escuela de Biología. 130.

- ◊ **Rodríguez, A. y Drake, P. 1992.** First records of *Paracerceis sculpta* (Holmes 1904) and *Paradella dianae* (Menziés 1962) (Isopoda Sphaeromatidae) at the atlantic coast of Europe. *Crustaceana* 63 Notes and news 94-97.
- ◊ **Ruelas, J. 1998.** *Balanos* (*balanus eberneus*, *Fistulobalanus dentivarians* y *Megabalanus coccopoma*) como biomonitores de la contaminación por metales pesados en las aguas del puerto de Mazatlán, Sinaloa. Tesis de grado UACPyP UNAM. México. 88p.
- ◊ **Santhakumari, V. 1991.** Destruction of mangrove vegetation by *Sphaeroma terebrans* along Kerala coast. *Fishery technology* (28) 28-32.
- ◊ **Salazar Vallejo, S. y N, González. 1993.** Biodiversidad marina y costera de México. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO) y Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). México 865.
- ◊ **Salgado Barragán, J. 1993.** Caracterización de las comunidades de macromoluscos y crustáceos decápodos del sistema lagunar de ensenada de pabellón, Sinaloa. Composición, taxonomía, diversidad, abundancia y distribución. Tesis de grado UNAM México. 96p.
- ◊ **Schrijvers D., M, Van Gansbeke y K, Vinx. 1994.** Macrobenthic infauna of mangroves and surrounding beaches at Gazi bay, Kenya. *Hydrobiologia* 306 53-66.
- ◊ **Schmidt Nielsen, K. 1991.** Animal physiology, adaptation and environment. 4ed. Cambridge University press. USA.
- ◊ **Schultz, G. 1973.** How to know about the marine isopod crustaceans. WCM Brown company publishers. Hampton, New Jersey, U.S.A.
- ◊ **Schütz, L. 1963.** Die beziehung zwischen Embryonenzahl und korpergroose der weibchen einiger peracarida aus dem nord-ostsee kanal. *Zoology Ans* (171) 291-302.
- ◊ **Shafir, A. 1980.** Population dynamics of the isopod *Cirolana imposita*, Barnard, in a kelp bed. *Crustaceana* 39 (2) 187-196.
- ◊ **Sheldon, B. y C, Bowen. 1978.** An underwater survey method for estimating submerged macrophyte population density and biomass. *Aquatic botany* (4) 65-72.
- ◊ **Sheridan, F. 1992.** Comparative hábitat utilization by estuarine macrofauna within the mangrove ecosystem of Rookery bay, Florida. *Bulletin of marine science.* 50 (1) 21-39.
- ◊ **Sheridan, F. 199/.** Benthos of adjacent mangrove, seagrass and non vegetated habitats in Rookery bay, Florida. *Estuarine coastal and shelf science.* (44) 455-469.
- ◊ **Snedaker, S. 1988.** Mangroves, isopods and the ecosystem. *Science* (183) 1036-1037.
- ◊ **Snedaker, S. y E, Lugo. 1977.** Structure of mangrove forest in Florida, Puerto rico, Mexico and Costa Rica. *Biotropica* (9) 3 195-212.
- ◊ **Stebbins, T. 1988.** Observations and experiments on the natural history and behavior of the comensal isopod *Colidotea rostrata* (Benedict 1898) (Isopoda: Idoteidae). *Journal of crustacean biology* (8) No. 4 539-547.
- ◊ **Stebbins, T. 1989.** Population dynamics and reproductive biology of the comensal isopod *Colidotea rostrata* (Crustacea: Isopoda: Idoteidae). *Marine biology* (101) 329-337.
- ◊ **Smith, T., K, Boto, D, Stewart y G, Frusher. 1991.** Keystone species and mangrove forest dynamics: The influence of burrowing by crabs on soil nutrient status and forest productivity. Contribution # 537 of Australian institute of marine science.
- ◊ **Sokal, R. y J, Rohlf. 1966.** Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. W.H. Freeman y Co. San Francisco USA.
- ◊ **Sutherland, P., 1980.** Dynamics of ephybentic community on roots of the mangrove *Rhizophora mangle* at Bahia de buche, Venezuela. *Marine biology* (58) 75-84.
- ◊ **Tam, N., y Y, Wong, 1998.** Litter production and descomposition in a subtropical mangrove swamp receiving wastewater. *Journal of experimental marine biology and ecology.* (226) 1-18.
- ◊ **Taylor, A., P, Moore. 1995.** The burrows and physiological adaptations to burrow lifestyle of *Natatolana borealis* (Isopoda: Cirolanidae). *Marine Biology* (123) 805-814.
- ◊ **Villalba, A. 1986.** Descripción general del estero Urias, Mazatlán, Sinaloa. *Revista de Ciencias del Mar, Universidad Autónoma de Sinaloa.* Epoca 1 año 2 no. 8. 32-37.
- ◊ **Wada, K., A, Komiyama, O, Kazuhiko. 1987.** Underground vertical distribution of macrofauna and root in a mangrove forest of southern thailand. *Publications of Seto Marine biology laboratory.* 32 (4) 329-333.
- ◊ **Waterman, T. 1960.** *The physiology of crustacea. (I). Metabolism and growth.* Academic press, New york USA.
- ◊ **Wenner, A. 1985.** Factors in adult growth. University of California editions. 101-123.
- ◊ **Wilkinson, M. 1980.** Estuarine benthic algae in their environment a review. The shore environment ecosystems volume 2. Academic press. New York 425-486.
- ◊ **Williams, W. 1983.** On the ecology of *Haloniscus searlei* (Isopoda oniscoidea), an inhabitant of Australian salt lakes. *Hydrobiologia* (105) 137-142.
- ◊ **Yong, J., y Y, Yun Sung. 1988.** Ecological study of isopod crustaceans in surfgrass beds around Tongbacksung, Haeundae Pusan. *Ocean research* 10 (1) 23-31.
- ◊ **Zar, J. 1974.** Biostatistical analysis. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, U.S.A.