



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

RIQUEZA ESPECIFICA Y ABUNDANCIA DE LA
MACROFAUNA BENTICA ASOCIADA A PASTIZALES
MARINOS EN LA LAGUNA ARRECIFAL DE
PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO, MEXICO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A

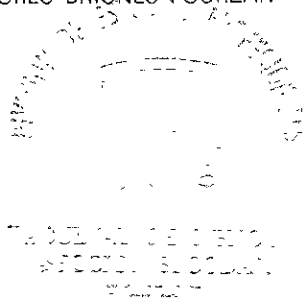
JULIAN JAIME ESTRADA OLIVO



DIRECTOR DE TESIS: DRA. PATRICIA DOLORES BRIONES-FOURZAN

2000

1999



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
P r e s e n t e

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:
Riqueza específica y abundancia de la macrofauna béntica asociada a pastizales
marinos en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo, México.

realizado por Julián Jaime Estrada Olivo

con número de cuenta 8413978-4 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis
Propietario Dra. Patricia Dolores Briones Fourzán

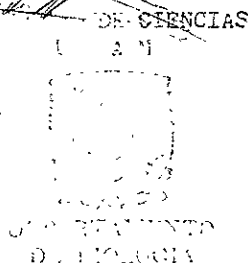
Propietario Dr. Enrique Lozano Alvarez

Propietario Biól. Ana Margarita Hermoso Salazar

Suplente M. en C. Jorge Luis Hernández Aguilera

Suplente M. en C. Fernando Negrete Soto

Consejo Departamental de Biología
Edna María Suárez Díaz
Dra. Edna María Suárez Díaz



Agradecimientos

Quiero agradecer a las personas por todo el apoyo y amistad que brindaron ya sea de manera directa o indirecta.

A mis sombrinas: Tania , Mariana y Fernanda

A la banda de Puerto Morelos.

A Paty Rangel " Pato" , Surya, Rosa Loreto "Ross"

Luis, Ricardo, Daniel, Robert, Daniella, Mario, McClaus, Gaby, Gerardo, Claudia, Angel. . y los demás

A los trabajadores de la estación , que ahora después de varios años ya no me acuerdo de todos sus nombres, Judith, Marcy, Eutimio, Santos, etc. pero que agradezco su amistad

A Dr. Edgar Heimmer por su amista y apoyo

A la banda de la ciudad.

Lorena, Eyra, Alicia, Armando, Toño, Cesár, Víctor, Jabel, los pajarracos Laura y Esteban y a todos los demás que mi memoria, ya bastante deteriorada no me permite recordar

Agradezco a los Biól. Lorena López, Eyra Cornejo, Ricardo Rangel por su apoyo en la edición de este trabajo.

Al Biól. Eric Cadena por la identificación de parte de la colección de crustáceos

Al Biól. Aquiles Bernal por facilitarme equipo de computo para terminar este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis Dr. Patricia D. Briones Fourzán

Por su apoyo y confianza

A los sinodales:

Dr. Enrique Lozano Alvarez

M. en C. Fernando Negrete Soto

M. en C. Jorge Luis Hernandez Aguilera

Biól. Margarita Hermoso Salazar

Por sus comentarios y consejos tan valiosos en la revisión de este trabajo.

De manera especial quiero agradecer al Biól. Efraín Tovar Sánchez por sus valiosos comentarios y observaciones para el término de este trabajo.

Quiero agradecer también de manera especial al M. en C. Fernando Negrete Soto por todo el apoyo que me brindó tanto en campo, como en laboratorio, para la realización de esta tesis.

A la Instituto de Ciencias del Mar y Limnología-UNAM Estación Puerto Morelos, por el apoyo logístico.

A CONACYT quien por medio del proyecto de investigación "Funcionamiento de refugios artificiales para langosta y su impacto en hábitats de pastizal marino en la laguna arrecifal de Puerto Morelos", clave 1171-N apoyo la realización de este trabajo.

RESUMEN

Se realizó un estudio de la riqueza específica y la abundancia de la macrofauna béntica asociada a pastizales marinos dominados por *Thalassia testudinum* (Banks ex König) en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Q R , durante el mes de junio de 1995. Se seleccionaron cinco estaciones de muestreo en la laguna. En cada una de ellas, se llevaron a cabo diez arrastres diurnos y diez nocturnos de 1 min de duración, con una red tipo Colman-Sea Grove denominada comúnmente "Red de patín", con luz de malla de 1 mm.

Se obtuvieron 181 especies de fauna béntica, correspondientes a los siguientes grupos taxonómicos: crustáceos, moluscos, peces, equinodermos, esponjas y gusanos. Los tres últimos se agruparon en una entidad llamada "miscelánea", debido a su escasa presencia en las muestras. Los grupos se determinaron hasta el taxon más bajo posible. Se encontró que la fauna asociada a la vegetación de pastos marinos tiende a tener unas cuantas especies dominantes, algunas con dominancias intermedias y la gran mayoría con pocos individuos. En el caso de los crustáceos, algunas especies se encontraron solamente en los muestreos nocturnos.

Para el análisis de la comunidad se utilizaron índices de riqueza específica, equitatividad y diversidad; éstos sólo se aplicaron a los crustáceos y moluscos, que fueron los grupos más abundantes tanto en las muestras diurnas como en las nocturnas. Los crustáceos presentaron índices de diversidad mayores en el día que en la noche en dos estaciones, y la situación inversa en las otras tres. En contraste, los moluscos presentaron mayores índices de diversidad en la noche en cuatro de las cinco estaciones. Esto se explica en términos del comportamiento diferencial de las especies y de la heterogeneidad espacial en la laguna arrecifal.

Se estimó el tamaño mínimo de muestra para crustáceos y moluscos en la laguna arrecifal, encontrando que para obtener un 90% de las especies recolectadas son necesarios ocho arrastres con la red de patín por estación de muestreo, tanto en muestreos diurnos como nocturnos.

INTRODUCCIÓN

La comunidad biológica es un conjunto de poblaciones de especies que coexisten en espacio y tiempo (Begon *et al* 1990). Uno de los rasgos más característicos de una comunidad biológica es su diversidad, esto es, el tipo de especies presentes y su composición numérica (Sanders 1968). El estudio de comunidades plantea dificultades metodológicas, debido a las diferencias en tamaños, hábitos y densidades en las que se presentan los diferentes componentes de una comunidad. Por tanto, cualquier método de muestreo presenta sesgos y por definición es una representación incompleta de la comunidad, particularmente en el caso de insectos y otros artrópodos, en donde los conteos de especies no pueden ser completos (Krebs 1985). De esta manera, Lambshead *et al.* (1983) propusieron el concepto de "conjunto" ("assemblage" en inglés) definiéndolo como "aquello que resulta de un muestreo adecuado de todos los organismos de una categoría específica encontrados en el mismo sitio" (Magurran 1988).

Los pastizales marinos son uno de los biotopos más conspicuos y extensos en los ambientes marinos someros en el mundo (Kikuchi & Pérès 1977), además de contarse entre los ecosistemas más productivos en zonas oligotróficas (Zieman 1982). Son, también, componentes importantes de ambientes estuarinos (Heck & Orth 1980) y cumplen diversas funciones en las áreas costeras (Nybakken 1988), proporcionando una matriz para diversos conjuntos de organismos (Livingston 1984). Entre sus atributos más importantes se encuentran el de servir como proveedor de alimento,

espacio y refugio contra depredadores (Hooks *et al.* 1976, Heck & Westone 1977, Heck & Orth 1980, Heck & Thoman 1984, Virstein & Howard 1987a, 1987b; Nienhuis *et al.* 1989, Edgar 1990, Schneider & Mann 1991a), así como el brindar un sustrato de asentamiento y crecimiento para diversas especies bénticas (Hook *et al.* 1976, Heck & Orth 1980, Stoner 1980, Valentine & Heck 1993), y un sustrato de fijación para epibiontes (Heck & Orth 1980), siendo también un importante estabilizador de sedimentos (Heck & Orth 1980, Nienhuis 1984, Edgar 1990).

En los pastizales marinos de las costas del Mar Caribe, la especie dominante y principal contribuyente en la producción primaria es, por lo general, *Thalassia testudinum* (Banks ex König), (Buesa 1974, van Tussenbroek 1995). Los pastizales de *T. testudinum* exhiben varios grados de complejidad estructural en áreas relativamente pequeñas (Heck & Westone 1977), por lo que soportan altas densidades de fauna y una gran riqueza de especies, en comparación con áreas adyacentes desprovistas de vegetación (Stoner 1980, Lewis & Stoner 1983, Orth *et al.* 1984, Livingston 1984, Schneider & Mann 1991b, Valentine & Heck 1993).

Entre los organismos marinos cuyas postlarvas se asientan en zonas de pastizales marinos se encuentra la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804), un crustáceo decápodo de gran importancia comercial en el área del Caribe. En el estado de Quintana Roo, en la costa caribeña de la Península de Yucatán, *P. argus* representa uno de los principales recursos pesqueros (Briones-Fourzán 1993; Lozano-Álvarez *et al.* 1993; Briones & Lozano 1994).

Esta langosta presenta una fase larvaria oceánica de larga duración, después de la cual la postlarva (llamada puerulo) debe encontrar un tipo de fondo que le permita

vivir protegida, prefiriendo fondos cubiertos de vegetación marina donde encuentran gran cantidad de alimento en la forma de pequeños moluscos, crustáceos y gusanos marinos. Poco tiempo después de su asentamiento (aproximadamente cuatro meses), los juveniles adquieren hábitos gregarios reuniéndose en refugios comunes como un mecanismo de defensa contra sus enemigos naturales (Herrnkind *et al* 1994). Este atributo es aprovechado por pescadores en algunas regiones de Quintana Roo, quienes utilizan refugios artificiales llamados "casitas" en la pesquería de *P. argus* (Briones *et al.* 1994). Esta técnica de captura es muy exitosa, pero se desconoce en gran medida el impacto que pudiera tener la colocación masiva de estas estructuras en la comunidad béntica (Lozano-Álvarez *et al.* 1991b).

Por estas razones, la Estación Puerto Morelos del ICMyL-UNAM llevó a cabo, con el apoyo del CONACYT, un proyecto de investigación denominado "Funcionamiento de refugios artificiales para langosta y su impacto en hábitats de pastizal marino en la laguna arrecifal de Puerto Morelos" en el cual se investigan aspectos de la ecología de *Panulirus argus* en pastizales marinos, así como los mecanismos de funcionamiento de las casitas y los efectos de estos refugios artificiales en el bentos.

El presente trabajo de tesis forma parte de dicho proyecto de investigación, abordando algunos de sus objetivos particulares, tales como el conocimiento de algunas características de la comunidad de organismos bénticos de los pastizales marinos que son utilizados como alimento por los juveniles de la langosta *P. argus*.

ANTECEDENTES

Las comunidades de pastizal marino han sido sitio de gran interés para muchos investigadores, quienes se han dado a la tarea de explicar la dinámica de este ambiente y la manera en que interactúan sus distintos componentes.

De este modo, algunos trabajos realizados en áreas de pastizal marino han mencionado que la riqueza de especies y abundancia de macroinvertebrados benthicos esta íntimamente asociada a la biomasa de las macrofitas (Livingston 1976, Heck & Westone 1977, Stoner 1980, Lewis & Stoner 1983, Stoner & Lewis 1985, Nienhuis *et al.* 1989, Schneider & Mann 1991a) y a su complejidad estructural (Hooks *et al.* 1976, Brook 1978, Heck & Orth 1980, Orth *et al.* 1984, Stoner & Lewis 1985, Bell & Westoby 1986a, 1986b, Virstein & Howard 1987a, 1987b, Edgar 1990, Ansari *et al.* 1991, Schneider & Mann 1991b) Otros trabajos comparan la riqueza de especies entre zonas de pastos con atributos diferentes (Heck 1977, Virstein & Howard 1987a, 1987b) y en distintas latitudes (Heck 1979)

Existen también estudios sobre la influencia que tienen los depredadores en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados en zonas de vegetación marina (Young & Young 1977, Orth *et al.* 1984) y la importancia de los pastos como refugio para poblaciones de peces y crustáceos. Por otro lado, se han evaluado las fluctuaciones diarias (Livingston 1976, Greening & Livingston 1982) y estacionales (Livingston 1976) en el número de especies, individuos, composición, distribución y abundancia relativa de las especies

Estos trabajos se han llevado a cabo en diversas regiones del mundo, y muchos de ellos en el mar Caribe, pero ninguno se ha realizado en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Q. R. En esta localidad, se pueden citar algunas investigaciones sobre ciertos componentes de la fauna béntica, tales como el estudio sistemático de esponjas (Gómez-López & Green 1984), algunos aspectos poblacionales de la langosta *Panulirus guttatus* en el arrecife frente a Puerto Morelos (Negrete-Soto 1988); aspectos reproductivos del caracol *Cyphoma gibbosum* (Pizaña-Alonso 1994); patrones del reclutamiento de postlarvas de la langosta *Panulirus argus* (Briones-Fourzán 1994) y sus implicaciones pesqueras (Briones-Fourzán 1993), así como aspectos de la distribución, ecología (Lozano-Álvarez *et al.* 1991), pesquería (Padilla-Ramos & Briones-Fourzán 1997), y alimentación de juveniles (Castañeda-Fernández 1998) de *P. argus* en el área de Puerto Morelos. También existen algunos trabajos sobre la estructura comunitaria de corales escleractinios (Jordán-Dahlgren 1979, 1989b, 1993; Rodríguez-Martínez 1993) y gorgonáceos (Jordán-Dahlgren 1989a).

En lo referente a la vegetación del área marina de Puerto Morelos, se cuenta con un estudio sistemático de las algas coralinas (León-Tejera 1980) y sobre algunas variaciones espacio-temporales de algas bénticas (Gómez-Pedroso 1987), así como con una serie de publicaciones sobre la biomasa, densidad y recuperación de pastizales marinos elaboradas por Van Tussenbroek (1994a, 1994b, 1994c 1995) y Reyes-Zavala (1998). Este último trabajo se llevó a cabo simultáneamente con la presente investigación.

En áreas cercanas a Puerto Morelos, López-Rivas (1994) realizó un estudio de los gasterópodos asociados a pastos marinos en el Sistema Lagunar Nichupté, y

Chace (1972) y Markham *et al* (1990) registraron los crustáceos bénticos en diversas localidades de la costa de Quintana Roo

En otras regiones geográficas cercanas a la del presente estudio, se pueden citar algunos trabajos relacionados como el de Solís-Weiss & Carreño (1986), en el cual se analizan los resultados de un estudio prospectivo de comunidades macrobénticas asociadas a praderas de *Thalassia testudinum* en la Laguna de Términos, Campeche, y el de Lalana *et al* (1987), quienes realizaron un estudio ecológico cuantitativo y cualitativo del macrobentos en la Isla de la Juventud, Cuba, como parte del estudio de la ecología de la langosta *Panulirus argus*

ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevó a efecto en la laguna arrecifal frente a Puerto Morelos, en el estado de Quintana Roo, en la costa del Caribe de la Península de Yucatán.

Puerto Morelos se ubica en la porción norte de dicho estado, a los 20°51' N y 86°55' W (van Tussenbroek 1995) (Fig. 1). Presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano del tipo Aw1(x')(r')g, según la clasificación climática de Köppen modificada por García (1964). La región está influenciada por los vientos alisios dominantes en dirección E-W, que ocasionalmente son desviados al SE-NW. Se encuentra en la ruta de numerosas tormentas tropicales y huracanes. Durante el invierno, predominan los vientos del norte, generados por masas de aire continental polar (llamados comúnmente "nortes") (Merino & Otero 1991).

La característica geomorfológica principal del medio marino en esta zona es el arrecife coralino de tipo barrera, que se extiende de manera más o menos paralela a la costa, a una distancia de 350 a 1600 m. El espacio entre el arrecife y la costa lo conforma una laguna arrecifal, en la cual existen algunos arrecifes internos de parche (Jordán-Dahlgren 1993), y que presenta una vegetación de pastos marinos, donde la especie dominante es *Thalassia testudinum*, acompañada de *Syringodium filiforme* (Kützinger), así como algas rizofíticas y calcáreas que crecen en un suelo grueso de carbonato (van Tussenbroek 1995). La profundidad de la laguna arrecifal varía entre 2 y 8 m (Merino y Otero 1991).

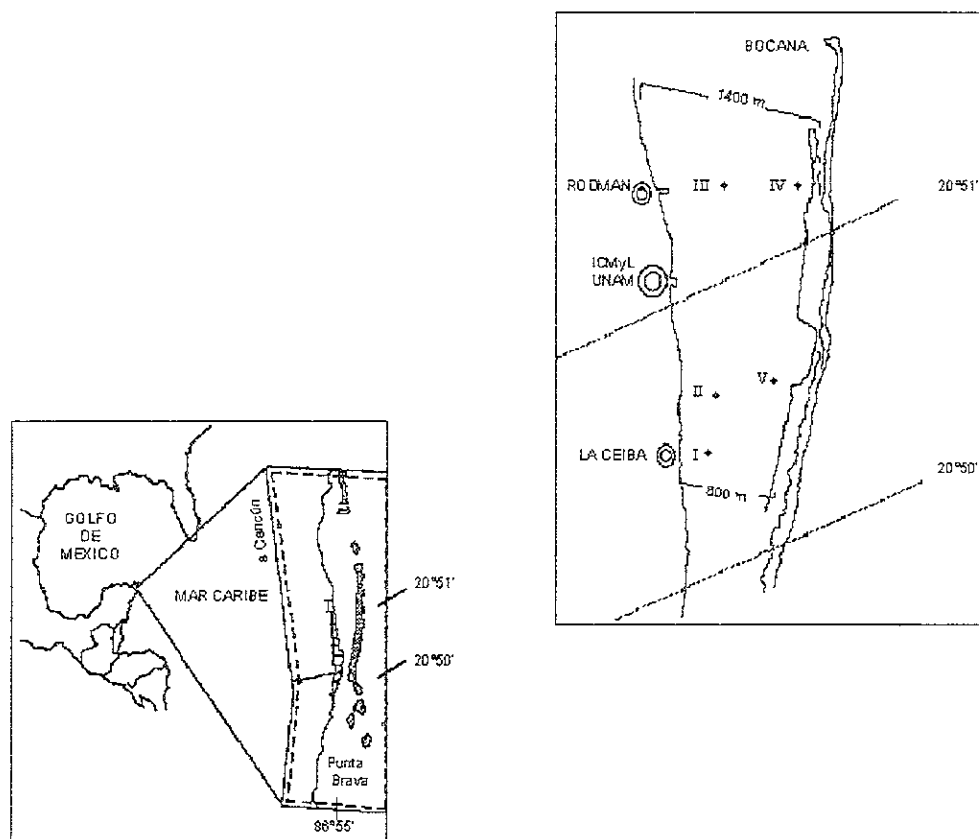


Figura 1 Ubicación del área de estudio, Puerto Morelos, Q. Roo

La barrera arrecifal disipa la fuerza de las olas que rompen en ella, por lo que la laguna arrecifal presenta un oleaje bajo, con una altura media de 14 cm y períodos medios de 2 s. Las velocidad promedio de las corrientes es de 10 cm/s, pudiendo alcanzar valores máximos de 50 cm/s en las bocas del arrecife. La dirección de la corriente varía entre N-NE y S-SW (es decir, en dirección paralela a la costa), debido probablemente a la topografía submarina y la dirección de los vientos dominantes. El régimen de mareas es mixto y semidiurno, con dos pleamares y dos bajamares diarias. La temperatura media del agua es de 27 °C, con una mínima de 24.9°C y una máxima de 30.5° en promedio (Merino & Otero 1991).

La salinidad del agua en la laguna arrecifal oscila entre 34.9 y 36.5 ‰ y la concentración del oxígeno disuelto tiene un valor medio de 4.99 ml/l. El pH varía entre 7.87 y 8.30 (Merino y Otero 1991).

Dentro de la laguna arrecifal de Puerto Morelos, el área del presente estudio quedó delimitada al norte por el Astillero Rodman y al sur por el hotel La Ceiba (Fig.1). La distancia entre Rodman y La Ceiba es de 2,600 m, y la anchura de la laguna entre estos límites varía de 1,400 m al norte a 800 m al sur. Esta área se dividió, a su vez, en dos: la mitad hacia el norte (parte norte) y la mitad hacia el sur (parte sur), con el objeto de estudiar y comparar la fauna béntica en estaciones de muestreo con características similares en ambas mitades.

METODOLOGÍA

En un estudio preliminar sobre las características y la vegetación marina de la laguna de Puerto Morelos, Ruiz-Rentería *et al.* (en prensa) consideran tres zonas en la laguna arrecifal:

- a) La franja costera, con una anchura de 20 a 50 m, donde domina alguna de las dos especies de pastos marinos: *Thalassia testudinum* (peso seco donde domina de 25-45 g/m² y donde no de 20-30 g/m²) o *Syringodium filiforme* (peso seco donde domina de 100-160 g/m² y donde no de 5-20 g/m²).
- b) La zona de la laguna media, con una anchura de 200 a 1000 m, que presenta una densidad alta de *T. testudinum* (peso seco 50-80 g/m²), mezclada con *S. filiforme* (peso seco 2-5 g/m²).
- c) La zona del arrecife posterior, con una anchura de 100 a 300 m, en la cual *T. testudinum* tiene una densidad menor y presenta dos formas: una corta, con longitud de hoja de 9-10 cm y peso seco de 15-30 g/m², y otra larga, con longitud de hoja de 13-15 cm y peso seco de 30-55 g/m², y donde por lo general no se encuentra *S. filiforme*.

Aunque *T. testudinum* presenta alta densidad en la parte media de la laguna, su densidad es más baja en la parte sur del área de estudio, siendo el alga rizofítica *Lobophora variegata* (Lamouroux) la vegetación dominante, con un peso seco máximo de 100 g/m², Ruiz-Rentería *et al.* (en prensa).

Estaciones de muestreo

Puesto que el principal objetivo del presente trabajo es el estudio de la fauna béntica de fondos cubiertos con vegetación marina, se seleccionaron las siguientes estaciones de muestreo (Fig. 1).

- **Estación I (parte sur):** Localizada en la laguna media, en una zona densamente poblada por la macroalga feofita *Lobophora variegata*, fija en algunos casos sobre *Avrainvillea* spp. , con una cobertura de 100%. Adicionalmente, presenta *Thalassia testudinum* de densidad media en agrupamientos junto con *Syringodium filiforme*. Se encuentran también varios tipos de algas como *Halimeda incrassata*, *H. monile*, *H. tuna*, *Rhypocephalus phoenix*, *Penicillus capitatus*, *P. dumetosus*, *Avrainvillea nigricans*, *A. longicaulis* y *Udotea flabellum*. Aunque se buscó un lugar con características similares en la parte norte, no se encontró ninguna, por lo que esta estación no tiene contraparte en dicha parte. La profundidad promedio es de 3 m.
- **Estación II (parte sur):** Localizada en la laguna media. Vegetación dominante compuesta por *T. testudinum* en agrupamientos densos, acompañada por *S. filiforme*. Otras algas presentes en esta estación incluyen *L. variegata* , *Halimeda* spp. , *Penicillus* spp, *Rhypocephalus* sp. , *Dictyota* sp. , *Avrainvillea* spp. El fondo es arenoso con restos de *Halimeda* spp. La profundidad promedio es de 3 m.
- **Estación III (parte norte):** Localizada en la laguna media. Vegetación dominante compuesta por *T. testudinum* en agrupamientos densos, acompañada por *S. filiforme*. Otras algas presentes en esta estación incluyen *L. variegata* , *Halimeda*

spp., *Penicillius* spp, *Rhipocephalus* sp., *Dictyota* sp., *Avrainvillea* spp El fondo es arenoso con restos de *Halimeda*; la vegetación dominante y características son similares a la estación II. Profundidad promedio de 3.5 m.

- **Estación IV (parte norte):** Localizada en arrecife posterior. La vegetación dominante está constituida por *T. testudinum*, pero de tamaño más corto y de una menor densidad que en las anteriores estaciones, dejando expuesto el fondo marino. Se encuentran también, menos abundantes, *S. filiforme*, *Halimeda* spp., *Penicillius* spp., *Rhipocephalus* sp., *L. variegata*. En mayor abundancia se presenta *Dictyota* sp. En esta zona existen algunos cabezos de coral aislados, así como corales blandos de diversas especies y gran cantidad de fragmentos de coral. La profundidad promedio fue de 4 m.
- **Estación V (parte sur):** Localizada en el arrecife posterior, es similar a la estación IV, con *T. testudinum* escasa, junto con *S. filiforme*, dejando igualmente expuesto el fondo. Los otros tipos de algas son también los mismos que en la estación IV, pero con mayor abundancia de *Avrainvillea* spp. Se observan pequeñas colonias de corales escleractinios *Montastrea* spp. y *Porites* sp. El fondo es arenoso, con restos de *Halimeda* sp, en algunos casos cubierto con esponjas. La profundidad promedio es de 3 m.

Tipo de muestreo

En cada una de las estaciones, se realizaron muestreos con una red tipo Colman-Sea Grove, con luz de malla de 1 mm, diseñada para colectar fauna móvil sobre el sustrato o entre las hojas de la vegetación béntica. Esta red no penetra en el

sedimento por lo cual se le nombra comúnmente "Red de Patín" (Solís-Weiss & Carreño 1986).

La mayoría de los macroinvertebrados que habitan en pastizales marinos tienen actividad predominantemente nocturna; por tanto, si solamente se realizan muestreos diurnos se pueden obtener resultados sesgados sobre las especies que componen la comunidad de macroinvertebrados (Kikuchi & Pérès 1977, Greening & Livingston 1982). De igual manera, el número de individuos capturados en la noche suele ser significativamente mayor que durante el día (Heck 1977). Por tanto, se efectuaron muestreos de día y de noche

Los muestreos se llevaron a cabo durante el mes de junio de 1995. En cada estación, se realizaron diez arrastres diurnos y diez nocturnos. Los arrastres tuvieron una duración de 1 min , a una velocidad de 1.6 a 2 nudos, por lo que en general cubrieron una distancia de entre 50 y 60 m. Los muestreos diurnos se efectuaron entre las 11:00 y 14:00 h y los nocturnos entre las 19:00 y 21:00 h. Durante el arrastre, un buzo con equipo autónomo vigiló la operación de la red para evitar cualquier obstáculo que interfiriera con su funcionamiento. Las muestras se colocaron de manera individual en bolsa de plástico y se congelaron para su posterior procesamiento en laboratorio.

Procesamiento de las muestras en laboratorio

Cada muestra se colocó sobre dos tamices de 1 y 0.5 mm de luz de malla, quedando el de malla más grande en la parte superior y el de malla más pequeña en la parte inferior. Las muestras se lavaron sobre los tamices. Los organismos se separaron

de forma manual, en los siguientes grupos crustáceos, moluscos, peces y misceláneos. En este último grupo se reunieron los taxa poco abundantes, que incluyeron equinodermos, esponjas y gusanos. Los organismos ya separados en taxa se fijaron en etanol al 70% para su posterior identificación hasta el taxon más bajo posible. Una vez separados e identificados, se procedió a cuantificarlos

Para la identificación y determinación taxonómica de los organismos recolectados se consultó la siguiente bibliografía: para crustáceos a Rathbun (1925, 1930), Barnard (1969), Schultz (1969), Bowman & Abele (1982) y Williams (1984). Para moluscos, Keen (1971) y Morris (1975) Para peces, Moyle (1988). Para el resto de los grupos se consultó a Barnes (1989). Se solicitó también la ayuda de especialistas para la identificación de algunos organismos.

Estimación de índices de diversidad

Para describir a la comunidad béntica asociada a pastizales marinos de cada estación se determinó la riqueza específica, el índice de diversidad, y equitatividad. Puesto que diversos índices tienen diferentes ventajas y desventajas, se utilizaron los índices de Shannon-Weaver y equitatividad. (Livingston 1976, Magurran 1988)

El índice de Shannon-Weaver supone que todos los individuos son muestreados aleatoriamente de una muestra infinita y, además, que todas las especies están representadas en la misma (krebs 1985, Magurran 1988) Su expresión es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$

donde H' = contenido de información de la muestra (bits/individuo)

= índice de diversidad de la especie

p_i = proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i

a partir de este índice se puede obtener la equitatividad (J') de la comunidad

$$J' = H' / H'_{\max} = H' / \log S = \frac{H'}{\sum_{i=1}^s I / S \log I / S}$$

El índice de Shanon-Weaver permite calcular su varianza, lo que a su vez es útil para realizar comparaciones entre muestras. En el presente estudio, se realizó una prueba de t de Student para establecer si en una misma estación de muestreo existían diferencias significativas entre el día y la noche tanto en el grupo de crustáceos como en el de moluscos.

Estimación del tamaño mínimo de muestra

Un objetivo adicional de este estudio es estimar el tamaño mínimo de muestra necesario para obtener una muestra representativa de las especies registradas en el área, con el fin de efectuar futuras comparaciones espaciales y temporales (estacionales o interanuales).

La estimación del tamaño mínimo de muestra se obtuvo por medio de una curva especie-área (Krebs 1985) donde se comparó la aparición de especies nuevas contra el número de arrastres efectuados en cada muestreo, estimándose así la cantidad de arrastres necesarios para conseguir una muestra con el 80% y el 90% de todas las especies. Como no es conveniente realizar este procedimiento en muestras con composiciones muy diferentes (Magurran 1988), se aplicó solamente a los crustáceos y moluscos que fueron los grupos más abundantes

RESULTADOS

Riqueza específica y abundancia relativa

El total de muestras obtenidas en la laguna arrecifal de Puerto Morelos arrojó un total de 69,749 individuos pertenecientes a 181 especies. De entre los cuatro grupos considerados se observa que las mayores abundancias relativas se presentaron durante la noche (Tabla 1).

Los crustáceos fueron el grupo mejor representado, tanto por su riqueza específica (68) como por su abundancia relativa (46,459 individuos), contribuyendo el 66.6% de la abundancia total. Los moluscos presentaron una riqueza de 50 especies y una abundancia relativa de 22,171 individuos que corresponden al 31.8% de la abundancia total. Por último, se observa que los peces (1.3%) y miscelánea (0.3%) aportaron en conjunto un total de 1,019 individuos (Tabla 1).

Tabla 1. Riqueza específica y abundancia relativa de 4 grupos faunísticos en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Q. R., México. (D) día; (N) noche. El grupo "Miscelánea" incluye equinodermos, esponjas y gusanos varios.

Grupo	Riqueza (s)	Abundancia		
		D	N	Total
Crustáceos	68	8728	37731	46459
Moluscos	50	7735	14436	22171
Peces	31	242	677	919
Miscelánea	32	93	107	200
Total	181	16798	52951	69749

En la Figura 2, se observa que durante el día el grupo que presentó la mayor abundancia relativa fue el de los crustáceos (52%), seguido por los moluscos (46%). Tanto el grupo de peces como el de miscelánea sólo aportaron el 1% respectivamente a la abundancia relativa total durante el día. Durante la noche se observa el mismo patrón que durante el día. Sin embargo, durante este periodo los crustáceos incrementaron su abundancia relativa de 8,728 a 37,771 individuos, lo que corresponde al 72% del total de organismos. Los moluscos, a pesar de que presentaron un incremento en la abundancia relativa durante la noche ($D=7,735$, $N=14,436$), su abundancia total nocturna es menor (27%) que durante el día (46%). De la misma manera el grupo de peces y miscelánea siguen presentando una abundancia relativa muy baja (Tabla 1, Figura 2 y 3).

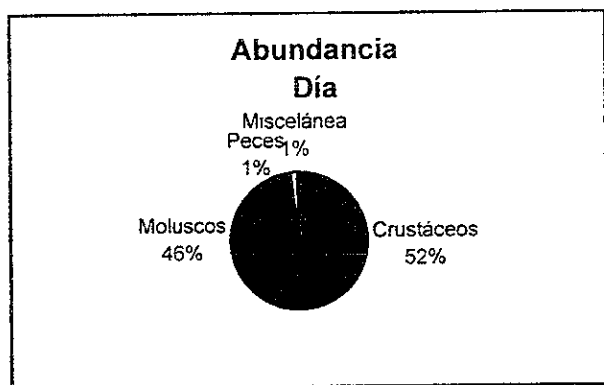


Figura 2. Abundancia relativa de los cuatro grupos durante el día

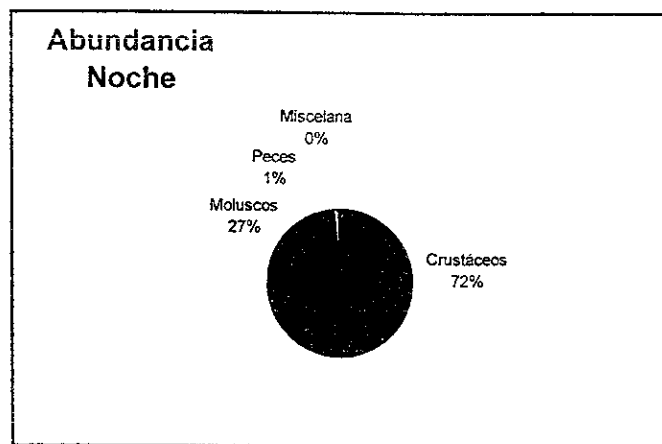


Figura 3. Abundancia relativa de los cuatro grupos durante la noche.

Las listas de especies en orden taxonómico aparecen en los apéndices 1 a 4. Debido a la gran cantidad de especies obtenidas, no fue posible identificarlas todas hasta el nivel específico. Algunos organismos fueron determinados solamente hasta el nivel taxonómico de clase, otros hasta familia y otros más hasta género.

Los peces y el grupo miscelánea tuvieron una baja representatividad en las muestras; por tanto, no se tomarán en cuenta para estimaciones de índices de diversidad ni de tamaño de muestra.

Distribución espacial y temporal de la comunidad béntica en la laguna arrecifal

Los grupos con mayor riqueza de especies y abundancia relativa de individuos fueron los crustáceos y los moluscos y, en general, estos dos grupos fueron más abundantes durante la noche (Tablas 2 y 3). Se observan algunas excepciones en el caso de los moluscos, grupo en el cual se obtuvo un mayor número de especies

durante el día en las estaciones II y IV. El grupo miscelánea presentó una mayor abundancia relativa durante el día, pero su escasez en las muestras impide conferirle representatividad a este grupo.

Tabla 2. Riqueza de especies por grupo faunístico en 5 estaciones en la laguna arrecifal de Pto. Morelos. (D) Día y (N) Noche.

Estación	Crustáceos		Moluscos		Peces		Miscelánea	
	D	N	D	N	D	N	D	N
I	29	39	29	32	13	14	2	5
II	21	32	22	19	8	10	4	0
III	30	40	28	28	11	16	7	6
IV	30	31	27	24	5	11	7	3
V	40	48	15	29	10	8	10	11

Tabla 3. Abundancia relativa de grupos faunísticos en 5 estaciones en la laguna arrecifal de Pto. Morelos. (D) Día y (N) Noche

Estación	Crustáceos		Moluscos		Peces		Miscelánea	
	D	N	D	N	D	N	D	N
I	2949	8685	2224	4085	59	258	3	10
II	1051	8380	1002	1487	50	141	6	0
III	3332	11973	2166	2987	80	179	25	11
IV	1614	4921	999	3639	18	34	9	44
V	682	3772	1344	2253	35	65	56	36

La tabla 2 muestra que incluso en estaciones con una densidad de pastos semejante (como la II y la III, o la IV y la V), se presentaron diferencias en el número de especies recolectadas, lo que parece indicar una gran heterogeneidad en la distribución de las especies en el área de estudio.

En la figura 4 se compara la riqueza de especies por estación de muestreo, en recolectas diurnas y nocturnas. Las estaciones I, III y V presentaron el mayor número de especies tanto de día como de noche, a pesar de sus diferencias en la densidad de vegetación. En cambio, en la estación II, que presentó una alta densidad de vegetación, se obtuvo el menor número de especies.

Por otro lado, la figura 5 muestra el total de individuos por estación de muestreo en todas las recolectas diurnas y nocturnas. En las cinco estaciones, el número total de individuos fue siempre considerablemente mayor durante la noche. Las estaciones I y III presentaron las mayores cantidades de individuos en los muestreos nocturnos, y la estación V mostró el menor número de individuos, a pesar de haber presentado un elevado número de especies (ver Fig. 4).

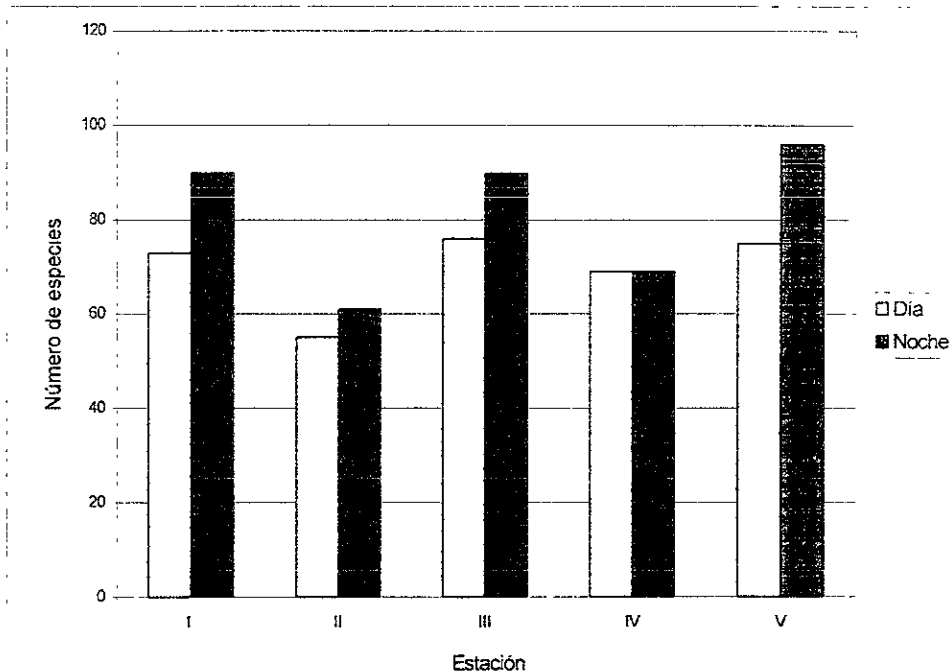


Figura 4. Riqueza específica en cada estación en los muestreos diurnos y nocturnos en las cinco estaciones de muestreo en la laguna arrecifal de Puerto Morelos Q.R.

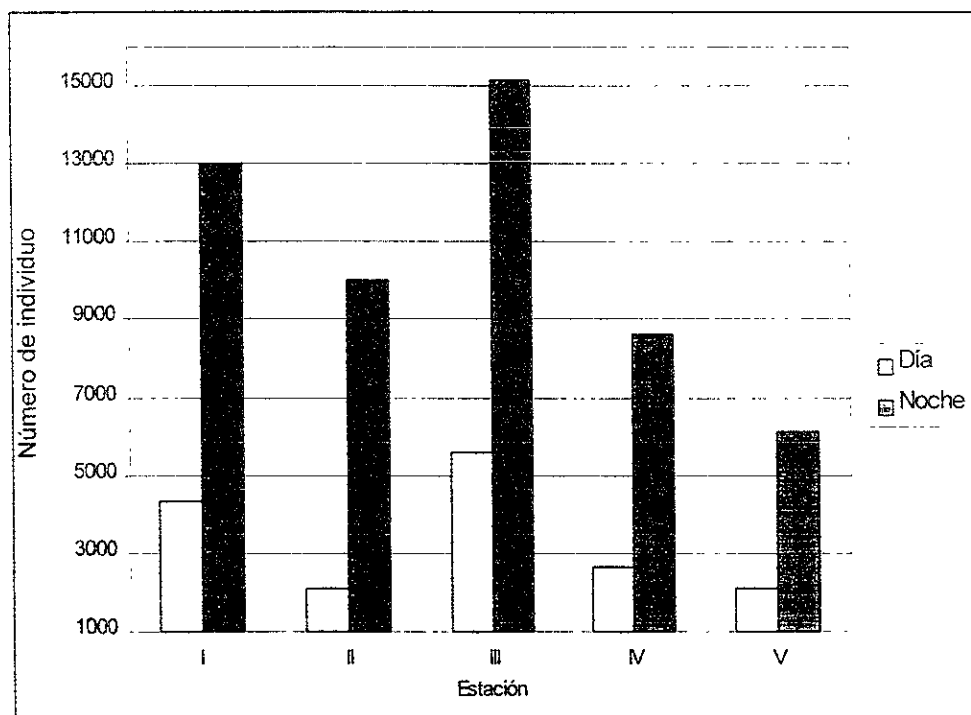


Figura 5. Abundancia relativa de individuos en cada estación durante los muestreos diurnos y nocturnos en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Q. R.

El número de individuos de cada especie recolectados en el conjunto de 10 arrastres diurnos y 10 nocturnos para cada una de las cinco estaciones de muestreo, se presenta en el Apéndice 5

Índices de diversidad

Se calculó el índice de Shannon - Weaver y su equitatividad solamente para los grupos de crustáceos y moluscos, de manera separada. En la tabla 4, se aprecian los valores de los índices calculados para los muestreos diurnos y nocturnos en cada una de las cinco estaciones de muestreo. Los índices de diversidad obtenidos para cada una de las estaciones en los muestreos diurnos y nocturnos fueron comparados por medio de una prueba de *t* de Student, con un nivel de significancia de 0.05.

En el caso de los crustáceos, el valor más alto del índice Shannon-Weaver se obtuvo en la estación V, tanto en el día como en la noche, no presentando diferencias significativas. Otras estaciones que no presentaron diferencias entre el día y la noche fueron la II y III. En contraste, la I y la IV sí presentaron diferencias significativas en la diversidad diurna y nocturna, siendo los índices superiores en el día en ambas estaciones.

Con respecto a los moluscos, el índice de diversidad fue significativamente superior en los muestreos nocturnos en todas las estaciones a excepción de la III (Tabla 4)

La tabla 5 presenta los valores de equitatividad obtenidos a partir del índice de Shannon. En el caso de los crustáceos, la mayor equitatividad se presentó durante el

Tabla 4. Índice de diversidad de Shannon- Weaver (H') y prueba de t - student para crustáceos y moluscos en la Laguna arrecifal de Pto. Morelos. Quintana Roo. (D) Día, (N) Noche, ns = diferencias no significativas, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$

Estación	Crustáceos			Moluscos		
	H'		p	H'		p
	D	N		D	N	
I	2.0425	1.922	***	1.4182	2.114	***
II	2.0303	2.0645	ns	1.642	1.9507	***
III	2.0744	2.0636	ns	1.7929	1.821	ns
IV	1.9982	1.7322	***	0.9471	1.2195	***
V	2.3376	2.3237	ns	0.474	1.424	***

Tabla 5. Índice de equitatividad (J') para crustáceos y moluscos en la laguna arrecifal de Pto. Morelos, Quintana Roo

Estación	Crustáceos		Moluscos	
	J'		J'	
	D	N	D	N
I	0.6066	0.5247	0.4212	0.61
II	0.6669	0.5957	0.5312	0.6625
III	0.6099	0.5594	0.538	0.5465
IV	0.5934	0.5044	0.2874	0.3837
V	0.6337	0.6002	0.175	0.4229

día, en tanto que para los moluscos la equitatividad fue mayor durante el periodo nocturno.

Estimación del tamaño mínimo de muestra.

La tabla 6 muestra los porcentajes acumulados del número de especies para cada estación, tanto de día como de noche, después de aleatorizar los datos cinco veces en cada caso para obtener una media lo menos sesgada posible. De esta tabla se desprende que si se deseara obtener el 90% de las especies de crustáceos en muestreos nocturnos, sería necesario efectuar siete arrastres en cada estación de muestreo. En muestreos diurnos, el número de arrastres debería ser de ocho (Tabla 6a) La representación gráfica del comportamiento de estos datos se aprecia en la figura 6. Si se estimara que el 80% de especies fuera suficiente, se requerirían cinco arrastres de noche, o siete de día

En el caso de los moluscos, la obtención del 90% de las especies registradas necesitaría de un tamaño de muestra de ocho arrastres nocturnos por estación, y el mismo número si éstos se hicieran de día (Tabla 6b y Fig. 7) Para una representatividad de 80% de las especies, bastaría con cinco arrastres nocturnos por estación, o con seis en el día

Especies de crustáceos recolectados solamente de día o de noche

Algunas especies del grupo más abundante, el de crustáceos, solamente fueron registradas en muestreos diurnos o en muestreos nocturnos. En la tabla 7, se aprecia

una relación de dichas especies para cada estación de muestreo. En términos generales, las especies que presentaron esta particularidad tuvieron un número bajo de individuos. Cinco de estas especies fueron comunes en las cinco estaciones exclusivamente en muestreos nocturnos. Estas especies son: el camarón *Metapanaeopsis goodei*, el cangrejo májido *Chorinus heros*, una especie de isópodo no determinada (Isópodo sp 2), el carideo *Palaemonetes* sp 2, y la langosta *Panulirus argus* en fase de juvenil pequeño, también denominado "juvenile algal" (Smith & Herrnkind 1992).

Tabla 6 Tamaño mínimo de muestra para (a) crustáceos y (b) moluscos.

		Estación											
		I			II			III			IV		
(a) Crustáceos		D	N	D	D	N	D	D	N	D	D	N	V
arrastré													
1		40.0	54.9	43.8	60.0	50.0	54.0	26.2	51.6	30.0	38.8		
2		52.4	69.2	65.7	76.3	62.0	72.5	42.1	64.5	53.0	61.3		
3		60.0	74.4	70.5	81.9	74.7	78.0	51.7	74.2	58.5	70.4		
4		65.5	78.5	73.3	80	80.0	84.5	61.4	76.1	68.5	80.0		
5		73.8	83.1	80.0	91.3	88.0	89.5	70.3	83.2	73.5	83.3		
6		80.0	87.2	82.9	94.4	90.7	93.0	79.3	88.4	85.0	87.1		
7		85.5	89.7	89.5	95.6	93.3	95.5	93.1	90.3	87.0	91.3		
8		89.7	92.8	93.3	96.3	95.3	97.5	99.3	92.9	94.0	92.5		
9		97.2	97.4	96.2	98.1	98.3	99.0	99.3	96.8	99.5	96.3		
10		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
(b) Moluscos													
arrastré													
1		51.0	49.4	45.5	55.8	48.6	55.0	34.1	54.2	42.7	49.0		
2		69.0	60.6	60.0	66.3	67.1	65.7	54.8	60.8	65.3	60.0		
3		75.2	71.3	66.4	77.9	74.3	76.4	63.7	67.5	78.7	74.5		
4		77.5	77.5	69.1	85.3	80.7	82.9	71.1	77.5	85.3	84.1		
5		82.1	83.8	77.3	89.5	85.0	85.7	77.0	80.8	92.0	86.9		
6		84.1	89.4	79.1	92.6	89.3	90.7	83.0	85.0	94.7	89.0		
7		88.3	91.3	90.9	96.8	93.6	96.4	85.9	87.5	96.0	91.7		
8		89.0	95.6	93.6	96.8	95.0	97.1	89.6	90.8	97.3	94.5		
9		96.0	96.9	95.5	100.0	96.4	97.9	96.3	96.7	98.7	97.2		
10		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		

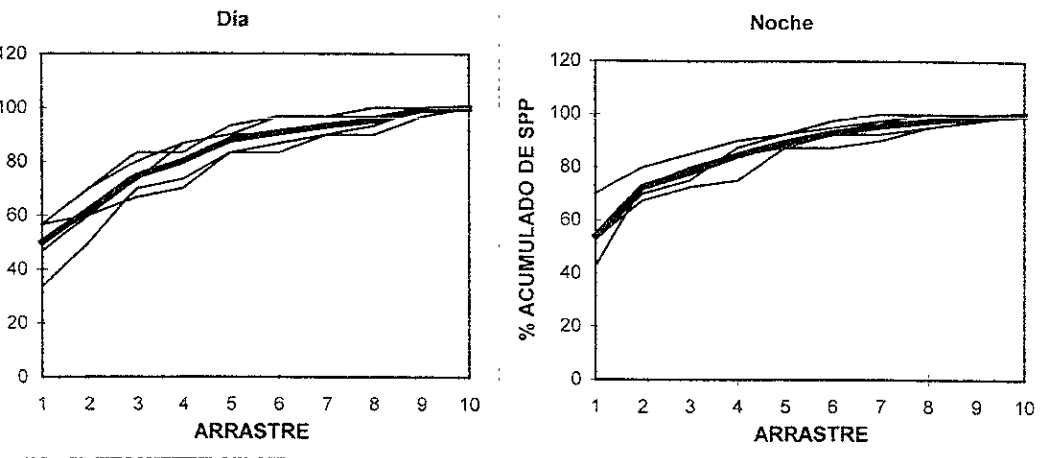


Figura 6. Tamaño mínimo promedio de muestra para Crustáceos en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Q. R. El 90% de las especies recolectadas podrán ser obtenidas con ocho arrastres diurnos u ocho arrastres nocturnos.

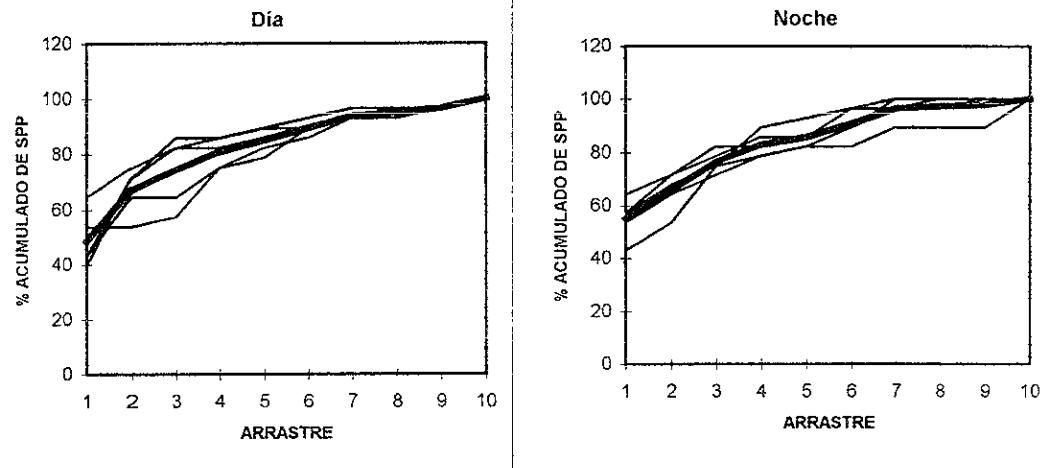


Figura 7. Tamaño mínimo promedio de muestra para Moluscos en la laguna arrecifal de Puerto M. El 90% de las especies recolectadas se obtendrían con ocho arrastres diurnos y ocho noctu

Tabla 7 Relación de especies de crustáceos recolectados exclusivamente de día o de noche, en cada estación de muestreo (entre paréntesis, el número de individuos recolectado)

Estación I	Muestreos diurnos	Muestreos nocturnos
	<i>Periclimenes pedersoni</i> (1)	<i>Metapenaeopsis goodei</i> (20)
	<i>Calappa</i> sp (1)	<i>Amfipodo</i> sp3 (19)
	<i>Mithrax</i> sp2 (1)	<i>Chorinus heros</i> (14)
	<i>Mithrax</i> sp3 (1)	<i>Panulirus argus</i> (9)
		<i>Rocinela signata</i> (8)
		<i>Palaemonetes</i> sp2 (8)
		<i>Latreutes parvulus</i> (5)
		<i>Microphrys bicornutus</i> (4)
		<i>Isopodo</i> sp2 (2)
		<i>Isopodo</i> sp1 (1)
		Aifeido sp4 (1)
		<i>Gnathophyllum americanum</i> (1)
		<i>Spaelophorus</i> sp (1)
		<i>Macroceloma</i> sp1 (1)
Estación II	Estomatopodo sp1 (4)	<i>Processa</i> sp (486)
	<i>Periclimenes pedersoni</i> (4)	<i>Sicyonia laevigata</i> (30)
	<i>Isopodo</i> sp1 (1)	<i>Metapenaeopsis goodei</i> (24)
	<i>Microphrys bicornutus</i> (1)	<i>Palaemonetes</i> sp2 (23)
	<i>Portunus</i> sp (1)	<i>Amfipodo</i> sp2 (21)
		<i>Clibanarius tricolor</i> (7)
		<i>Panulirus argus</i> (6)
		<i>Leander tenuicornis</i> (5)
		<i>Mithrax forceps</i> (5)
		<i>Chorinus heros</i> (3)
		<i>Isopodo</i> sp2 (2)
		<i>Mithrax</i> sp1 (2)
		Majido sp2 (2)
		<i>Mithrax</i> sp4 (2)
		<i>Macroceloma</i> sp1 (1)
Estación III	<i>Mithrax</i> sp3 (3)	<i>Processa</i> sp (497)
	<i>Microphrys bicornutus</i> (3)	<i>Clibanarius tricolor</i> (58)
	<i>Arcturus purpureus</i> (2)	<i>Palaemonetes</i> sp2 (21)
	<i>Cryptodromiopsis antillensis</i> (2)	<i>Metapenaeopsis goodei</i> (20)
	Majido sp2 (1)	<i>Leander tenuicornis</i> (11)
	<i>Podocheila</i> sp(1)	<i>Chorinus heros</i> (9)
		<i>Gnathophyllum americanum</i> (6)
		<i>Panulirus argus</i> (6)
		Diogenido sp1 (5)
		<i>Dardanus</i> sp (5)
		<i>Isopodo</i> sp2 (3)
		<i>Mithrax forceps</i> (3)
		<i>Mithrax sculptus</i> (3)

Tabla 7 continuación

	<i>Macroceloma</i> sp2 (2)
	Majido sp4 (1)
	Isopodo sp1 (1)
Estación IV	
Xanthido sp1 (10)	<i>Portunus</i> sp (37)
<i>Mesanthura</i> sp (1)	<i>Sicyonia laeviagata</i> (30)
<i>Rocinela signata</i> (1)	<i>Metapenaeopsis goodei</i> (4)
Alfeido sp2 (1)	<i>Palaemonetes</i> sp2 (4)
<i>Microphrys bicornutus</i> (1)	Diogenido sp1 (4)
Xanthido sp2 (1)	Isopodo sp2 (3)
	<i>Chorinus heros</i> (3)
	Amfipodo sp3 (1)
	<i>Panulirus argus</i> (1)
Estación V	
Alfeido sp5 (2)	<i>Palaemonetes</i> sp2 (20)
<i>Epiplatys</i> sp (2)	<i>Portunus</i> sp (17)
Alfeido sp4 (1)	Amfipodo sp2 (8)
Porcelanido sp1 (1)	Isopodo sp2 (6)
<i>Mithrax</i> sp3 (1)	<i>Panulirus argus</i> (6)
Majido sp3 (1)	Diogenido sp1 (5)
<i>Paractaea</i> sp (1)	<i>Pitho</i> sp1 (4)
	<i>Chorinus heros</i> (4)
	<i>Metapenaeopsis goodei</i> (3)
	Estomatopodo sp1 (2)
	Isopodo sp1 (2)
	<i>Mesanthura</i> sp (1)
	<i>Cleantis</i> sp (1)
	Alfeido sp2 (1)
	Anomuro sp1 (1)
	<i>Cryptodromiopsis antillensis</i> (1)
	<i>Spaelophorus</i> sp (1)
	Majido sp4 (1)

DISCUSION

La laguna arrecifal de Puerto Morelos, Q. Roo, alberga, en sus áreas cubiertas en mayor o menor grado de vegetación marina, una rica fauna béntica compuesta por numerosas especies de muy diversos taxa. Con el método de muestreo utilizado en el presente estudio, la mayoría de las 181 especies recolectadas pertenecieron a dos grupos: crustáceos y moluscos.

Los peces y el conjunto de grupos denominado miscelánea tuvieron una baja representatividad en las muestras. Posiblemente esto se deba en parte a la técnica de muestreo utilizada, que no es la más adecuada para algunos de estos organismos. Los peces tienen una capacidad de respuesta rápida a la red, y la mayoría de los taxa incluidos en miscelánea viven dentro del sustrato, o son sésiles, o bien incluyen organismos de grandes tallas, por lo que su captura se considera incidental y, por tanto, no se tomaron en cuenta para estimaciones de índices de diversidad ni de tamaño de muestra.

Heck & Wetstone (1977) sugieren que el número de especies en sistemas de pastizales, sobre todo de invertebrados, está relacionado con la complejidad del hábitat. Esto se debe a que, mientras más heterogéneo es el hábitat, hay más disponibilidad de alimentos, un incremento en el espacio viviente y mayor protección contra depredadores, además de que muchas especies utilizan los pastizales como sitio para reproducirse (Young & Young 1976; Heck & Wetstone 1977; Kikuchi & Pérès 1977; Stoner & Lewis 1985).

El número total de especies recolectadas en la laguna arrecifal de Puerto Morelos es comparable a lo reportado en otros estudios llevados a cabo en diferentes regiones con pastizales marinos. Young & Young (1976) registraron 115 especies en pastizales en Indian River, Florida, mientras que Stoner (1980) encontró 170 especies en pastizales de *Thalassia testudinum* en la Bahía Apalachee, Florida. Este mismo autor menciona que Orth, en 1973, encontró 117 especies en la Bahía Chesapeake, E.U.A, en lechos de la fanerógama *Zostera marina*.

La distribución de especies en el total de las muestras presentó una tendencia general a tener unas cuantas especies dominantes, con gran cantidad de individuos, algunas con abundancias intermedias, mientras que la mayoría de las especies se presentaron con pocos individuos. Es decir, la comunidad estudiada presenta un tipo de distribución log-normal. Algunos autores (Sugihara 1980, Ugland & Gray 1982, Magurran 1988) consideran que la mayoría de las comunidades exhiben un patrón de abundancia de especies de este tipo. Ugland & Gray (1982) propusieron un patrón general de la distribución lognormal en una comunidad, en la cual las especies raras corresponden al 65% del total de las especies, mientras que las especies con un tamaño de población intermedia representan el 25%, y las especies con las mayores abundancias el 10%. Estos autores afirman, además, que la comunidad se compone de parches y que la abundancia de una especie en particular es la suma de sus abundancias en cada parche. Este patrón parece aplicarse a la comunidad de fauna béntica asociada a pastizales marinos en la laguna arrecifal de Puerto Morelos.

Las estaciones de estudio muestran una gran diferencia en cuanto a la abundancia de individuos. La mayor abundancia registrada en las estaciones I, II y III, podría estar relacionada con una amplia cobertura de la vegetación, en términos de

biomasa, densidad y longitud (Reyes-Zavala 1998), en tanto que las estaciones IV y V, que corresponden a la zona del arrecife posterior, donde la cobertura de pastos es más escasa, mostraron menores abundancias, particularmente en los muestreos diurnos en el caso de los moluscos, y nocturnos en el caso de los crustáceos.

Los crustáceos decápodos dominaron en casi todas las estaciones. Estos organismos son un componente numérico notable, tanto en número de especies como de individuos, entre los invertebrados asociados a la vegetación marina (Heck 1976, Hook *et al.* 1976, Lewis 1987). En términos generales, los crustáceos más abundantes pertenecieron a especies de cangrejos ermitaños pequeños, o bien a carideos de las familias Hyppolitidae, Palaemonidae y Processidae. Estas especies tienen hábitos predominantemente nocturnos, por lo que en la noche presentan mayores tasas de actividad, lo que los vuelve más vulnerables al método de muestreo utilizado. El resto de las especies de crustáceos presentaron una baja abundancia (apéndice 5). Esto parece ser un patrón común en los ambientes de pastos marinos (Weinstein & Heck 1979)

Solamente 22 especies del total de crustáceos se distribuyeron en todas las estaciones. Algunas de estas especies fueron de las más abundantes, como pequeños diogénidos y varias especies de camarones hipolítidos, y otras no tan abundantes, como el peneido *Sicyonia laevigata* y diversas especies de cangrejos májidos.

Entre los moluscos, las especies dominantes pertenecen a gasterópodos de los géneros *Tricolia* y *Cerithium*, seguidos en menor escala por *Modulus*, *Columbella* y *Tegula*. Varias especies de estos géneros son característicos de pastizales marinos de *T. testudinum* (Heck 1977, Lalana *et al.* 1987, López-Rivas 1994).

En un trabajo sobre la alimentación de juveniles de *Panulirus argus* llevado a cabo simultáneamente en la misma área del presente estudio, Castañeda- Fernández (1998) encontró en los contenidos estomacales de esos organismos 17 grupos tróficos, entre los cuales los crustáceos y moluscos fueron los grupos más abundantes, lo que permite establecer una relación entre el alimento preferencial de los juveniles de *P. argus* y la abundancia del alimento potencial en el área. Por ejemplo, entre los moluscos que Castañeda-Fernández (1998) logró identificar dentro del contenido estomacal de *P. argus*, se encontraron *Cerithium litteratum*, *Tegula fasciata*, *Smaragdia viridis* y *Fasciolaria tulipa*, de los cuales las dos primeras especies estuvieron entre las más abundantes en la fauna béntica de la laguna arrecifal.

El hecho de haber obtenido juveniles pequeños de langosta *P. argus* en los muestreos nocturnos en todas las estaciones resulta interesante, ya que en esta laguna arrecifal hay entrada de postlarvas de esta especie todo el año, y el pequeño tamaño de los juveniles encontrados en todas las estaciones sugiere que el asentamiento de postlarvas en la vegetación béntica se da prácticamente en toda la laguna arrecifal, a pesar de que la subsecuente abundancia de juveniles tardíos es más reducida (Briones-Fourzán 1994). Heck (1977) también encontró juveniles de *P. argus* en las costas del Caribe panameño y menciona que la presencia de estos organismos en sus muestras podría deberse a la cercanía de manglares, cuyas raíces también proveen de hábitat de asentamiento a las postlarvas de langosta. En Puerto Morelos, los manglares no están directamente conectados al mar, por lo que el asentamiento de postlarvas de *P. argus* se lleva a cabo solamente en las áreas de pastizal. En particular, los densos manchones de la macroalga *Lobophora variegata* en la laguna arrecifal parecen ofrecer

un refugio adecuado a los pequeños juveniles de *P. argus*, pues éstos fueron más abundantes en la estación I.

La mayor abundancia de la mayoría de las especies en los muestreos nocturnos, concuerda con lo encontrado por otros autores (Heck 1977, Greening & Livingston, 1982 ; Leber & Greening 1986) . La gran cantidad de organismos encontrados durante la noche se puede deber a migraciones verticales que realizan los organismos del sustrato a las partes apicales de las hojas de los pastos durante el periodo de obscuridad (Heck 1977, Kikuchi & Pérès 1977; Leber & Greening 1986). Muchos carideos, por ejemplo, descansan enterrados en el sedimento durante el día, siendo activos nadadores durante la noche (Heck 1977). Por otro lado, la mayor actividad nocturna de los macroinvertebrados puede ser el resultado directo de la presión de depredación por peces que se alimentan durante el día (Greening & Livingston 1982) y por el decremento de O₂, oxígeno disuelto, en el fondo marino debido al cese de la fotosíntesis en la noche y a procesos de descomposición de la materia orgánica (Kikuchi & Pérès 1977).

En la laguna arrecifal de Puerto Morelos, los crustáceos encontrados solamente en muestreos nocturnos pertenecen a géneros o especies que durante el día permanecen inactivos, ya sea en la interfaz sedimento-agua (como algunos isópodos y anomuros) o bien resguardados en refugios de diversos tipos. Heck (1977) encontró una abundancia considerablemente mayor del camarón peneido *Metapenaeopsis goodei* y del cangrejo májido *Chorinus heros* durante la noche en muestras tomadas en pastizales marinos del Caribe panameño. Este autor obtuvo, en términos generales, menores abundancias que las registradas en el presente estudio, lo cual podría ser

resultado de la red que utilizó, que aunque era de mayores dimensiones que la usada en el presente estudio, tenía una luz de malla mucho más grande.

En cuanto a los moluscos, ninguna de las especies recolectadas fue exclusiva de los muestreos nocturnos, aunque algunas, en especial las más abundantes, sí presentaron mayores abundancias durante la noche.

De esta manera, la variación en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados parece ser resultado, entre otros factores, de la conducta individual y colectiva de las especies que la conforman, y no solamente de la estructura física del hábitat. Por tanto, se debe enfatizar la necesidad de realizar muestreos tanto diurnos como nocturnos para obtener una adecuada representatividad de la comunidad asociada a pastizales marinos, como ya había sido indicado por Greening & Livingston (1982).

Para futuros estudios comparativos, será suficiente con realizar ocho arrastres de la red Colman-Seagrove en cada estación de muestreo, con lo cual se obtendrá el 90% de las especies de la comunidad, tanto en el día como en la noche.

Los índices de diversidad obtenidos para crustáceos y moluscos indican una gran heterogeneidad en el ambiente de la laguna arrecifal, ya que aunque las estaciones muestreadas se encuentran relativamente cercanas entre sí, sus índices de diversidad difirieron, en ocasiones marcadamente. Por ejemplo, en la estación I, que representó un hábitat béntico diferente de las demás estaciones (*Lobophora variegata*), los crustáceos tuvieron una diversidad significativamente mayor durante el día que en la noche, en tanto que las estaciones II y III, cuyas características de vegetación eran relativamente parecidas, la diversidad de crustáceos fue similar en muestreos diurnos y nocturnos.

En contraste, las estaciones IV y V, que también tenían características similares entre sí (*T. testudinum* escasa), tuvieron índices de diversidad diferentes. Además, la estación IV mostró una diversidad significativamente mayor en el día que en la noche, en tanto que la estación V presentó una mayor equitatividad para ambos periodos.

El grupo de los moluscos presentó un contraste más marcado en los índices de diversidad entre el día y la noche, con menores diversidades durante el día en todas las estaciones. La única estación en la que estas diferencias no fueron significativas, fue la III.

La estación IV, aunque efectivamente se encuentra en el arrecife posterior, está muy próxima a una gran interrupción en el arrecife de coral (llamado "la bocana grande"), por donde las corrientes de agua suelen ser más fuertes, en especial cuando aumenta la fuerza del viento (Merino y Otero 1991), lo que determina un ambiente de mayor energía. Asimismo, es la estación de mayor profundidad. De esta manera, las características de la vegetación marina (que en el caso de la estación IV eran similares a las de la estación V, ubicada también en el arrecife posterior, pero en un área más protegida), no bastan para determinar la comunidad de animales existente en ella. Es decir que la comunidad de la zona de arrecife posterior en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, por lo menos en lo que respecta a crustáceos y moluscos, no solo se rige por la complejidad estructural de la vegetación en la que se encuentra, sino que existen otros factores que influyen en su riqueza específica y su abundancia. Por tanto, las características estructurales de la vegetación marina no pueden ser predictores adecuados de la abundancia de la fauna ni de su riqueza específica, especialmente cuando existen macrofitas con diferentes morfologías (Lewis 1987). Es el conjunto de una gran cantidad de factores abióticos (como la circulación, profundidad, etc.), aunado

a la complejidad estructural de la vegetación marina y a las interrelaciones bióticas existentes en la comunidad, las que determinan la riqueza específica y la abundancia de los organismos en estos sistemas (Livingston 1976).

CONCLUSIONES

- La vegetación de pastos marinos en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Q. R., presenta una rica fauna asociada, en la cual están representados numerosos grupos faunísticos que incluyen crustáceos, moluscos, peces, equinodermos, esponjas, gusanos y cnidarios
- La macrofauna béntica tiene relativamente pocas especies dominantes, algunas con abundancias intermedias, y la gran mayoría con pocos individuos.
- Los grupos mejor representados en términos de riqueza específica son los crustáceos y los moluscos.
- Los crustáceos y los moluscos también presentaron la mayor abundancia relativa en términos de número de individuos.
- Dentro del grupo de los crustáceos, los decápodos son un componente numérico notable, tanto en número de especies como de individuos.
- En términos generales, tanto el número de especies como el número de individuos fue mayor en muestreos nocturnos que en muestreos diurnos.
- En algunas estaciones de muestreo, hubo diferencias significativas en los índices de diversidad entre los muestreos diurnos y nocturnos, mientras en otras no las hubo. Esto indica que la laguna arrecifal presenta una gran heterogeneidad ambiental, lo cual promueve una elevada riqueza específica y una abundancia diferencial aún en áreas muy cercanas.
- Debido a la abundancia de organismos que componen la dieta de los juveniles de langosta *Panulirus argus*, lo cual está relacionado con otros estudios llevados a cabo

simultáneamente en la misma área. se sugiere que la laguna arrecifal es un sitio adecuado para la colocación de casitas (refugios artificiales para langostas).

- Para obtener una representatividad alta (90% de las especies recolectadas) en futuros estudios de la fauna béntica asociada a pastizales marinos en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, será suficiente con realizar ocho arrastres con la Red Colman-Sea tanto en muestreos diurnos como nocturnos.

LITERATURA CITADA

- Ansari, Z. A., C. U. Rivoker, P. Ramani & A. H. Parulekar. 1991. Seagrass habitat complexity and macroinvertebrate abundance in Lakshadweep coral reef lagoons, Arabian Sea. *Coral Reefs* **10**: 127-131
- Barnard, J. L. 1969. *The Families and Genera of Marine Gammaridean Amphipoda*. Smithsonian Inst. Press, Washington. 535 pp
- Barnes, R. D. 1989. *Zoología de los Invertebrados*. Ed. Interamericana, México. 957 pp
- Begon, M., J. L. Harper & C. R. Townsend. 1990. *Ecology*. Blackwell, Oxford. 945 pp
- Bell, J. D. & M. Westoby. 1986a. Importance of local changes in leaf height and density to fish and decapods associated with seagrasses. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **104**: 249-274
- Bell, J. D. & M. Westoby. 1986b. Variation in seagrass height and density over a wide spatial scale: effects on common fish and decapods. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **104**: 275-295
- Bowman, T.E. & L.G. Abele. 1982. Classification of the recent Crustacea. Pp. 1-25 In: L.G. Abele (ed.) *The Biology of Crustacea, Vol I: Systematics, the Fossil Record, and Biogeography*. Academic Press, Nueva York.
- Briones-Fourzán, P. 1993. Reclutamiento de postlarvas de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en el Caribe mexicano: Patrones, posibles mecanismos e implicaciones pesqueras. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 140 pp.
- Briones-Fourzán, P. 1994. Variability in postlarval recruitment of the spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille, 1804), to the Mexican Caribbean coast. *Crustaceana* **66**: 326-340.
- Briones, P. & E. Lozano. 1994. The spiny lobster fisheries in Mexico. Pp. 144-157 In: B.F. Phillips, J.S. Cobb y J. Kittaka (eds.) *Spiny Lobster Management*. Fishing News Books, Oxford
- Briones, P., E. Lozano & D. B. Eggleston. 1994. The use of artificial shelters (*Casitas*) in research and harvesting of Caribbean spiny lobsters in Mexico. Pp. 340-361 In: B.F. Phillips, J.S. Cobb y J. Kittaka (eds.) *Spiny Lobster Management*. Fishing News Books, Oxford.

- Brook, I. M. 1978. Comparative macrofaunal abundance in turtlegrass (*Thalassia testudinum*) communities in south Florida characterized by high blade density *Bull. Mar. Sci.* **28**: 212-217
- Buesa, R. J. 1974. Population and biological data on turtlegrass (*Thalassia testudinum* Koenig, 1805) on the northwestern Cuban shelf. *Aquaculture*, **4**: 207-226
- Castañeda-Fernández de Lara, V. 1998. Alimentación natural de los juveniles de langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804). Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 74 pp.
- Chace, F. A., Jr. 1972. The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean Expeditions, with a summary of the West Indian shallow-water species (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Smithsonian Contr. Zool.* **98**: 1-79.
- Edgar, G. J. 1990. The influence of plant structure on the species richness, biomass and secondary production of macrofaunal assemblages associated with Western Australian seagrass beds. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **137**: 215-240
- García, E. 1964. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones Particulares de la República Mexicana* Offset Larios, México.
- Gómez-López, P. & G. Green. 1984. Sistemática de las esponjas marinas de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* **11**(1): 65-90
- Gómez-Pedroso, A. 1987. Taxonomía y variaciones espacio-temporales de las algas bentónicas de Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.
- Greening, H. S & R. J. Livingston. 1982. Diel variation in the structure of seagrass-associated epibenthic macroinvertebrate communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **7**: 147-156
- Heck, K. L. 1977. Comparative species richness, composition, and abundance of invertebrates in Caribbean seagrass (*Thalassia testudinum*) meadows (Panamá) *Mar. Biol.* **41**: 335-348
- Heck, K. L. 1979. Some determinants of the composition and abundance of motile macroinvertebrate species in tropical and temperate turtlegrass (*Thalassia testudinum*) meadows. *J. Biogeogr.* **6**: 183-200
- Heck K. L. Jr. & R. J. Orth. 1980. Seagrass habitats: roles of habitat complexity, competition, and predation in structuring associated fish and motile

- macroinvertebrate assemblages Pp 449-464 In: V. S. Kennedy (ed.) *Estuarine Perspectives*. Academic Press, Nueva York.
- Heck, K. L. & T. A. Thoman. 1984. The nursery role of seagrass meadows in the upper and lower reaches of the Chesapeake Bay. *Estuaries*. **7**(1): 70-92
- Heck, K. L. & G. S. Westone. 1977. Habitat complexity and invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows. *J. Biogeogr.* **4**: 135-142
- Herrnkind, W. F., Jernakoff, P., & Buttler, M. J. 1994. Puerulus and post-puerulus ecology. Pp. 213-229 In: B. F. Phillips, J. S. Cobb and J. Kittaka (eds.) *Spiny Lobster Management*. Fishing News Books, Oxford.
- Hooks, T. A., K. H. Heck & R. L. Livingston. 1976. An inshore marine invertebrate community: structure and associations in the northeastern Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* **26**(1): 99-109
- Jordán-Dahlgren, E. 1979. Estructura y composición de arrecifes coralinos en la región noreste de la Península de Yucatán, México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México* **6**(1): 69-86.
- Jordán-Dahlgren, E. 1989a. Gorgonian community structure and reef zonation patterns on Yucatan coral reefs. *Bull. Mar. Sci.* **45**: 678-696.
- Jordán-Dahlgren, E. 1989b. Efecto de la morfología del sustrato en el desarrollo de la comunidad coralina. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México* **16**(1): 105-118.
- Jordán-Dahlgren, E. 1993. El ecosistema arrecifal coralino del Atlántico Mexicano. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* **44**: 157-175.
- Keen, A. M. 1971. *Seashells of Tropical West America*. Stanford Press, Stanford 1064 pp.
- Kikuchi, T. & J. M. Pérès. 1977. Consumer ecology of seagrass beds. Pp. 147-194 In: C. P. McRoy & C. Helfferich (eds.). *Seagrass ecosystem, a scientific perspective*. Marcel Dekker, Leiden.
- Krebs, 1985. *Ecología- Estudio de la Distribución y la Abundancia*. Ed. Harla, México. 733 pp.
- Lambshead, P.J., Platt, H. M. and Shaw K. M. 1983. Detection of differences among assemblages of benthic species based on an assesment of dominance and diversity *J. Nat. Hist.*, London, **17**, 859-74.

- Lalana, R. R., E. Díaz, R. Brito, D. Kodjo & R. Cruz. 1987. Ecología de la langosta (*Panulirus argus*) al SE de la Isla de la Juventud. III. Estudio cualitativo y cuantitativo del bentos. *Rev. Invest. Mar.* **8**: 31-43
- León-Tejera, H. 1980. Abundancia y distribución de algunas macroalgas arrecifales del Caribe mexicano. Tesis Profesional; Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 50 pp
- Lewis, F. G. III. 1987. Crustacean epifauna of seagrass and macroalgae in Apalachee Bay, Florida, USA. *Mar. Biol.* **94**: 219-229
- Leber, K. M. & H. S. Greening. 1986. Community studies in seagrass meadows. a comparison of two methods for sampling macroinvertebrates and fishes. *Fish. Bull. U.S.* **84** : 443-450
- Lewis, F. G. & A. W. Stoner. 1983. Distribution of macrofauna within seagrass beds: an explanation for patterns of abundance. *Bull. Mar. Sci.* **33**: 296-304
- Livingston, R. L. 1976. Diurnal and seasonal fluctuations of organisms in a North Florida estuary. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* **4**: 373-400
- Livingston, R. L. 1984. The relationship of physical factors and biological response in coastal seagrass meadows. *Estuaries*. **7**(4A): 377-390
- López-Rivas, R. M. 1994. Aspectos ecológicos de los gasterópodos asociados a pastos marinos y su relación con parámetros ambientales y sedimentos de la laguna Bojórquez y cuenca norte del Sistema Lagunar Nichupté, Quintana Roo, México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias. Univ. Nal. Autón. México. 64 pp
- Lozano-Álvarez, E., P. Briones-Fourzán & J. González-Cano. 1991a. Pesca exploratoria de langostas con nasas en la plataforma continental del área de Puerto Morelos, Q.R., México. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México* **18**(1). 49-58.
- Lozano-Álvarez, E., P. Briones-Fourzán & B. F. Phillips. 1991b. Fishery characteristics, growth, and movements of the spiny lobster, *Panulirus argus*, in Bahía de la Ascensión, Mexico. *Fish. Bull. U.S.* **89**: 79-89.
- Lozano-Álvarez, E., P. Briones-Fourzán & F. Negrete-Soto. 1993. Occurrence and seasonal variations of spiny lobster, *Panulirus argus* (Latreille), on the shelf outside Bahía de la Ascensión, México. *Fish. Bull. U.S.* **91**: 808-815
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press, Princeton. 167 pp.

- Markham, J.C., F.E. Donath-Hernández, J.L. Villalobos-Hiriart & A. Cantú 1990. Notes on the shallow-water marine Crustacea of the Caribbean coast of Quintana Roo, Mexico. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. México, Ser. Zool.* **61**(3): 405-446.
- Merino, M & L. Otero. 1991. *Atlas Ambiental Costero. Puerto Morelos, Quintana Roo*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. 80 pp.
- Morris, P. A. 1975. *Sea Shells of the Atlantic*. Houghton Mifflin, Boston, 330 pp
- Moyle, P. B & J. J. Cech, Jr. 1988. *An Introduction to Ichthyology*. Prentice Hall, Englewood Cliffs. 559 pp
- Negrete-Soto, F. 1988. Aspectos poblacionales de la langosta *Panulirus guttatus* en el arrecife de Puerto Morelos, Q. Roo. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 62 pp
- Nienhuis, P. H., J. Coosen & W. Kiswara. 1989. Community structure and biomass distribution of seagrasses and macrofauna in the Flores Sea, Indonesia. *Neth. J. Sea. Res.* **23**: 197-114
- Nybakken, J. W. 1988. *Marine Biology*. Harper & Row. Nueva York. 514 pp
- Orth, R. J., K. L. Heck & J. van Montfrans. 1984. Faunal communities in seagrass beds. A review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships. *Estuaries*. **7**(4A): 339-350
- Padilla-Ramos, S. & P. Briones-Fourzán. 1997. Características biológicas de las langostas (*Panulirus* spp.) provenientes de las capturas en el área de Puerto Morelos, Q.R., México. *Ciencias Marinas* **23**: 175-193.
- Pielou, E. C. 1966. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. *J. Theor. Biol.* **10**, 370-83
- Pizaña-Alonso, F. J. 1994. Biología reproductiva de *Cyphoma gibbosum* (Linneo, 1758) en Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Univ. Nal. Autón. México. 59pp
- Rathbun, M. J. 1925. *The Spider Crabs of America*. United States National Museum Bulletin 129. 613 pp.
- Rathbun, M. J., 1930. *The Cancroid Crabs of America of the Families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae and Xanthidae*. United States Natl. Mus. Bull 152: 609 pp.

- Reyes-Zavala, G. 1998. Monitoreo de las macrofitas benticas de la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis Profesional, Fac. Ciencias, Univ. Nal. Autón, México. 69 pp.
- Rodríguez-Martínez, R. E. 1993. Efectos de un ciclón en la estructura comunitaria de corales escleractinios. Tesis Profesional, ENEP-Iztacala, Univ. Nal. Autón. México. 64 pp.
- Ruiz-Rentería, F., B. I. van Tussenbroek & E. Jordán-Dahlgren. Characterization of the Puerto Morelos site, Quintana Roo, Mexico. In: B. Kjerfve (de.) *Caribbean Coastal Marine Productivity (CARICOMP): Coral Reef, Seagrass, and Mangrove Site Characteristics*. UNESCO, Paris. (En prensa).
- Sanders, H. L. 1968 Marine benthic diversity: A comparative study. *Amer. Nat.* **102**: 243-282
- Schneider, F. I. & K. H. Mann. 1991a. Species-specific relationships of invertebrates to vegetation in a seagrass bed. I. Correlational studies. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **145**: 101-117
- Schneider, F. I. & K. H. Mann. 1991b. Species-specific relationships of invertebrates to vegetation in a seagrass bed. II Experiments on the importance of macrophyte shape epiphyte cover and predation. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **145**: 119-139
- Schultz, G. A. 1969. *How to Know the Marine Isopod Crustaceans*. W.C. Brown Co., Dubuque. 359 pp.
- Smith, K. N. & W. F. Herrnkind. 1992. Predation on early juvenile spiny lobsters *Panulirus argus* (Latreille): influence of size and shelter. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **157**: 3-18.
- Solís-Weiss, V. & S. Carreño. 1986. Estudio de la macrofauna béntica asociada a las praderas de *Thalassia testudinum* en la laguna de Términos, Campeche, México. *An. Inst. Cien. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México* **13**(3): 201-216
- Stoner, A. W. 1980. The role of seagrass biomass in the organization of benthic macrofaunal assemblages. *Bull. Mar. Sci.* **30**: 537-551
- Stoner, A. W. & F. G. Lewis. 1985. The influence of quantitative and qualitative aspects of habitat complexity in tropical seagrass meadows. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **94**: 19-40
- Sugihara, G. 1980. Minimal community structure: an explanation of species abundance patterns. *Amer. Nat.* **116**: 770-787

- Tussenbroek, B. I. van. 1994a. Aspects of the reproductive ecology of *Thalassia testudinum* in Puerto Morelos coral reef lagoon, Mexico. *Bot. Mar.* **37**: 413-419.
- Tussenbroek, B. I. van. 1994b. The impact of hurricane Gilbert on the vegetative development of *Thalassia testudinum* on Puerto Morelos reef lagoon: a retrospective study. *Bot. Mar.* **37**: 421-428.
- Tussenbroek, B. I. van. 1994c. Spatial and seasonal variability in biomass and leaf morphology of the manatee grass, *Syringodium filiforme*, in a tropical coral reef lagoon, Mexico.. *An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol., Univ. Nal. Autón. México* **21**(1-2): 15-22.
- Tussenbroek, B. I. van. 1995. *Thalassia testudinum* leaf dynamics in a Mexican Caribbean coral reef lagoon. *Mar. Biol.* **122**: 33-40
- Ugland, K. I. & J. S. Gray. 1982. Lognormal distributions and the concept of community equilibrium. *Oikos* **39**: 171-178
- Valentine, J. F. & K. L. Heck. 1993. Mussels in seagrass meadows: their influence on macroinvertebrate abundance and secondary production in the northern Gulf of Mexico. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **96**: 63-74
- Virstein, R. W. & R. K. Howard. 1987a. Motile epifauna of marine macrophytes in the Indian River lagoon, Florida. I. Comparisons among three species of seagrasses from adjacent beds. *Bull. Mar. Sci.* **41**: 1-12
- Virstein, R. W. & R. K. Howard. 1987b. Motile epifauna of marine macrophytes in the Indian River Lagoon, Florida. II. Comparisons between drift algae and three species of seagrasses. *Bull. Mar. Sci.* **41**: 13-26
- Weinstein, M. P. & K. L. Heck. 1979. Ichthyofauna of seagrass meadows along the Caribbean coast of Panama and in the Gulf of Mexico : composition, structure and community ecology. *Mar. Biol.* **50** : 97- 107
- Williams, A. B. 1984. *Shrimps, Lobsters, and Crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Maine to Florida*. Smithsonian Inst. Press, Washington. 550 pp.
- Young, D. K. & M. W. Young. 1977. Community structure of the macrobenthos associated with seagrass of the Indian River Estuary, Florida. Pp. 359-382 In: B. C. Coull (ed.) *Ecology of Marine Benthos*. Univ. of South Carolina Press Columbia.
- Zieman, J. C. 1982. *The Ecology of the Seagrasses of South Florida: A Community Profile*. FWS/OBS-5. US Fish and Wildlife Service, Washington. 123 pp.

APÉNDICE 1

Especies de crustáceos recolectados en la muestra total, con base en la clasificación propuesta por Bowman y Abele (1982).

Phylum, Subphylum o Superclase Crustacea

Clase Malacostraca

Subclase Hoplocarida

Orden Estomatopoda

Superfamilia Gonodactyloidea

Estomatopodo sp1

Estomatopodo sp2

Subclase Eumalacostraca

Superorden Peracarida

Orden Amphipoda

Suborden Gammaridea

Amfipodo sp1

Amfipodo sp2

Amfipodo sp3

Orden Isopoda

Isopodo sp1

Isopodo sp2

Suborden Anthuridea

Familia Anthuridae

Mesanthura sp

Suborden Flabellifera

Familia Aegidae

Aegidae sp1

Rocinela signata

Familia Sphaeromathidae

Paracerceis caudata

Suborden Valvifera

Familia Arcturidae

Arcturus purpureus

Familia Idoteidae

Cleantis sp

Superorden Eucarida

Orden Decapoda

Superfamilia Penaeoidea

Familia Penaeidae

Metapenaeopsis goodei

Familia Sicyoniidae

Sicyonia laevigata

APÉNDICE 1 (Continuación)

Suborden Pleocyemata

Infraorden Caridea

Superfamilia Palaemonoidea

Familia Gnathophyllidae

Gnathophyllum americanum

Familia Palaemonidae

Periclimenes pedersoni

Leander tenuicornis

Palaemonetes sp1

Palaemonetes sp2

Familia Alpheidae

Alfeido sp1

Alfeido sp2

Alfeido sp3

Alfeido sp4

Alfeido sp5

Alfeido sp6

Familia Hippolytidae

Hippolitido sp1

Latreutes fucorum

Latreutes parvulus

Tozeuma carolinense

Trachycaris restrictus

Thor sp

Familia Processidae

Processa sp

Infraorden Palinura

Superfamilia Palinuroidea

Familia Palinuridae

Panulirus argus

Infraorden Anomura

Anomuro sp1

Superfamilia Coenobitoidea

Coenobitido sp

Familia Diogenidae

Clibanarius tricolor

Dardanus sp

Diogenido sp1

Superfamilia Galattheoidea

Familia Porcellanidae

Porcelanido sp1

APÉNDICE 1 (Continuación)

Infraorden Brachyura

Superfamilia Dromioidea

Familia Dromiidae

Cryptodromiopsis antillensis

Superfamilia Leucosioidea

Familia Calappidae

Calappa sp

Superfamilia Majoidea

Familia Majidae

Chorinus heros

Microphrys bicomutus

Mithrax coryphe

Mithrax forceps

Mithrax sculptus

Mithrax sp1

Mithrax sp2

Mithrax sp3

Mithrax sp4

Epialtus sp

Macroceloma sp1

Macroceloma sp2

Pitho sp1

Podochela sp

Majido sp1

Majido sp2

Majido sp3

Majido sp4

Superfamilia Portunoidea

Familia Portunidae

Portunus sp

Superfamilia Xanthoidea

Familia Xanthidae

Paractaea sp

Pilumnus sp

Xanthido sp1

Xanthido sp2

Xanthido sp3

Xanthido sp4

APÉNDICE 2

Especies de moluscos recolectados en la muestra total, con base en la clasificación propuesta por Keen (1971).

Phylum Mollusca

Clase Polyplacofora

Chiton sp.

Clase Gastropoda

Gastrópodo sp1

Gastrópodo sp2

Gastrópodo sp3

Gastrópodo sp4

Gastrópodo sp5

Gastrópodo sp6

Gastrópodo sp7

Gastrópodo sp8

Gastrópodo sp9

Gastrópodo sp10

Gastrópodo sp11

Gastrópodo sp12

Gastrópodo sp13

Subclase Prosobranchia

Orden Archaeogastropoda

Superfamilia Fissurelloidea

Familia Fissurellidae

Diodora sp

Superfamilia Trochoidea

Familia Trochidae

Tegula fasciata

Calliostoma sp1

Calliostoma sp2

Familia Turbinidae

Astraea phoebia

Turbínido sp 1

Familia Phasianellidae

Tricolia sp

Superfamilia Neritoidea

Familia Neritidae

Smaragdia viridis

Orden Mesogastropoda

Superfamilia Cerithioidea

Familia Modulidae

Modulus modulus

APÉNDICE 2 (Continuación)

Familia Cerithiidae
Cerithium literatum
Cerithium sp

Familia Turritellidae
Vermicularia sp

Superfamilia Stromboidea

Familia Strombidae
Strombus sp

Superfamilia Crepiduloidea

Familia Crepidulidae
Crepidula sp1
Crepidula sp2

Suborden Heteroglossa

Superfamilia Epitonioidae

Familia Epitoniidae
Epitonium sp

Orden Neogastropoda

Superfamilia Muricoidea

Familia Columbellidae
Columbella mercatoria

Familia Nassariidae
Nassarius albus

Familia Fasciariidae
Fasciolaria sp

Familia Olividae
Olivella nivea

Familia Marginellidae
Prunum guttatum
Prunum sp

Superfamilia Conoidea

Familia Conidae
Conus sp

Subclase Opisthobranchia

Orden Cephalaspidea

Superfamilia Philinoidea

Familia Bullidae
Bulla sp

Orden Nudibranchia

Nudibranquio

Clase Bivalvia

Bivalvo sp1
Bivalvo sp2

APÉNDICE 2 (Continuación)

Subclase Pteriomorpha

Orden Arcoida

Superfamilia Arcoidea

Familia Arcidae

Arca sp

Orden Mytiloida

Superfamilia Mytiloidea

Familia Mytilidae

Modiolus americanus

Orden Pterioidea

Suborden Pteriina

Superfamilia Pterioidea

Familia Pteriidae

Pinctada sp

Suborden Pinnina

Superfamilia Pinnoidea

Familia Pinnidae

Pinnido sp1

Orden Limoida

Superfamilia Limoidea

Familia Limidae

Lima lima

Orden Ostreoida

Suborden Pectinina

Superfamilia Pectinoidea

Familia Pectinidae

Aequipecten sp

Subclase Heterodonta

Orden Veneroida

Superfamilia Chamoidea

Familia Chamidae

Chama sp

Clase Scaphopoda

Orden Dentaliidae

Dentalium sp

APÉNDICE 3

Especies de peces recolectados en la muestra total, con base en la clasificación propuesta por Moyle y Cech (1988).

Phylum Chordata

Clase Osteichthyes

Subclase Halecostomi

Orden Anguiliformes

Familia Ophichthidae

Ofictido sp1

Orden Lophiiformes

Familia Antennariidae

Antennarius sp

Orden Gasterosteiformes

Familia Syngnathidae

Hippocampus sp

Sygnatido sp1

Sygnatido sp2

Syngnathus sp

Familia Aulostomatidae

Aulostomus maculatus

Orden Scorpaeniformes

Familia Scorpaenidae

Scorpaena sp

Orden Perciformes

P sp1

P sp2

P sp3

P sp4

P sp5

P sp6

P sp7

P sp8

Familia Apogonidae

Apogonido sp1

Familia Lutjanidae

Lutjanus sp

Familia Haemulidae

Haemulon sp

Familia Chaetodontidae

Chaetodon capistratus

Familia Scaridae

Scarido sp1

APÉNDICE 3 (Continuación)

Familia	Chaenopsidae
	<i>Chaenopsis</i> sp
Familia	Blennidae
	<i>Paraclinus</i> sp
Familia	Gobiidae
	<i>Gobido</i> sp1
Familia	Gobiesocidae
	<i>Acyrtops beryllinus</i>
Familia	Acanthuridae
	<i>Acanthurus</i> sp
Orden	Pleuronectiformes
Familia	Bothidae
	<i>Bothus lunatus</i>
Orden	Tetradontiformes
Familia	Balistidae
	<i>Monacanthus</i> sp
Familia	Ostraciontidae
	<i>Lactophrys quadricornis</i>
Familia	Tetradontidae
	<i>Canthigaster rostrata</i>
	<i>Sphoeroides spengleri</i>

APÉNDICE 4

Especies misceláneas recolectadas en la muestra total, con base en la clasificación de Barnes (1989).

Phylum Annelida

Clase Polychaeta

Poliqueto sp1
Poliqueto sp2
Poliqueto sp3
Poliqueto sp4
Poliqueto sp5
Poliqueto sp6
Poliqueto sp7
Poliqueto sp8

Phylum Equinodermata

Clase Stellerioidea

Subclase Ophiuroidea

Orden Ophiurida

Ophioderma brevispinum
Ophiostigma isocanthum
Ophiothrix orstedii
Ophiosila hastreyeri
Ophiocoma echinata

Clase Echinoidea

Subclase Perischoechinoidea

Orden Cidaroida

Eucidaris tribuloides

Subclase Euechinoidea

Orden Temnopleuroidea

Triploneustes ventricosus
Lytechinus variegatus

Phylum Porifera

Clase Demospongiae

Esponja sp1
Esponja sp2
Esponja sp3
Esponja sp4

Phylum Cnidaria

Clase Anthozoa

Coral sp1
Coral sp2
Manicina areolata

APÉNDICE 4 (Continuación)

Phylum Arthropoda

Clase Pycnogonida

Pycnogonido sp1

Grupos no identificados

☐ sp1

☐ sp2

☐ sp3

☐ sp4

☐ sp5

☐ sp6

☐ sp7

☐ sp8

APÉNDICE 5

Número de individuos de cada especie de los grupos a) Crustacea, b) Molusca, c) Písces y d) Miscelánea recolectado en el conjunto de 10 arrastres diurnos y 10 nocturnos en cada estación de muestreo.

Especies	Estación									
	I		II		III		IV		V	
	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
Estomatopodo sp1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	7
Estomatopodo sp2	0	19	0	21	4	24	0	0	0	8
Amfipodo sp1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Amfipodo sp2	0	1	1	0	0	1	3	4	0	2
Amfipodo sp3	0	2	0	2	0	3	0	3	0	6
Isopodo sp1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Isopodo sp2	0	8	3	1	1	3	1	0	0	0
Mesanthura sp	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Aegidae sp1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Rocinela signata	0	20	0	24	0	20	0	1	0	3
Paracerceis caudata	0	1	0	0	0	6	0	0	1	5
Arcturus purpureus	0	8	0	23	0	21	0	4	0	20
Cleantis sp	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Metapenaeopsis goodei	0	0	0	0	0	0	1	0	2	2
Sicyonia laevigata	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
Gnathophyllum americanu	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Palaemonetes sp1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Periclimenes pedersoni	0	5	1	26	5	32	1	24	2	7
Leander tenuicornis	0	9	0	6	0	6	0	1	0	6
Palaemonetes sp2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Alfeido sp1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
Alfeido sp2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Alfeido sp3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1
Alfeido sp4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Alfeido sp5	1	0	2	0	75	82	140	120	18	28
Alfeido sp6	1	8	0	5	0	11	1	1	1	7
Latreutes fucorum	1	4	0	0	0	5	0	4	0	5
Thor sp	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hippolytoid sp1	2	41	27	47	42	36	7	8	21	37
Tozeuma carolinense	2	22	0	30	7	32	0	30	20	109
Trachycaris restrictus	2	248	0	486	0	497	2	201	8	413
Latreutes parvulus	2	14	1	11	6	19	5	105	0	4
Processa sp	3	2	1	40	3	30	1	3	3	30
Panulirus argus	3	84	8	72	35	142	29	37	17	123
Anomuro sp1	3	45	6	24	11	71	5	17	4	25
Coenobitoideo sp1	5	325	2	194	12	350	3	5	1	106

APÉNDICE 5 (Continuación)

a) Crustacea.											
Estación	I		II		III		IV		V		
Especies	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	
Coenobitoideo sp1	5	325	2	194	12	350	3	5	1	106	
Diogenido sp1	138	164	0	7	0	58	15	207	0	0	
Dardanus sp	139	54	90	115	145	134	90	80	40	22	
Porcelanido sp1	154	322	135	973	276	899	209	381	136	334	
Cyprodromiopsis antillensis	291	475	272	1238	695	1504	401	792	195	652	
Calappa sp	315	1373	167	1372	838	1840	58	121	6	127	
Spaelophorus sp	412	2274	156	2222	640	3399	96	118	110	690	
Pitho sp1	502	2503	152	1377	369	2609	506	2604	46	884	
Majido sp1	33	30	16	15	76	37	13	1	5	44	
Mithrax sp1	1	2	0	2	1	1	0	0	0	0	
Mithrax sp2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mithrax sp3	1	0	0	0	3	0	0	0	1	0	
Majido sp2	1	1	0	2	1	0	0	0	2	1	
Podocheila sp	1	4	0	0	1	0	9	1	3	4	
Mithrax sp4	1	2	0	2	4	1	1	2	0	0	
Microphrys bicornutus	0	4	1	0	3	0	1	0	5	1	
Macroceloma sp1	0	1	0	1	3	3	0	0	2	5	
Mithrax forceps	0	0	0	5	0	3	3	2	3	2	
Mithrax sculptus	0	0	0	0	0	3	0	0	2	13	
Mithrax coryphe	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	
Epialtus sp	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
Majido sp3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Chorinus heros	0	14	0	3	0	9	0	3	0	4	
Majido sp4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
Macroceloma sp2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	
Portunus sp	1	40	1	26	1	57	0	37	0	17	
Xanthido sp1	24	39	5	8	67	15	10	0	8	5	
Xanthido sp2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Paractaea sp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Xanthido sp3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Pilumnus sp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Xanthido sp4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	

APÉNDICE 5 (Continuación)

Especies	Estación									
	I		II		III		IV		V	
	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
<i>Modiolus americanus</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinctada</i> sp	0	0	0	1	2	1	1	1	0	0
<i>Pinnido</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lima lima</i>	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aequipecten</i> sp	0	3	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Chama</i> sp	0	11	0	0	0	0	0	0	3	2
<i>Dentalium</i> sp	4	0	1	0	3	1	2	0	0	5

APÉNDICE 5 (Continuación)

c) Pisces											
Especies	Estación										
	I		II		III		IV		V		
	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N	
Ofictido sp1	0	4	0	4	0	1	0	0	0	0	
<i>Antennarius</i> sp	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Hippocampus</i> sp	1	0	1	0	1	1	0	0	4	0	
Sygnatido sp1	0	1	0	0	0	2	0	0	1	3	
Sygnatido sp2	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	
<i>Syngnathus</i> sp	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
<i>Aulostoma maculatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Scorpaena</i> sp	1	3	0	3	0	2	0	3	1	1	
P sp1	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	
P sp2	2	0	3	0	2	0	1	0	2	0	
P sp3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P sp4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
P sp5	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	
P sp6	0	2	0	0	0	0	0	0	5	0	
P sp7	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	
P sp8	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	
Apogonido sp1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Lutjanus</i> sp	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Haemulon</i> sp	5	25	10	18	1	27	0	1	0	0	
<i>Chaetodon capistratus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
Scarido sp1	26	167	17	77	40	65	8	10	7	0	
<i>Chaenopsis</i> sp	1	0	0	0	2	0	0	0	1	0	
<i>Paraclinus</i> sp	4	25	1	11	2	29	0	9	7	0	
Gobido sp1	0	1	0	3	0	4	1	0	0	0	
<i>Acyrtops beryllina</i>	0	1	3	3	1	5	0	3	5	0	
<i>Acanthurus</i> sp	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Bothus lunatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Monacanthus</i> sp	0	24	12	20	24	26	7	3	2	0	
<i>Lactophrys quadricornis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Canthigaster rostrata</i>	2	0	0	0	2	0	0	1	0	0	
<i>Sphoeroides spengleri</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	

APÉNDICE 5 (Continuación)

Especies	Estación									
	I		II		III		IV		V	
	D	N	D	N	D	N	D	N	D	N
Poliqueto sp1	2	0	3	0	3	1	1	0	6	0
Poliqueto sp2	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
Poliqueto sp3	0	0	0	0	2	0	2	0	0	2
Poliqueto sp4	0	1	1	0	6	0	1	0	0	0
Poliqueto sp5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Poliqueto sp6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Poliqueto sp7	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Poliqueto sp8	0	2	0	0	0	2	2	0	8	10
<i>Ophioderma brevispinum</i>	0	5	1	0	5	4	0	0	1	0
<i>Ophiostigma isocanthum</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Ophiothrix orstedii</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1
<i>Ophiosila hastreya</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Ophiocoma echinata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Eucidaris tribuloides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Tripneustes ventricosus</i>	0	1	0	0	0	2	0	2	0	7
<i>Lytechinus variegatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Esponja sp1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Esponja sp2	1	0	0	0	0	0	0	0	16	1
Esponja sp3	0	0	0	0	7	0	0	41	18	0
Esponja sp4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Coral sp1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Coral sp2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Manicina areolata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Pycnogonido sp1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
O sp1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
O sp2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
O sp3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
O sp4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
O sp5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
O sp6	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
O sp7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
O sp8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2