



Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología

Universidad Nacional Autónoma de México



**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE LA FAUNA DE CARIDEOS
ASOCIADOS A
PASTIZALES MARINOS EN BAHÍA DE LA ASCENSIÓN,
RESERVA DE LA BIOSFERA SIAN KA'AN, QUINTANA ROO,
MÉXICO**

T E S I S

que para obtener el grado académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

(Biología Marina)

p r e s e n t a

MARÍA AZUCENA CARBALLIDO CARRANZA

Director de Tesis: Dr. RAMIRO ROMÁN CONTRERAS

Comité Tutorial: Dra. PATRICIA BRIONES FOURZÁN
Dr. FERNANDO ÁLVAREZ NOGUERA
Dra. MAITE MASCARO MIQUELAJAUREGUI
Dr. ADOLFO GRACIA GASCA

México, D.F. 2006



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.

**A MI FAMILIA,
POR SU INFINITA PACIENCIA**

**ECCE NATURA
OMNIBUS FORMOSIOR**

ÍNDICE

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES	5
HIPÓTESIS	8
OBJETIVOS	9
ÁREA DE ESTUDIO	10
MÉTODOS	12
Trabajo de Campo	12
Trabajo de Laboratorio	13
Análisis de Datos	14
RESULTADOS	16
1. Entorno Ambiental	16
2. Composición y Abundancia	16
Generalidades	16
Variación Espacial	18
Variación Temporal	23
Asociación de Especies	24
3. Diversidad	25
4. Aspectos Reproductivos	29
5. Incidencia Parasitaria	31
DISCUSIÓN	33
1. Entorno Ambiental	33
2. Composición y Abundancia	34
Generalidades	34
Variación Espacial	40
Variación Temporal	41
Asociación de Especies	42
3. Diversidad	47
4. Aspectos Reproductivos	48
5. Incidencia Parasitaria	51
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	57

RESUMEN

Con el fin de hacer una caracterización inicial de la fauna Caridea asociada a pastizales marinos en Bahía de la Ascensión (Quintana Roo, México), se obtuvieron datos ecológicos a partir de 45,048 organismos colectados en dos muestreos correspondientes a las épocas previa y posterior al periodo de lluvias (mayo de 2002 y enero de 2003). Los aspectos abordados fueron: composición y diversidad de especies, abundancia y distribución de organismos, talla mínima y poblacional de madurez sexual, razón sexual y proporción de hembras ovígeras (especies abundantes), e incidencia parasitaria de isópodos bopíridos. El material biológico fue colectado mediante 39 arrastres realizados con una red de pañín y como referencia del marco ambiental se dispuso de datos de temperatura y salinidad del agua, así como distancia a la playa y profundidad en cada punto de muestreo. Los métodos usados incluyeron el cálculo de la riqueza máxima de especies (Chao2), la aplicación de los índices de diversidad (HD_1) y equitatividad (J'), el conteo y el sexado de organismos, la medición de la longitud del caparazón en hembras ovígeras, la obtención de la talla L_{50} (de madurez poblacional), y la utilización de métodos multivariados (Análisis Cluster y Análisis Discriminante Múltiple) y pruebas de hipótesis (t de Student y χ^2 cuadrada) para el análisis espacial y temporal de datos.

Se registraron 28 especies de decápodos carideos en total, de las cuales 24 especies fueron halladas durante mayo, 22 especies fueron encontradas durante enero y 13 especies representaron registros nuevos para esta bahía. La riqueza máxima calculada fue de 31 especies. La diversidad de esta fauna varió espacialmente, pero mostró en general niveles medios y altos como consecuencia de la co-dominancia de varias especies y la alta riqueza específica existentes. Los muestreos evidenciaron un 64% de especies comunes y los análisis estadísticos no indicaron diferencia temporal significativa en cuanto a diversidad y equitatividad, por lo cual se concluyó que la composición específica de esta fauna no varió temporalmente de manera notable. Las especies muy comunes y abundantes se identificaron como un grupo particularmente asociado al sistema de pastizal marino. Aunque la abundancia de organismos mostró amplia variación entre puntos de muestreo, dicha variación no mostró ningún patrón o gradiente espacial definido. La abundancia total disminuyó de 27,756 organismos colectados en mayo a 17,292 organismos colectados en enero, sin embargo, la abundancia promedio de ambos muestreos no mostró diferencia significativa. La densidad de organismos fue de 5.1 por metro cuadrado. La razón sexual resultó diferente entre especies y entre periodos de estudio, con una tendencia a la disparidad, principalmente a favor de los machos. La proporción de hembras en estado ovígero también varió de una especie a otra y temporalmente cambió de modo significativo en casi todas las especies analizadas. Las tallas mínima y poblacional de madurez sexual fueron pequeñas como se esperaba dadas las características ecológicas de esta fauna. Se encontraron parásitos en nueve especies de carideos, en tres de las cuales la incidencia parasitaria superó el 1% y varió significativamente de un muestreo a otro. En general, los datos ambientales disponibles no mostraron relación estrecha con las variables ecológicas estudiadas y sólo la temperatura mostró una variación temporal significativa. Como conclusión general se sostuvo que, con relación a la fauna Caridea, los pastizales en esta bahía representan un sistema muy dinámico a escalas pequeñas, pero estable ambiental y biológicamente a escalas mayores.

INTRODUCCIÓN

Los pastos marinos representan uno de los rasgos característicos de las zonas costeras someras tanto en zonas templadas como tropicales (den Hartog, 1980). Las praderas o pastizales marinos han sido descritos como agentes estabilizadores del sedimento y de la línea de costa pues son capaces de atenuar el movimiento físico del agua y así promover el proceso de sedimentación (McRoy y Helfferich, 1980; Ogden, 1980; Hemminga y Duarte, 2000). Estos ecosistemas marinos han sido reiteradamente descritos como ecosistemas complejos, diversos y productivos, donde el follaje de los pastos y su vegetación asociada proporciona variedad de hábitats, refugio, alimento y zonas de crianza para numerosos organismos, principalmente invertebrados y peces (den Hartog, 1980; Heck y Orth, 1980a y b; Zieman y Wetzel, 1980; Gore *et al.*, 1981; Lewis y Stoner, 1983; Livingston, 1984; Heck *et al.*, 1995; Hemminga y Duarte, 2000; Raposa y Oviatt, 2000).

Los camarones carideos son crustáceos decápodos que, si bien no poseen la misma importancia pesquera que los penéidos, sí presentan un número importante de especies de importancia comercial como organismos de ornato (Calado, *et al.*, 2001; Lin *et al.*, 2001). Este grupo tiene gran relevancia ecológica ya que pueden ser consumidores primarios (primeros estadios larvales), consumidores secundarios, detritívoros, carroñeros y, dado que presentan estadios planctónicos, también representan un eslabón entre la columna de agua y el ambiente bentónico (Sastry, 1983a; McConaughy, 1992). En determinados ecosistemas los decápodos carideos pueden ser un integrante abundante y diverso, lo cual incrementa su importancia ecológica; tal es el caso de los pastizales marinos donde estos camarones suelen constituir, en cuanto a número de especies y/o número de organismos, un porcentaje importante de la fauna de invertebrados (Hooks *et al.*, 1976; Heck, 1977; Gore *et al.*, 1981; Dugan y Livingston, 1982; Bauer, 1985; Leber y Greening, 1986; Monroy-Velázquez, 2000).

Al igual que otros sistemas tropicales, los pastizales marinos tropicales fueron considerados durante algún tiempo como ecosistemas sujetos a menor estrés y menor variación estacional en comparación con sus similares templados. Sin embargo, estudios posteriores han demostrado que los ecosistemas de pastos marinos tropicales presentan variaciones temporales y geográficas a diferentes escalas, tanto en diversidad como en abundancia de organismos. En este sentido, los pastizales marinos tropicales son tanto o más complejos que los templados y parecería inapropiado hablar de aquellos como sistemas más estables (Heck, 1977). Dentro de dicha complejidad ecológica, los flujos de energía y la estructura trófica no han sido satisfactoriamente descritos y entendidos (Kikuchi, 1980; Klug, 1980; Ogden, 1980; Livingston, 1984; Hemminga y Duarte, 2000). Como parte de la fauna de pastizales marinos los camarones carideos son un numeroso grupo de organismos que no consumen directamente la producción primaria ofrecida por el crecimiento de los pastos, sino que obtienen beneficio de éstos en cuanto a variedad de hábitat, accesibilidad de refugio y alta disponibilidad de alimento a través de la acumulación de organismos que coinciden en este tipo de sistema (Ogden, 1980; Kikuchi, 1980).

Entre las adaptaciones ecológicas de estos organismos, un aspecto que genera gran interés es el desarrollo de relaciones simbióticas. Estas relaciones son frecuentes en los crustáceos y son

establecidas entre especies del mismo taxón o de diferentes taxa. En particular, los crustáceos decápodos son hospederos de diversos animales en relaciones frecuentemente establecidas con especificidad. La familia de isópodos ectoparásitos Bopyridae aparece en esta amplia gama de relaciones simbióticas e incluye alrededor de 500 especies, casi todas parásitas de crustáceos decápodos (Markham, 1979), particularmente carideos. Al parecer, en el curso de la evolución los decápodos se han convertido en el blanco principal en relación a la radiación de isópodos ectosimbiontes (Ross, 1983); sin embargo, a pesar de que estas relaciones de parasitismo son frecuentes y abundantes no han sido suficientemente estudiadas y explicadas (Ross, 1983).

Puesto que los camarones carideos representan un componente importante en los ecosistemas de pastos marinos, resulta interesante y útil conocer las variaciones en la abundancia y diversidad, así como otros aspectos biológicos (por ejemplo, aspectos reproductivos, de alimentación y de relaciones ecológicas) de éste y otros componentes de los pastizales marinos como una primera aproximación de la estructura de la comunidad (Ogden, 1980; Livingston, 1984). Resulta también de gran interés el comprender con mayor detalle los procesos y rasgos ecológicos que determinan al ecosistema de pastizales marinos como un ambiente sumamente favorable para el desarrollo de biotas diversas y abundantes, particularmente considerando que la alta producción primaria de los pastos marinos no es, en su mayoría, directamente aprovechada por consumidores secundarios típicos de tramas tróficas clásicas (den Hartog, 1980).

ANTECEDENTES

Gran parte de la importancia ecológica atribuida a los pastizales marinos reside en la heterogeneidad espacial (Gore *et al.*, 1981) y en la disponibilidad de alimento que brindan los pastos en conjunto con algas asociadas (Kikuchi, 1980; Klug, 1980; Ogden, 1980; Heminga y Duarte, 2000). Para la zona del Caribe mexicano y el Golfo de México existe información relacionada con la composición específica y complejidad morfológica de los pastos marinos, así como de las algas bentónicas (Gómez-Pedroso, 1987; van Tussenbroek, 1994a, 1994b, 1995, 1998; Gallegos *et al.*, 1992, 1993, 1994; Rodríguez-Almazán, 1997; Reyes-Zavala, 1998; Ortega *et al.*, 2001). Según esta información en el Mar Caribe es posible encontrar tres especies de pastos marinos: *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme* y *Halodule wrightii* (Ogden, 1980; Salazar-Vallejo y González, 2000b) y que en el litoral de la reserva de Sian Ka'an, los sistemas de pastizal marino están integrados principalmente por los pastos *Syringodium filiforme* y *Thalassia testudinum* y por algas de los géneros *Acetabularia*, *Batophora*, *Avrainvillea*, *Udotea*, *Halimeda*, *Penicillus*, *Rhipocephalus*, *Laurencia*, *Fosliella*, *Champia* y *Chondria* (Aguilar-Rosas, 1990).

El estudio de la fauna asociada a pastizales marinos ha sido abordado inicialmente en términos descriptivos de la riqueza específica, la abundancia, los cambios de estas variables y su relación con la presencia, variedad, abundancia y características de los pastos marinos y macroalgas que conforman estos sistemas. A partir de los resultados de muchos de estos trabajos han podido hacerse las siguientes generalizaciones: i) la abundancia y riqueza específica de invertebrados suelen ser significativamente mayores en áreas con vegetación que en áreas sin ésta, ii) la abundancia de estos organismos mantiene una aparente relación directa con la biomasa y el tipo de pastos marinos, iii) existen variaciones temporales en la abundancia de esta fauna, en particular a altas latitudes, y iv) tanto la abundancia como la riqueza específica presentan valores más altos en muestreos nocturnos que en colectas diurnas (Heck, 1977, 1979; Heck y Wetstone, 1977; Heck y Orth, 1980a; Greening y Livingston, 1982; Lewis y Stoner, 1983; Orth *et al.*, 1984; Heck *et al.*, 1989, 1995; Mellors y Marsh, 1993; Barba-Macías, 1995; Arrivillaga y Baltz, 1999; Estrada-Olivo, 1999; Monroy-Velázquez, 2000; Salazar-Vallejo y González, 2000a).

También existen estudios que han tratado de explicar las variaciones en abundancia y diversidad de la fauna de invertebrados asociados a pastizales marinos en relación a variables ambientales como la temperatura y la salinidad, y en términos de interacciones ecológicas como la competencia y la depredación (Heck, 1977, 1979; Heck y Wetstone, 1977; Heck y Orth, 1980b; Gore *et al.*, 1981; Livingston, 1984). Los datos aportados por estos estudios establecen que, en general, mucha de la variación en abundancia y diversidad de esta fauna se da a través del efecto que los cambios ambientales tienen en la vegetación (pastos y algas), y del efecto que los cambios en la vegetación tiene a su vez en las interacciones ecológicas.

En el Caribe mexicano los trabajos sobre fauna béntica no son abundantes y los estudios sobre pastizales marinos y su fauna asociada son escasos. De manera general los trabajos iniciales han corroborado la influencia del entorno físico (sustrato, profundidad, salinidad, temperatura, etc.)

sobre el tipo y características de la fauna béntica existente (Arriaga, 1985; Inclán-Rivadeneira, 1989; Salazar-Vallejo *et al.*, 1991) y se han ocupado de iniciar un censo faunístico básico, incluyendo algunos datos ecológicos (Chace, 1972; Williams, 1984; Inclán-Rivadeneira, 1989; Markham *et al.*, 1990; Markham y Donath-Hernández, 1990; López-Rivas, 1994; Salazar-Rosas, 1995; Estrada-Olivo, 1999; Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2002).

Para los sistemas de pastizal marino del Caribe mexicano los antecedentes disponibles muestran que la fauna de invertebrados bentónicos puede ser muy abundantes y rica en especies; tal es el caso de moluscos (López-Rivas, 1994; Estrada-Olivo, 1999) y crustáceos (Estrada-Olivo, 1999; Monroy-Velázquez, 2000) los cuales parecen ser más abundantes y más diversos durante el verano o periodo de lluvias (López-Rivas, 1994; Monroy-Velázquez, 2002). Estos antecedentes señalan además que en grupos faunísticos se presenta mucha variabilidad espacial. El estudio de Sánchez-Quiñones (2005) es el único antecedente con objetivos enfocados a establecer la composición de especies, la abundancia y los cambios de estas variables en la fauna de camarones carideos de pastizales marinos en el Caribe mexicano. Este trabajo fue realizado en Bahía del Espíritu Santo (Quintana Roo, México) en los meses de mayo y noviembre de 2001 y establece la presencia de al menos 22 especies repartidas en las familias Hippolytidae, Palaemonidae, Alpheidae, Pasiphaeidae y Processidae. Este autor encontró que la abundancia, la riqueza específica y la diversidad de carideos son mayores en el mes de mayo, y que en esta bahía existen zonas diferentes en cuanto a la composición y las características de esta fauna.

Los aspectos de la reproducción en los carideos tienen relación, con variables tanto ambientales como ecológicas, y tienen además gran impacto en sus ciclos de vida (ver Wenner, 1972; Pianka, 1974; Berglund, 1981; Alon y Stancyk, 1982; Guzmán-Arroyo *et al.*, 1982; Sastry, 1983b; Zupo, 1994, 2001; Mazzoni y Caramaschi, 1995; Abrams y Rowe, 1996; Anger y Moreira, 1998; Roa y Tapia 1998; Robertson y Butler, 2003). Algunos trabajos han mencionado, aunque de manera suplementaria, aspectos reproductivos de las poblaciones de carideos que habitan pastizales marinos; en la mayoría de los casos estos han sido datos sobre la condición ovígera de los organismos y la talla y época de colecta de esas hembras ovígeras, y forman parte de la información ecológica general de las especies registradas (Chace, 1972; Williams, 1984; Heck, 1977; Dardeau *et al.*, 1980; Christoffersen, 1982; Coen y Heck, 1983; Dugan 1983; Corey y Reid, 1991; Martínez-Iglesias *et al.*, 1996b).

A partir de muchos de estos datos, así como de los trabajos de Bauer (1986, 1989, 1992, 2001, 2002) y Bauer y VanHoy (1996) ha sido posible determinar que los carideos de pastizales marinos tropicales se reproducen de manera continua, tanto individual como poblacionalmente; se ha podido establecer también que estos camarones pueden presentar un sistema reproductivo gonocórico, hermafrodítico protándrico o hermafrodítico simultáneo.

Para las especies de carideos en pastizales marinos del Caribe mexicano se ha registrado que la proporción sexual es variable entre especies, localidades y épocas muestreadas pero parece mantener una tendencia al predominio de hembras y, por otro lado, se ha determinado que la

proporción de ovígeras es también variable entre especies, pero no presenta cambios temporales significativos en la mayoría de las especies (Sánchez-Quiñones, 2005).

Con respecto a los isópodos que parasitan carideos, en años recientes se ha llegado a constituir una acervo importante de información sobre diversidad, morfología, distribución y taxonomía de bopíridos. Sin embargo, los aspectos ecológicos del parasitismo y los efectos que los parásitos pueden causar en la fisiología de los hospederos y en la dinámica poblacional de estas especies aun no están totalmente entendidos (Anderson y May, 1978); entre estos posibles efectos pueden mencionarse la castración parasítica de hospederos y los efectos de esta castración en el parásito, el hospedero, y sus respectivas poblaciones (Baudoin, 1974; Beck, 1979, 1980).

En el Atlántico Noroccidental se han registrado 37 especies parásitas y 73 especies hospederas (Markham, 1985), mientras que en el Mar Caribe se ha reportado la presencia de 49 especies de estos epicarideos (Kensley y Schotte, 1989). Los antecedentes sobre la relación entre isópodos bopíridos parásitos y sus hospederos carideos en litorales mexicanos son muy escasos y están conformados principalmente por listados de especies parásitas y especies hospederas (Markham y Donath-Hernández, 1990; Markham *et al.*, 1990; Sánchez-Quiñones, 2005). Para pastizales marinos existen algunos datos obtenidos en el Golfo de México y en Bahía del Espíritu Santo (Quintana Roo), que indican que la presencia de parásitos bopíridos puede variar mucho de una especie caridea hospedera a otra, y que los niveles de infestación en cada especie pueden también ser muy cambiantes en tiempo y espacio (Romero-Rodríguez, 2004; Román-Contreras y Romero-Rodríguez, 2005; Sánchez-Quiñones, 2005).

HIPÓTESIS

Las regiones tropicales y subtropicales presentan variaciones climáticas menos severas que aquellas presentes en sistemas de latitudes mayores; sin embargo, estas regiones poseen temporalidad en términos de precipitación pluvial, es decir, existe una estacionalidad en cuanto a lluvias y secas además de presentar variaciones importantes con relación a factores como el fotoperiodo y el patrón de vientos predominantes. Lo anterior permite suponer que además de la temperatura otros factores ambientales como la precipitación, la salinidad y la circulación superficial del agua pueden producir cambios temporales y/o espaciales en la biota de los sistemas acuáticos tropicales y subtropicales. Así, la presente propuesta se hace suponiendo que la riqueza específica, la diversidad, la abundancia, la actividad reproductiva y la presencia de bopíridos parásitos en las poblaciones de carideos asociadas a pastos marinos de Bahía de Ascensión (Quintana Roo, México) varían espacial y temporalmente en relación al cambio estacional lluvias-secas.

Se espera entonces que:

- a) La riqueza de especies y la abundancia en la fauna Caridea asociada a pastizales marinos en Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, Mex., sean altas.
- b) La diversidad y la abundancia de esa fauna se vean afectadas por la estacionalidad de secas y lluvias.
- c) La actividad reproductiva presente variaciones con respecto a la temporalidad de secas-lluvias.
- d) La proporción de organismos parasitados por isópodos bopíridos en las poblaciones de carideos cambie en relación a la estacionalidad de secas y lluvias.
- e) Existan diferencias espaciales en las características ecológicas estudiadas

OBJETIVOS

Objetivo General

Caracterizar la fauna de crustáceos carideos asociados a pastizales marinos en Bahía de la Ascensión (Quintana Roo, México) en términos de riqueza específica, diversidad, abundancia, niveles de infestación parasitaria, actividad reproductiva y distribución espacial de estos atributos en dos épocas climáticas diferentes del año.

Objetivos Particulares

- 1) Determinar la composición específica de la fauna de carideos asociados a pastizales marinos en Bahía de la Ascensión.
- 2) Determinar la abundancia relativa y la densidad de la fauna de carideos asociados a pastizales marinos en Bahía de la Ascensión.
- 3) Calcular la diversidad de la fauna de carideos asociados a pastizales marinos en Bahía de la Ascensión.
- 4) Determinar la proporción de hembras y de hembras ovígeras, la talla mínima de madurez sexual y obtener una estimación de la talla poblacional de madurez sexual para los carideos asociados a pastizales marinos en Bahía de la Ascensión.
- 5) Identificar las especies parasitadas y la proporción de organismos parasitados por isópodos bopíridos en las poblaciones de carideos asociados a pastizales marinos en Bahía de la Ascensión.
- 6) Determinar la variación espacial en las características estudiadas de la fauna de carideos de la Bahía de la Ascensión.

ÁREA DE ESTUDIO

La Bahía de la Ascensión es una bahía somera localizada entre los 19° 30' y 19° 50' de latitud norte y los 87°25' y 87° 50' de longitud oeste (figura 1). Esta bahía se ubica en la costa caribeña de la península de Yucatán, en el estado de Quintana Roo (México) y forma parte de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. La línea costera de esta reserva tiene una longitud de aproximadamente 100 km y posee un sistema de coral de borde y barrera, prácticamente a todo lo largo de dicha línea. Las bahías del Espíritu Santo y de la Ascensión representan el rasgo geomorfológico más relevante de esta porción del margen continental de esta zona, cuya composición es fundamentalmente calcárea (Jordán-Dahlgren, 1993; Jordán-Dahlgren *et al.*, 1994). La plataforma continental en toda esta región es estrecha y de pendiente suave. La fisiografía costera en el área de la Reserva Sian Ka'an alterna playas rocosas y playas arenosas. Tanto en Bahía de la Ascensión como en Bahía del Espíritu Santo, la línea de costa está poblada por sistemas de manglar con diversos grados de desarrollo (Inclán-Rivadeneira, 1989; Olmsted y Durán, 1990).

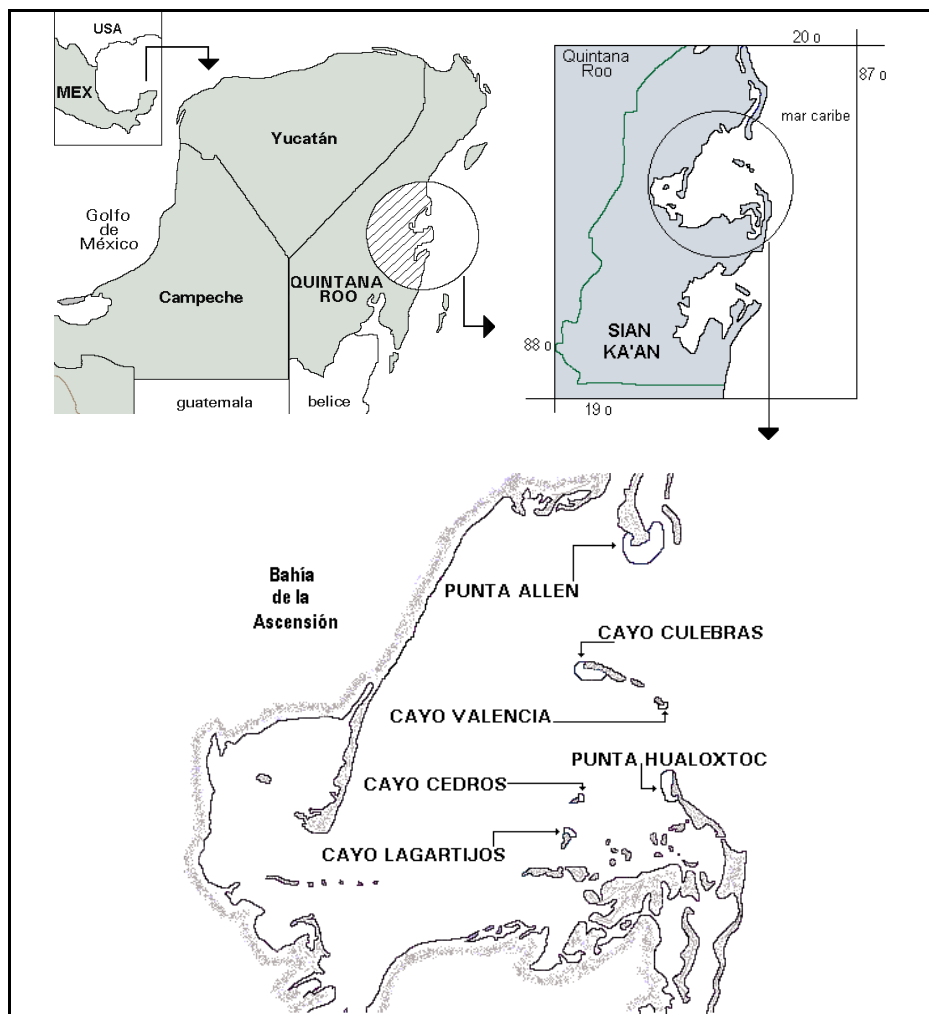


FIGURA 1. Localización del área de estudio y zonas de muestreo. Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México.

El clima de esta zona es, como en el resto de la península, cálido subhúmedo (Arriaga, 1985). De acuerdo con Merino y Otero (1991) los vientos predominantes son los alisios para el periodo febrero-julio, con un periodo de transición que da lugar a la temporada de nortes que abarca de octubre a enero aproximadamente. Por su parte Suárez-Morales y Gasca (1996) identifican tres periodos climáticos: época de secas (marzo-junio), época de lluvias (julio-octubre) y época de nortes (noviembre-febrero). Sin embargo, toda la península de Yucatán representa una región de gran variabilidad meteorológica (Briones-Forzán, com. pers.). Los niveles de precipitación pueden variar mucho de un año a otro y presentan un promedio anual de 1023.3 mm, con mayores precipitaciones durante el periodo mayo-octubre. La influencia de la lluvia por vía fluvial es reducida por la virtual inexistencia de ríos, dada la alta permeabilidad del sustrato. Sin embargo, por el carácter cárstico del suelo de toda la península, se supone la existencia de aportes importantes de agua dulce hacia la costa a través de aguas subterráneas, sobre todo en la zona lagunar (Campechén, Boca Paila, San Miguel y La Ría) al norte (Jordán-Dahlgren *et al.*, 1994; Chiappa-Carrara *et al.*, 2003) y en la parte interna (Espejel, 1983, citado en Inclán-Rivadeneira, 1989) de la Bahía de la Ascensión.

La circulación superficial marina en el área frente a Quintana Roo corresponde al patrón general de la Corriente del Caribe, la cual fluye con dirección sur-norte, y existe una contracorriente costera en dirección opuesta. La hidrodinámica en esta zona incluye giros asociados a puntas y cabos de la línea de costa, los cuales junto con los patrones locales de viento determinan la interacción de aguas de origen marino con aguas características de las bahías (Merino-Ibarra, 1986; Suárez-Morales y Rivera-Arriaga, 1998). Este esquema de circulación e interacción hidrológica ha sido usado para explicar el comportamiento espacial y temporal de algunos componentes faunísticos al norte (Chiappa-Carrara, *et al.*, 2003) y al interior de la Bahía de la Ascensión (Inclán-Rivadeneira, 1989; Suárez y Gasca, 1994; Gasca *et al.*, 1994; Suárez-Morales y Gasca, 1996).

Jordán-Dahlgren *et al.* (1994) mencionan que los registros hidrológicos para esta área son muy escasos y refieren que la salinidad del agua en las zonas aledañas a las bahías varía generalmente entre 35ppm y 36ppm, mientras que el intervalo de temperatura media superficial en esas mismas zonas va de los 23°C a los 31°C. Suárez-Morales y Gasca (1996) registran que a lo largo del año la salinidad presenta un promedio máximo 35.8ppm en julio y un promedio mínimo de 25.6ppm en diciembre, mientras que la temperatura presenta un máximo de 32°C durante agosto y un mínimo de 21°C. La vegetación marina en esta región del Caribe está dominada por los pastos marinos *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, con presencia importante en algunas zonas del alga *Lobophora variegata* (Jordán-Dahlgren *et al.*, 1994; Rodríguez-Almazán, 1997).

En Bahía de la Ascensión los pastizales marinos están formados por *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme*, con gran predominancia de *T. testudinum* (Inclán-Rivadeneira, 1989; Jordán-Dahlgren *et al.*, 1994; Lozano-Álvarez, 1992). De acuerdo con Eggleston *et al.* (1990), Lozano-Álvarez *et al.* (1991) y Lozano-Álvarez (1992) la zona externa de la bahía presenta un fondo duro y arenoso, y los pastizales marinos son densos o moderadamente densos con presencia de algas de los géneros *Halimeda*, *Penicillus* y *Udotea*, principalmente.

MÉTODOS

TRABAJO DE CAMPO

Las muestras fueron obtenidas en mayo de 2002 (antes de la época de lluvias) y enero de 2003 (terminada la temporada de lluvias), mediante arrastres sobre el fondo realizados con una red de patín con boca de 0.7 m de ancho, 0.2 m de alto y 1.2 m de fondo. Dicha red consta de una estructura de aluminio proyectada a partir de la boca, dentro de la cual se fijan dos redes: una interna con luz de malla de aproximadamente 1.25 cm, y una externa con luz de malla de 800 micras. La red externa termina en un colector flexible hecho con malla de 500 micras. Se efectuó un sólo arrastre en cada punto de colecta y dichos arrastres se hicieron exclusivamente sobre lechos de pastos marinos. Los puntos de colecta se ubicaron siempre en aguas someras (profundidad ≤ 1.5 m) y la maniobra se desarrolló a bordo de una embarcación pequeña, a una velocidad aproximada de 1.5 nudos, durante un tiempo estándar de 7 minutos.

La red de estaciones se conformó de 19 puntos de colecta para el muestreo de mayo del 2002 (Mayo/02) y 20 puntos de colecta para el muestreo de enero del 2003 (Enero/03). Dichos puntos fueron definidos de acuerdo a la ubicación de los lechos de pastos marinos, de tal manera que las estaciones de muestreo, si bien no fueron exactamente los mismos de un muestreo a otro, sí se localizan en las mismas zonas. Estas zonas fueron: Punta Allen, Cayo Culebras, Cayo Valencia, Punta Hualoxtoc, Cayo Cedros y Cayo Lagartijos (figura 1). La distribución de los puntos de muestreo se muestra en la tabla 1.

TABLA 1. Zonas de muestreo y número de arrastres por zona. Carideos de Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex. Muestreos Mayo/02 y Enero/03.

Zonas	Mayo/ 02	Enero/03
Punta Allen	5 arrastres	4 arrastres
Cayo Culebras	5 arrastres	6 arrastres
Cayo Valencia	1 arrastres	3 arrastres
Punta Hualoxtoc	5 arrastres	5 arrastres
Cayo Cedros	3 arrastres	1 arrastre
Cayo Lagartijos	0 arrastres	1 arrastre

En cada punto de muestreo se midió la temperatura con un termómetro de cubeta, se estimaron la distancia a la orilla y la profundidad, y se realizó el arrastre. El material fue colocado en frascos etiquetados y fijado con formaldehído al 4%. Posteriormente las muestras fueron cambiadas a alcohol al 70%. Por medio de un refractómetro se obtuvieron mediciones puntuales de salinidad únicamente para el muestreo correspondiente a enero de 2003. Para calcular una salinidad promedio de la temporada previa a la época de lluvias (mayo) se usaron datos publicados por Inclán-Rivadeneira (1989), los cuales fueron obtenidos en Bahía de la Ascensión (Punta Allen, Cayo Valencia y Punta Hualoxtoc) en el periodo abril-junio.

Durante el segundo muestreo se obtuvieron muestras de la vegetación con las cuales se tuvo una referencia cualitativa de los pastos y algas marinas en el área de estudio. Dichas muestras fueron obtenidas a partir del material retenido en la red interna (mayor luz de malla) colocada en la estructura de la red de patín. Estas muestras no fueron tomadas en todos los puntos donde se hicieron arrastres, sino que fueron colectadas solamente donde se observó la presencia abundante de formas algales asociadas a *Thalassia testudinum*.

TRABAJO DE LABORATORIO

El total de los camarones colectados fue separado, identificado y cuantificado con ayuda de un microscopio estereoscópico. La identificación se llevó a cabo utilizando la siguiente bibliografía: Holthuis (1951, 1952), Chace (1972), Rodríguez (1980), Williams (1984), Abele y Kim (1986) y Martínez-Iglesias *et al.* (1996b). Para tener una estimación de la actividad reproductiva de las poblaciones de camarones se determinó la proporción de hembras y la talla y proporción de ovígeras por especie. Para analizar la incidencia parasitaria se cuantificó, por estación y por especie, el número de organismos parasitados por isópodos bopíridos.

Del total de organismos colectados se hizo una separación inicial a nivel de género. Para la mayoría de las muestras el material ya separado fue identificado específicamente, contado y sexado en su totalidad, pero en algunos casos se obtuvieron submuestras de acuerdo al siguiente método:

1. Cuadricular, con cuadros iguales y numerados, el fondo de una charola de disección.
2. Contar el total de organismos en una muestra (aquí se entiende por muestra al conjunto de organismos de un sólo género que fueron separados a partir de un arrastre y una red en particular).
3. Verter la muestra en una charola de disección, agregar alcohol al 70% y homogeneizar.
4. Seleccionar aleatoriamente un número que pertenezca al conjunto de números de la cuadrícula.
5. Separar los organismos que se hallen en el cuadro correspondiente al número seleccionado al azar.
6. Repetir los pasos 4 y 5 hasta obtener la cantidad representativa (la cual fue variable para cada submuestra).

Los detalles de este procedimiento se estandarizaron del siguiente modo:

- Se usó una charola de disección de aproximadamente 25 X 20 cm.
- Se marcó una cuadrícula consistente de 20 cuadros de 5 x 5 cm.
- Se hicieron submuestras sólo en algunos casos donde la cantidad de organismos en la muestra excediera los 200.
- Con base en experiencias previas, se estableció que la submuestra o fracción nunca fuera menor al 10% de la cantidad total de organismos en dicha muestra.
- El tamaño de submuestra varió entre 60 organismos (24% de 248) y 384 (11% de 3428).

Los organismos parasitados fueron identificados y contabilizados en su totalidad y un máximo de 30 hembras ovígeras fueron medidas en la longitud del caparazón para cada especie y para cada muestra o submuestra. La longitud del caparazón fue medida del margen posterior de la órbita ocular al margen posterior de caparazón, en vista lateral y utilizando papel milimétrico adaptado al microscopio estereoscópico. Para las muestras fraccionadas los datos obtenidos fueron extrapolados posteriormente al total de organismos correspondiente.

ANÁLISIS DE DATOS

Toda la información fue resumida en listas de especies y matrices de datos de abundancia (especie/estación de colecta). Los datos de organismos parasitados, número de hembras, número de hembras ovígeras y medidas del caparazón se organizaron en tablas y gráficas. La densidad de organismos se obtuvo dividiendo el número de organismos entre el área muestreada, para cada mes y para ambos meses en conjunto.

El análisis de los aspectos reproductivos se hizo a partir de dos parámetros básicos: la proporción de sexos y la madurez sexual basada en la condición ovígera de las hembras. Este análisis incluyó la obtención de los porcentajes de hembras y hembras ovígeras, la determinación de la talla mínima de madurez sexual y la estimación de la talla de madurez poblacional. Para cada mes de muestreo los porcentajes de hembras fueron calculados sobre los números totales de organismos de cada especie y los porcentajes de hembras ovígeras se obtuvieron a partir de los números totales de hembras. Se tomó como talla mínima de madurez sexual a la longitud del caparazón más pequeña medida en hembras ovígeras de cada especie. La estimación de la talla poblacional de madurez sexual se realizó para aquellas especies que fueron catalogadas como abundantes y frecuentes y que registraron suficientes mediciones de hembras ovígeras. Dicha talla poblacional de madurez sexual se definió a partir de las hembras ovígeras de cada especie y mediante dos procedimientos: a) calculando el promedio de todas las tallas medidas, y b) graficando una curva de frecuencias acumuladas por intervalo de talla y definiendo en dicha curva la talla que corresponde al 50% (L_{50}) (Guzmán-Arroyo *et al.*, 1982; Oh y Hartnoll, 1999). Todos estos procedimientos fueron aplicados únicamente en las especies abundantes en las que se registraron suficientes datos.

Para explorar la estructura del componente faunístico de carideos en la zona de estudio se siguieron los lineamientos sugeridos por Gray (2000). De esta forma se calculó la diversidad de acuerdo a la fórmula: $HD_1 = \exp(H')$, donde H' es el índice de diversidad de Shannon-Wiener, y se calculó la equitatividad mediante la fórmula: $J' = H' - H_{MAX}$, donde H_{MAX} es la diversidad máxima. La riqueza específica fue reportada, en principio, solo como el número de especies; sin embargo, puesto que los arrastres fueron hechos en zonas geográficas separadas y definidas, y que en cada zona se realizó un número diferente de arrastres, se aplicó la fórmula $d = SRs / \log N$ para apoyar el análisis espacial de este aspecto de la diversidad. En esta fórmula, SRs representa el número total de especies en la muestra (tomando como muestra al conjunto de muestras puntuales de una zona

o localidad (Gray, (2000)), N es el número total de individuos en dicha muestra y d representa un valor estandarizado de riqueza de especies; esta razón permitió comparar la riqueza específica de muestras (zonas) con diferente número de arrastres (diferente N). Además, se calculó la riqueza específica máxima (R_{MAX}) para esta zona mediante el programa "EstimateS" (Colwell, 1997).

Los valores de equitatividad (Q'), así como los de parámetros ambientales se sometieron a pruebas de hipótesis con las distribuciones t de Student para comparar promedios mensuales (Daniel, 2002). Los datos de los atributos reproductivos de las especies abundantes (porcentajes de hembras y porcentajes de ovígeras) y los datos de incidencia parasitaria fueron comparados mediante pruebas ji -cuadrada para comparar proporciones mensuales (Daniel, 2002). Para comparar la diversidad de ambos periodos se usó directamente el índice Shannon-Wiener (H') de cada mes, de acuerdo al procedimiento descrito por Magurran (1988).

Para explorar la distribución espacial de los carideos en la bahía se siguió el esquema de estudio ecológico propuesto por Green y Vascotto (1978), quienes recomiendan como primer paso un análisis clasificatorio de datos y posteriormente un análisis discriminante múltiple. De este modo, se aplicó un Análisis Cluster (CA) para clasificar y agrupar por similitud los puntos de muestreo de acuerdo a su composición faunística. Para este análisis se utilizó R-Pearson como índice de similitud (Krebs, 1999) y el procedimiento UPGMA como método de ligamiento (López-Armegol, 1983; Pielou, 1984). Posteriormente se realizaron Análisis Discriminantes Múltiples (MDA) para: a) determinar las especies con mayor carga discriminante entre los conglomerados arrojados por el Análisis Cluster (Hair *et al.*, 1999) y b) determinar si dichas agrupaciones pueden asociarse a los parámetros ambientales disponibles. Para evaluar la variación temporal en la composición y abundancia de la fauna de carideos se aplicó otro MDA con los datos globales obtenidos, predefiniendo como grupos a discriminar cada uno de los periodos de muestreo (antes y después de las lluvias). Finalmente, para indagar la existencia de probables asociaciones específicas, se realizaron CA agrupando especies en cada mes de muestreo.

Para las pruebas de hipótesis se verificó normalidad en los datos mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1984) y se utilizó la prueba de Fisher para determinar si las pruebas de t se aplicarían suponiendo varianzas iguales o no (Daniel, 2002). Previo a los análisis MDA y CA la matriz de datos fue reducida eliminando las especies de abundancia escasa. En todas las pruebas estadísticas se utilizó $\alpha=0.01$.

RESULTADOS

1. ENTORNO AMBIENTAL

Los parámetros ambientales disponibles para el análisis de la fauna de carideos asociados a pastizales marinos en la Bahía de la Ascensión fueron: a) distancia aproximada a la orilla, b) profundidad aproximada, c) temperatura y d) salinidad. En la tabla 2 se indican los intervalos y promedios de los datos ambientales disponibles. De acuerdo a las pruebas Kolmogorov-Smirnov ningún grupo de datos violó los supuestos de normalidad y homocedasticidad. En la comparación de salinidades promedio se aplicó la prueba *t* que asume varianzas diferentes pues una prueba *F* previa evidenció esta diferencia entre esas medidas de ambos meses.

TABLA 2. Intervalos y promedios de parámetros ambientales en Bahía de la Ascensión, Q. Roo. Mex. Muestreos Mayo/02 y Enero/03.
* = Datos tomados de Inclán-Rivadeneira (1989).

	Mayo/02		Enero/03	
	Intervalo	Promedio	Intervalo	Promedio
Temperatura	28-32 °C	29.5 °C	22-25 °C	23.58 °C
Distancia a la orilla	2-200 m	77.16 m	10-200 m	61.48 m
Profundidad	0.5-1 m	0.81 m	0.6-1.5 m	0.86 m
Salinidad	38.9-40.6 ‰ *	39.8 ‰	32-40 ‰	37.4 ‰

Las pruebas *t* de Student aplicadas a parámetros ambientales para comparar ambos periodos de estudio resultaron en diferencias no significativas entre los promedios de distancia a la orilla, profundidad y salinidad; sin embargo, los promedios de temperatura correspondientes a ambos muestreos sí mostraron una diferencia significativa ($t=16.7$, $gl=37$, $p<0.001$).

El análisis cualitativo de algas asociadas a pastizales de esta bahía se hizo mediante la identificación de muestras tomadas en las zonas Hualoxtoc y Cayo Lagartijos. En dichas muestras se registraron dos especies de algas verdes y dos de algas rojas: *Bathophora oerstedii*, *Ernodesmis verticillata*, *Laurencia poiteaui*, y *L. intricata*. Tales especies son de tipo filamentosas y crecen adheridas a rocas y conchas o como epifitas del pasto marino. Estas algas pueden formar marañas que son susceptibles de ser desprendidas y derivar en la columna de agua.

2. COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA

Generalidades

Se revisaron y cuantificaron un total de 45,048 organismos, de los cuales 21,051 fueron identificados, contados y sexados y 4,284 hembras ovígeras fueron medidas en la longitud de su caparazón. Se registraron en total 29 grupos taxonómicos de los cuales 28 se identificaron a nivel de especie y uno se identificó a nivel genérico. Los 29 grupos taxonómicos registrados se ubicaron

en 15 géneros de 5 familias (tabla 3). Del total de las especies registradas las siguientes 12 representaron nuevos registros para esta bahía (tabla 3): *Hippolyte obliquimanus*, *Hippolyte pleuracanthus*, *Latreutes parvulus*, *Trachycaris restrictus*, *Palaemonetes pugio*, *Palaemon floridanus*, *Periclimenes* (cf.) *iridescens*, *Periclimenes longicaudatus*, *Periclimenes yucatanicus*, *Typton gnathophylloides*, *Leptochela bermudensis*, *Processa bermudensis* y *Processa vicina*.

TABLA 3. Especies de decápodos carideos registrados en Bahía de la Ascensión, Q Roo. Mex. Muestreos Mayo/02 y Enero/03. (1=colectado sólo en mayo, 2=colectado sólo en enero, 3=registro nuevo).

Familia	Género	Especie	
Alpheidae	<i>Alpheus</i>	<i>Alpheus</i> indet.	
		<i>Alpheus bouvieri</i> ¹	
		<i>Alpheus floridanus</i>	
		<i>Alpheus normanni</i>	
		<i>Alpheus viridari</i> ¹	
		<i>Synalpheus friztmuelleri</i> ²	
	Hippolytidae	<i>Hippolyte</i>	<i>Synalpheus rathbunae</i> ¹
			<i>Hippolyte obliquimanus</i> ³
	Palaemonidae	<i>Hippolyte</i>	<i>Hippolyte pleuracanthus</i> ³
			<i>Hippolyte zostericola</i>
<i>Latreutes</i>		<i>Latreutes fucorum</i>	
		<i>Latreutes parvulus</i> ³	
<i>Thor</i>		<i>Thor dobkini</i>	
		<i>Thor floridanus</i>	
<i>Tozeuma</i>		<i>Thor manningi</i>	
		<i>Tozeuma carolinense</i>	
		<i>Trachycaris restrictus</i> ³	
		<i>Leander tenuicornis</i>	
	<i>Palaemonetes pugio</i> ^{2,3}		
	<i>Palaemon floridanus</i> ^{1,3}		
	<i>Periclimenes</i>	<i>Periclimenes americanus</i>	
		<i>Periclimenes</i> (cf.) <i>iridescens</i> ³	
<i>Periclimenes longicaudatus</i> ³			
Pasiphaeidae	<i>Periclimenes</i>	<i>Periclimenes yucatanicus</i> ^{2,3}	
		<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	
	<i>Typton gnathophylloides</i> ^{2,3}		
Processidae	<i>Leptochela</i>	<i>Leptochela bermudensis</i> ^{1,3}	
		<i>Processa bermudensis</i> ³	
	<i>Processa vicina</i> ^{1,3}		

Para el muestreo de mayo de 2002 se determinaron 25 taxa mientras que en el muestreo correspondiente a enero de 2003 fueron 23 los grupos taxonómicos identificados. La abundancia total de camarones carideos registró una marcada disminución del primero al segundo muestreo (de 27,756 a 17,292 organismos); sin embargo, la comparación de las abundancias promedio mensuales (Mayo/02 = 1460.8 ± D.E. 1139.04 y Enero/03 = 864.6 ± D.E.1219.04) no mostró diferencia significativa (t=1.57, gl=37, p=0.12). La densidades encontradas fueron 6.4 organismos/m² para mayo de 2002, 3.8 organismos/m² para enero de 2003 y 5.1 organismos/m² en total. La abundancia relativa de los grupos registrados durante cada uno de los meses mostró la

co-dominancia numérica de cuatro especies: *Hippolyte pleuracanthus*, *H. zostericola*, *Thor floridanus* y *Periclimenes* (cf.) *iridescens* (figura 2), patrón que se mantuvo al calcular la composición relativa de ambos muestreos en conjunto. Para el muestreo Enero/03 el porcentaje aportado por estas cuatro especies fue de 77.5%, mientras que para el muestreo Mayo/02 y ambos muestreos en conjunto, el porcentaje de estas especies rebasó el 80%.

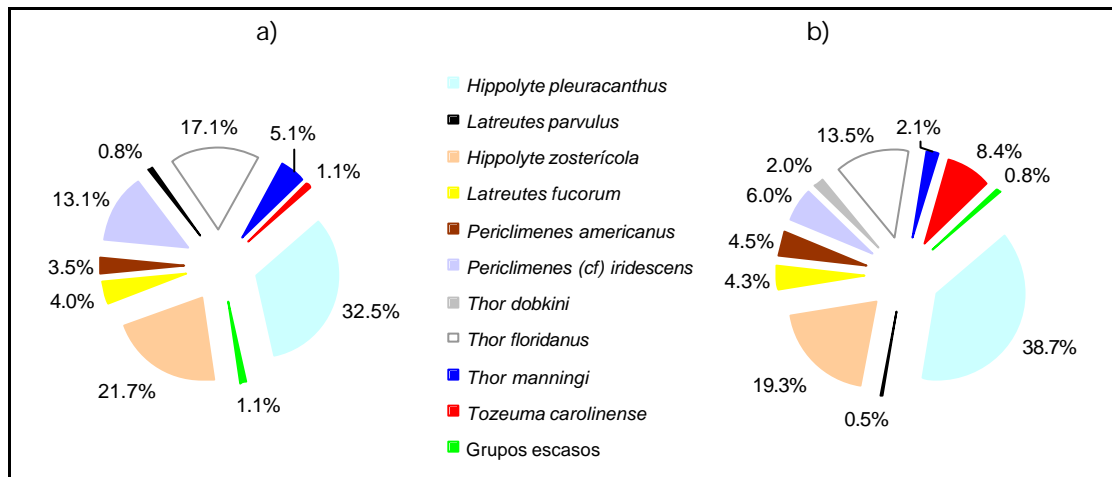


FIGURA 2. Composición relativa de carideos. Bahía de la Ascensión, Q. Roo., Mex. Muestreos: a) Mayo/02 y b) Muestreo Enero/03.

Especies abundantes y frecuentes fueron *Hippolyte pleuracanthus*, *H. zostericola*, *Thor floridanus*, *T. manningi*, *Periclimenes americanus*, *P. (cf.) iridescens*, *Latreutes fucorum* y *Tozeuma carolinense*. Especies frecuentes pero menos abundantes fueron *Latreutes parvulus* y *Thor dobkini*; y el resto de las especies resultaron escasas en abundancia. La abundancia de prácticamente todos los grupos registrados en ambos periodos de muestreo sufrió una disminución evidente de mayo de 2002 a enero de 2003. Sin embargo, *Leander tenuicornis*, *T. dobkini* y *Tozeuma carolinense* mostraron un cambio inverso en su abundancia de un periodo a otro; en particular estas últimas dos especies tuvieron incrementos del orden de siete y cinco veces, respectivamente.

Variación Espacial

Muestreo Mayo/02

El correspondiente CA arrojó un dendrograma con 3 grupos de estaciones: A) Hualoxtoc4 y Valencia, B) Hualoxtoc3, Culebras5, Allen3, Allen4, Allen5 y C) Hualoxtoc1, Hualoxtoc2, Hualoxtoc5, Cedros1, Cedros2, Cedros3, Culebras1, Culebras2, Culebras3, Culebras4, Allen1 y Allen2 (figura 3). En este dendrograma se aprecia que en general, estaciones muy cercanas fueron similares; pero también en varios casos, niveles altos de ligamiento agruparon estaciones muy distantes (por

ejemplo Hualoxtoc1 con Allen2) y en otros casos, estaciones muy cercanas mostraron un nivel de ligamiento bajo (por ejemplo Hualoxtoc1 con Hualoxtoc2), o incluso se ubicaron en diferentes grupos (por ejemplo Hualoxtoc4 y Hualoxtoc5).

Los resultados del MDA realizado para indagar las especies que contribuyen mayormente en la discriminación de grupos se muestran en la tabla 4 y la figura 4. En estos resultados se observa que los tres grupos de estaciones se separan en relación a ambas funciones discriminantes y que las especies que más contribuyeron en dicha separación son *Thor manningi*, *Trachycaris restrictus* y *Thor floridanus* para la primera función, y *Processa bermudensis*, *Latreutes parvulus* y *Latreutes fucorum* para la segunda. Este MDA resultó no significativo ($p=0.01$) aunque la clasificación de estaciones procesada a partir del mismo análisis mostró un porcentaje de clasificación del 100%.

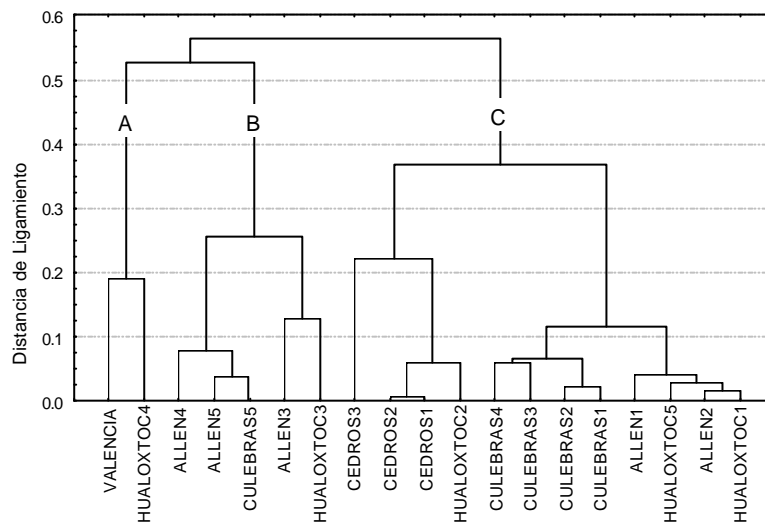


FIGURA 3. Gráfico del Análisis Cluster (CA) realizado para agrupar estaciones de colecta de acuerdo a su composición y abundancia de especies. Muestreo Mayo/02. Carideos de Bahía de Ascensión, Q. Roo, Mex.

TABLA 4. Resultados del Análisis Discriminante Múltiple (MDA) aplicado a grupos de estaciones, con respecto a la abundancia de especies de carideos. Muestreo Mayo/02. Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex.

Porcentaje de Separación	Función Discriminante I 57.8 %	Función Discriminante II 42.2 %
Variables	Coeficientes discriminantes estandarizados	
<i>Alpheus normanni</i>	3.91	0.58
<i>Alpheus</i>	-2.71	-1.12
<i>Hippolyte pleuracanthus</i>	-1.21	0.69
<i>Hippolyte zostericola</i>	0.34	-0.25
<i>Latreutes fucorum</i>	-0.43	-2.85
<i>Latreutes parvulus</i>	2.09	3.42
<i>Leander tenuicornis</i>	-1.89	1.40
<i>Periclimenes americanus</i>	1.16	-0.54
<i>Periclimenes (cf.) iridescens</i>	3.09	-1.61
<i>Periclimenes longicaudatus</i>	-0.83	-0.19
<i>Processa bermudensis</i>	1.90	-3.79
<i>Thor floridanus</i>	4.62	0.69
<i>Thor manningi</i>	-5.79	-0.42
<i>Tozeuma carolinense</i>	2.36	-0.84
<i>Trachycaris restrictus</i>	-5.51	1.34

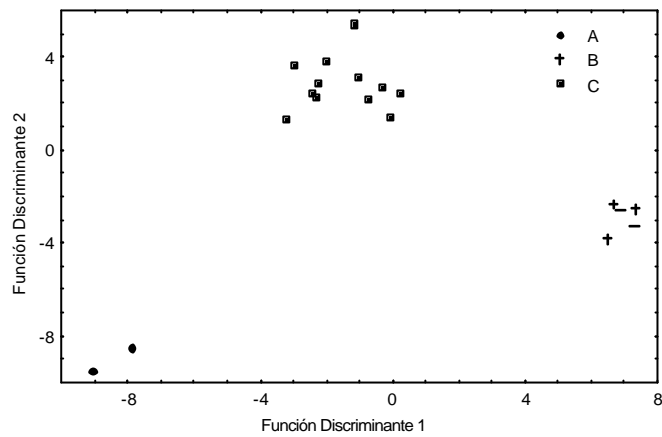


FIGURA 4. Gráfico del Análisis Discriminante Múltiple realizado con grupos de estaciones de colecta de acuerdo a su composición y abundancia de especies. Muestreo Mayo/02. Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex.

El MDA realizado para tratar de asociar dichos grupos de estaciones a los parámetros ambientales disponibles incluyó en este mes a la profundidad, la distancia a la orilla y la temperatura. En la figura 5 se observa que los tres grupos de puntos están mezclados en una nube dispersa donde es difícil separarlos en términos de las funciones discriminantes, mientras que en la tabla 5 los resultados muestran a la temperatura como variable más discriminante en la primera función y a la distancia a la playa como principal discriminante en la segunda. Este MDA tampoco resultó significativo ($p=0.15$) y su porcentaje promedio de clasificación fue de 78.9%, con porcentajes parciales de 0% para el grupo A, 80% para el grupo B y 91.7% para el grupo C. Esto último sugiere que en términos de los datos ambientales no existen los tres grupos de estaciones formados por el CA, sino sólo dos grandes grupos.

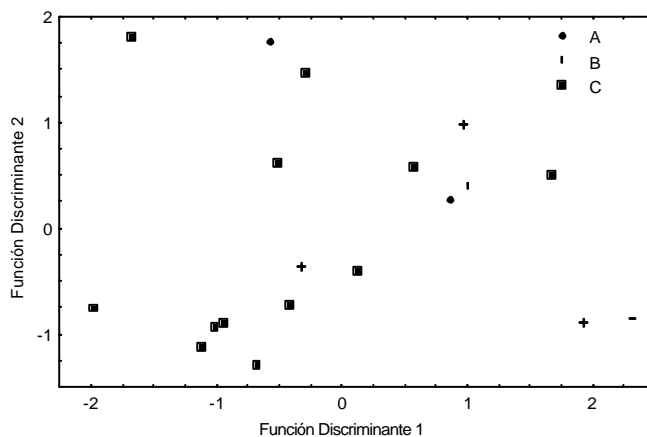


FIGURA 5. Gráfico del Análisis Discriminante Múltiple realizado con grupos de estaciones de colecta de acuerdo a sus parámetros ambientales. Muestreo Mayo/02. Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex.

TABLA 5. Resultados del Análisis Discriminante Múltiple (MDA) aplicado a grupos de estaciones, con respecto a parámetros ambientales. Muestreo Mayo/02. Bahía de la Ascensión, Q Roo. Mex.

	Función Discriminante I	Función Discriminante II
Porcentaje de Separación	81.6 %	18.4 %
Variables	Coeficientes discriminantes estandarizados	
Temperatura	-1.25	0.06
Distancia a la orilla	-0.66	1.06
Profundidad	0.19	0.19

Muestreo Enero/03

Para este muestreo el CA mostró también un dendrograma con tres agrupaciones de estaciones: A) Culebras3, Culebras4 y Culebras5, B) Valencia2 y Culebras6 y C) Hualoxtoc1, Hualoxtoc2, Hualoxtoc3, Hualoxtoc4, Hualoxtoc5, Cedros, Lagartijos, Valencia1, Valencia3, Culebras1, Culebras2, Allen1, Allen2, Allen3 y Allen4 (figura 6). Este dendrograma muestra una situación similar a la anterior. Existe un patrón general de alta similitud para estaciones muy cercanas pero se dan casos donde niveles altos de ligamiento agruparon estaciones muy distantes (por ejemplo Hualoxtoc1 y Hualoxtoc2 con Allen3) y casos donde estaciones muy cercanas se agrupan a niveles de ligamiento bajos (por ejem. Hualoxtoc2 con Hualoxtoc3) o en diferentes grupos (por ejemplo Culebras2 y Culebras3). Estos últimos aspectos de ambos muestreos muestran que las agrupaciones no coincidieron con la zonación geográfica de las zonas de muestreo.

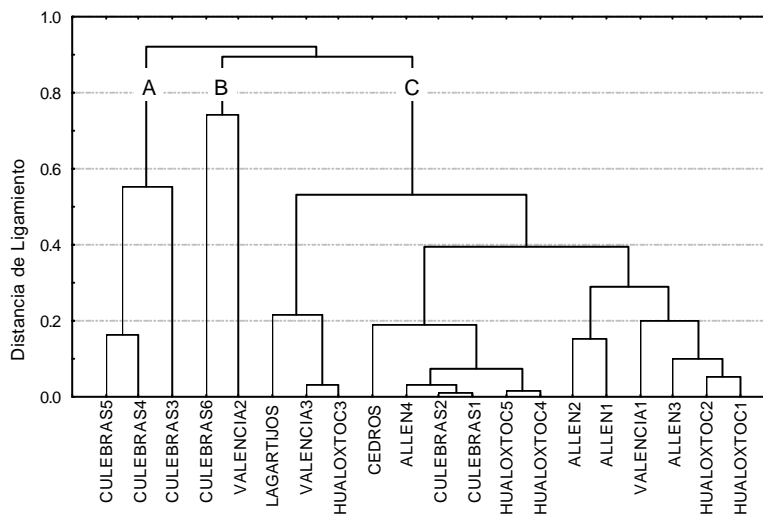


FIGURA 6. Gráfico del Análisis Cluster (CA) realizado para agrupar estaciones de colecta de acuerdo a su composición y abundancia de especies. Muestreo Enero/03. Carideos de Bahía de Ascensión, Q. Roo, Mex.

Para el muestreo Enero/03 el MDA realizado a partir de los grupos obtenidas del CA en relación al componente biológico, evidenció que las especies con mayor aportación discriminante

fueron: *Hippolyte zostericola*, *H. pleuracanthus* y *Thor floridanus*, tanto para la primera como para la segunda funciones (tabla 6). La figura 7 muestra la gráfica de este MDA y en ella se aprecia que los grupos de puntos pueden diferenciarse en términos de ambas funciones discriminantes, aunque esta separación no es tan marcada como sucede para el mes de mayo. El resultado de este análisis fue significativo ($p=0.0003$) y mostró un porcentaje de clasificación del 100%.

TABLA 6. Resultados del Análisis Discriminante Múltiple (MDA) aplicado a grupos de estaciones, con respecto a la abundancia de especies de carideos. Muestreo Enero/03. Bahía de la Ascensión, Q Roo. Mex.

Porcentaje de Separación	Función Discriminante I 84.5 %	Función Discriminante II 15.5 %
Variables	Coeficientes discriminantes estandarizados	
<i>Hippolyte obliquimanus</i>	-2.49	0.32
<i>Hippolyte pleuracanthus</i>	-10.0	2.85
<i>Hippolyte zostericola</i>	18.56	-6.02
<i>Latreutes fucorum</i>	1.59	-0.78
<i>Periclimenes americanus</i>	1.09	.82
<i>Periclimenes (cf) iridescens</i>	-2.82	1.52
<i>Thor dobkini</i>	0.59	-1.75
<i>Thor floridanus</i>	-9.93	2.23
<i>Thor manningi</i>	-0.17	-0.07
<i>Tozeuma carolinense</i>	0.24	0.19

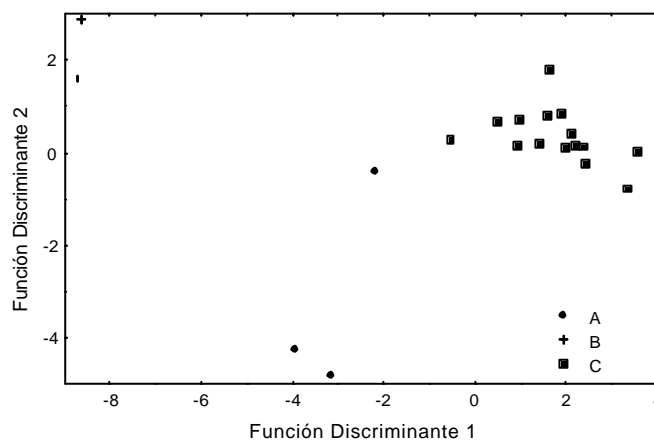


FIGURA 7. Gráfico del Análisis Discriminante Múltiple realizado con grupos de estaciones de colecta de acuerdo a su composición y abundancia de especies. Muestreo Enero/03. Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex.

El MDA realizado para tratar de asociar dichos grupos de estaciones a los parámetros ambientales disponibles incluyó en este mes a la profundidad, la distancia a la orilla, la temperatura y la salinidad. Este MDA identificó a la salinidad como la variable con mayor aportación discriminante en la primera función y a las variables distancia a la orilla y profundidad como mayores discriminantes en la segunda (tabla 7). La figura 8 exhibe una nube de puntos donde tampoco es fácil separar los grupos, particularmente los grupos B y C de estaciones. Este MDA resultó no significativo ($p=0.12$) y su porcentaje promedio de clasificación fue de 80% con

porcentajes parciales de 100% para el grupo A, 0% para el grupo B y 86.7% para el grupo C. De modo similar al muestreo de mayo de 2002, en términos de los parámetros ambientales tampoco hay tres sino sólo dos grupos de estaciones no bien definidos.

De acuerdo al análisis espacial para ambos meses, los grupos de estaciones formados por los CA no correspondieron a la zonación geográfica y parecen no estar relacionados con los parámetros ambientales.

TABLA 7. Resultados del Análisis Discriminante Múltiple (MDA) aplicado a grupos de estaciones con respecto a parámetros ambientales. Muestreo Enero/03. Bahía de la Ascensión, Q Roo. Mex.

Porcentaje de Separación	Función Discriminante I 89 %	Función Discriminante II 11 %
Variables	Coeficientes discriminantes estandarizados	
Temperatura	-0.33	-0.41
Distancia a la orilla	-0.27	0.77
Profundidad	-0.01	-0.77
Salinidad	1.09	-0.07

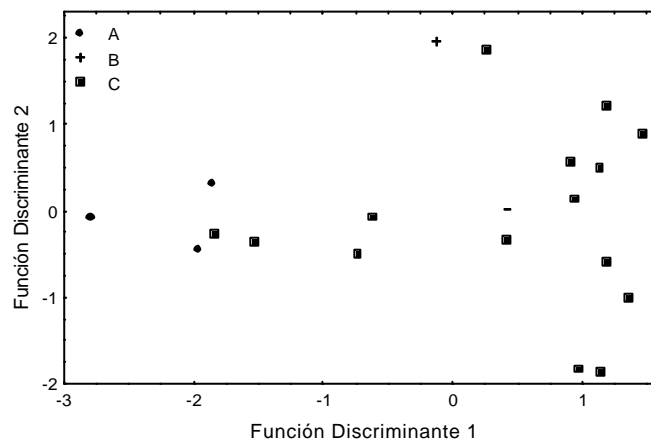


FIGURA 8 Gráfico del Análisis Discriminante Múltiple realizado con grupos de estaciones de colecta de acuerdo a sus parámetros ambientales. Muestreo Enero/03. Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex.

Variación Temporal

El MDA realizado para considerar los cambios temporales en la composición faunística de la bahía involucró la definición de dos grupos: grupo A) estaciones del muestreo Mayo/02 y grupo B) estaciones del muestreo Enero/03. Los resultados de este análisis revelan que las variables más discriminantes entre ambos meses fueron *Latreutes parvulus* y *Processa bermudensis* (tabla 8). Este MDA resultó no significativo ($p=0.01$) y su porcentaje promedio de clasificación fue de 97.4%, con porcentajes parciales de 94.7 para el grupo A y 100% para el grupo B. Tales porcentajes se debieron

a que una de las estaciones del muestreo Mayo/02, por su composición y abundancia, encajó mejor en el grupo del muestreo Enero/03.

TABLA 8. Resultados del Análisis Discriminante Múltiple (MDA) aplicado a los muestreos Mayo/02 y Enero/03 con respecto a la abundancia de especies de carideos. Bahía de la Ascensión, Q. Roo. Mex.

Variables	Función Discriminante I	
	Porcentaje de Separación	100 %
	Coeficientes discriminantes estandarizados	
<i>Alpheus floridanus</i>		1.08
<i>Alpheus normanni</i>		-1.37
<i>Alpheus indet.</i>		0.29
<i>Hippolyte obliquimanus</i>		-0.84
<i>Hippolyte pleuracanthus</i>		-0.51
<i>Hippolyte zostericola</i>		-0.27
<i>Latreutes fucorum</i>		-1.27
<i>Latreutes parvulus</i>		-2.72
<i>Leander tenuicornis</i>		1.18
<i>Periclimenes americanus</i>		-0.21
<i>Periclimenes (cf.) iridescens</i>		0.55
<i>Periclimenes longicaudatus</i>		-0.94
<i>Periclimenaeus caraibicus</i>		0.38
<i>Processa bermudensis</i>		1.47
<i>Thor dobkini</i>		-0.34
<i>Thor floridanus</i>		-0.78
<i>Thor manningi</i>		0.52
<i>Tozeuma carolinense</i>		1.39
<i>Trachycaris restrictus</i>		1.46

Asociación de Especies

Los CA realizados para agrupar especies (renglones de la matriz de abundancia) en cada uno de los meses mostraron dos grandes agrupaciones muy semejantes (figuras 9 y 10). En el dendrograma correspondiente al muestreo Mayo/02 pueden observarse un primer grupo (A) integrado por *Hippolyte zostericola*, *H. pleuracanthus*, *Thor manningi*, *T. floridanus* y *Periclimenes americanus*, y un segundo grupo (B) integrado por el resto de las especies. Para el muestreo Enero/03 el dendrograma correspondiente mostró una primera agrupación (A) conformada por dos subgrupos: el primero incluyó al mismo conjunto arriba enlistado y además a *Tozeuma carolinense*, y el segundo incluyó solo a *Thor dobkini* y a *Periclimenes (cf.) iridescens*; la segunda gran agrupación (B) de este segundo muestreo la conformaron el resto de las especies analizadas.

De la observación de estos gráficos y de acuerdo con los resultados ya referidos, se puede puntualizar que: 1) *Hippolyte zostericola*, *H. pleuracanthus*, *Thor floridanus*, *T. manningi* y *Periclimenes americanus* se mantienen como un grupo consistente en ambos periodos de muestreo, variando su abundancia de manera más o menos conjunta; 2) dicho grupo corresponde, en general, a las especies más abundantes y frecuentes; 3) los segundos grandes grupos en cada muestreo corresponden a las especies no muy abundantes o francamente escasas (con excepción de *Periclimenes (cf.) iridescens* y *Latreutes fucorum*); 4) para el muestreo Enero/03, *Thor dobkini* y

Tozeuma carolinense son especies que salen del segundo grupo por haber aumentado su abundancia y cobertura, integrándose la segunda de estas especies al grupo abundante-frecuente; y 5) *Periclimenes* (cf.) *iridescens* es una especie mucho más numerosa y común que *P. americanus*, y sin embargo, ambas especies nunca son clasificadas juntas en el grupo abundante-frecuente.

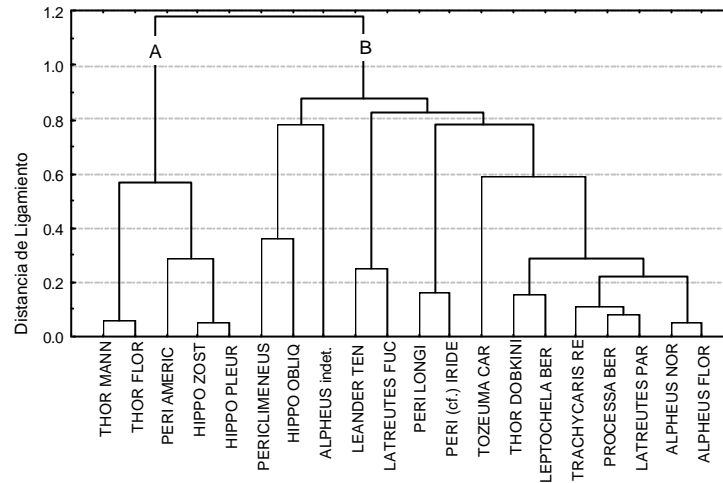


FIGURA 9. Gráfico del Análisis Cluster realizado con datos de abundancia, para las especies de carideos colectadas en el muestreo Mayo/02. Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex.

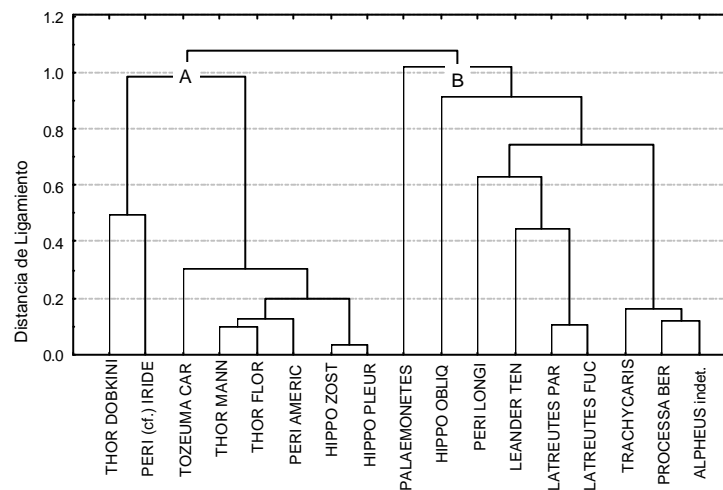


FIGURA 10. Gráfico del Análisis Cluster realizado con datos de abundancia, para las especies de carideos colectadas en el muestreo Enero/03. Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex..

3. DIVERSIDAD

La riqueza específica de carideos en pastizales marinos de Bahía de la Ascensión sumó 28 especies en total (tabla 3), mientras que los registros de cada muestreo fueron 24 especies en mayo de 2002 y 22 especies para enero de 2003 (tabla 14). En la figura 11a se grafican los datos de la riqueza específica por punto de colecta, para ambos muestreos.

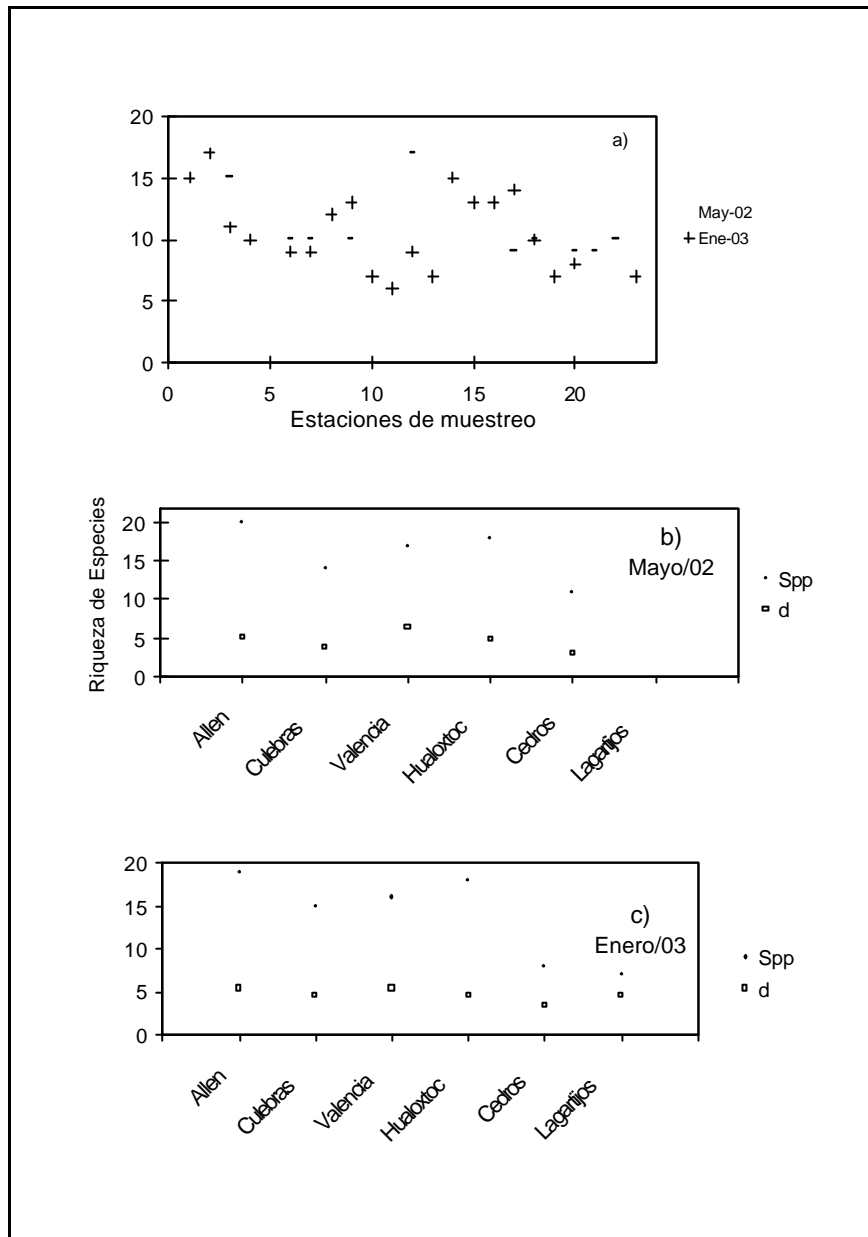


FIGURA 11. Riqueza de especies de carideos en Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex. a) Datos brutos por punto de colecta para los muestreos Mayo/02 y Enero/03. b) Datos brutos (Spp) y estandarizados (d) por zona, muestreo Mayo/02. C) Datos brutos (Spp) y estandarizados (d) por zona, muestreo Enero/03.

En dicha gráfica se aprecia que el número de especies puede variar mucho de un punto a otro, inclusive dentro de una misma zona, y que parece no existir una tendencia definida en el comportamiento de los datos. En las figuras 11b y 11c se observa la variación de la riqueza específica zonal bruta (total de especies por zona) y la riqueza específica zonal estandarizada (d) para cada mes de muestreo. En estas gráficas se puede observar que hay una diferencia aparentemente grande entre las zonas de mayor (Punta Allen) y menor (Cedros y Lagartijos) riqueza

específica (Spp); sin embargo, al observar los datos estandarizados se aprecia que, si bien las zonas de mayor y menor riqueza de especies se mantienen, las diferencias son mínimas.

El cálculo de la riqueza específica máxima efectuado con el programa EstimateS y usando el estimador Chao2 (50 aleatorizaciones), dio como resultado la estimación de un total de 31 especies de carideos para Bahía de la Ascensión (Quintana Roo, Mex.) (figura 12). Esta estimación de riqueza máxima de especies sobrepasa únicamente en tres el número de especies encontradas en este estudio.

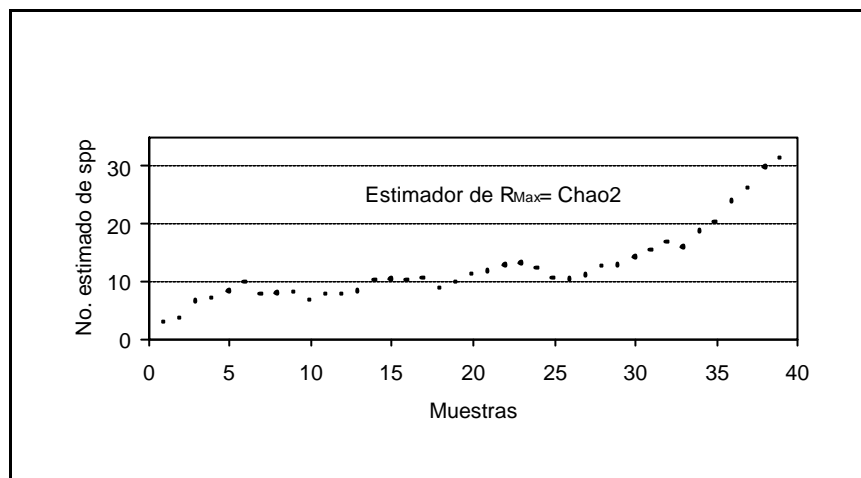


FIGURA 12. Riqueza Máxima de especies (R_{Max}) de carideos en Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex. Valor calculado mediante el estimador Chao2 (50 aleatorizaciones) a partir de los datos de los muestreos Mayo/02 y Enero/03.

Los índices de diversidad DH_1 y equitatividad J' presentaron valores puntuales variables sin un patrón espacial definido (figura 13). Los valores de diversidad más altos (Punta Allen, Cayo Valencia y Punta Hualoxtoc) así como los más bajos (Punta Allen, Cayo Valencia y Cayo Culebras) se ubicaron prácticamente en las mismas zonas para ambos muestreos (figura 13a). La mayoría de los resultados obtenidos con el índice Shannon-Wiener (H') utilizados en el cálculo de DH_1 estuvieron por encima del valor $H' = 2$, superando en algunas ocasiones el valor $H' = 3$ (tabla 9).

Con relación a la equitatividad, la figura 13b muestra los valores más bajos en Punta Allen para el muestreo Mayo/02 y en Cayo Culebras para el muestreo Enero/03, lo cual coincide con los valores más bajos de diversidad observados en la figura 13a. Al observar la matriz original de datos, se pudo apreciar que estos puntos coincidentes resultan ser estaciones de muestreo con una marcada dominancia de una sola especie (*Hippolyte pleuracanthus* o *Periclimenes* (cf.) *iridescens*). Con los datos de equitatividad se calcularon promedios mensuales ($J'_{Mayo/02} = -1.17 \pm D.E. 0.431$; $J'_{Enero/03} = -0.872 \pm D.E. 0.385$) los cuales se compararon y no mostraron diferencia significativa ($t = -2.29$, $gl = 37$, $p = 0.027$). En cuanto a la diversidad, los valores de H' calculados para cada mes en conjunto ($H'_{Mayo/02} = 2.63 \pm D.E. 0.0677$, $H'_{Enero/03} = 2.66 \pm D.E. 0.0929$) tampoco mostraron diferencia significativa entre ellos ($t = -0.191$, $gl = 34584$, $p > 0.1$).

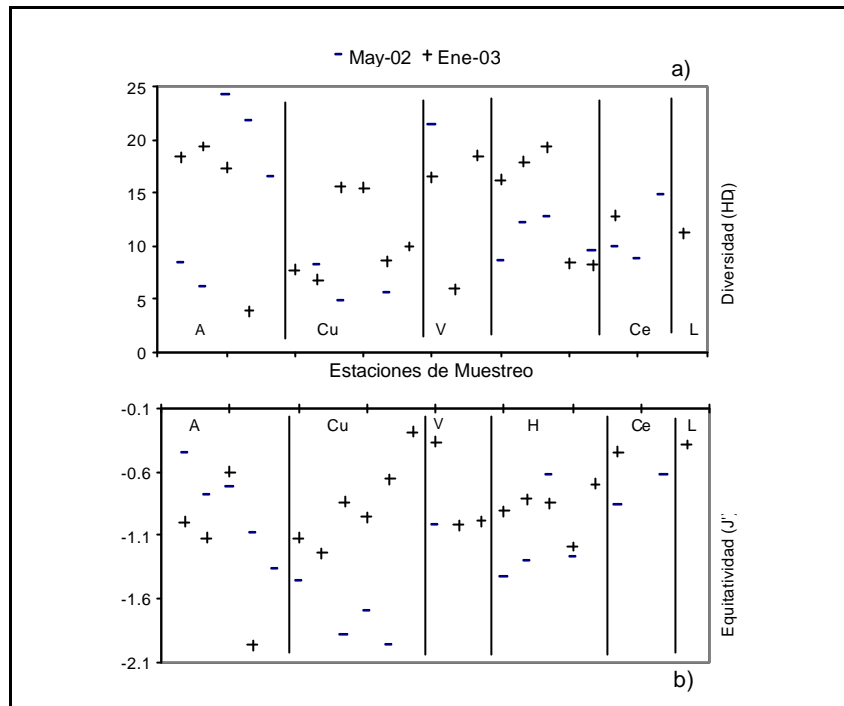


FIGURA 13. Variación espacial por estación de muestreo de a) Diversidad y b) Equitatividad. Muestréos Mayo/02 y Enero/03. Carideos de Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, Mex. (A = Punta Allen, Cu =Cayo Culebras, V =Cayo Valencia, H = Punta Hualoxtoc, Ce = Cayo Cedros y L = Cayo Lagartijos.)

TABLA 9. Valores puntuales y mensuales de los índices de Equitatividad (J') y de Diversidad (H' Shannon-Weiner y HD_1). Carideos de Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex. Muestréos Mayo/02 y Enero/03.

Estación de muestreo	Mayo/02			Estación de muestreo	Enero/03		
	H'	HD_1	J'		H'	HD_1	J'
Allen1	2.13	8.41	-0.46	Allen1	2.91	18.43	-0.99
Allen2	1.80	6.05	-0.78	Allen2	2.97	19.41	-1.12
Allen3	3.19	24.22	-0.72	Allen3	2.86	17.39	-0.60
Allen4	3.08	21.76	-1.09	Allen4	1.35	3.86	-1.97
Allen5	2.8	16.48	-1.37	Culebras1	2.05	7.77	-1.12
Culebras1	1.86	6.42	-1.46	Culebras2	1.93	6.86	-1.24
Culebras2	2.10	8.18	-1.22	Culebras3	2.75	15.61	-0.84
Culebras3	1.57	4.79	-1.89	Culebras4	2.74	15.50	-0.96
Culebras4	1.62	5.08	-1.69	Culebras5	2.15	8.59	-0.66
Culebras5	1.73	5.62	-1.97	Culebras6	2.29	9.96	-0.29
Valencia	3.06	21.37	-1.03	Valencia1	2.81	16.54	-0.36
Hualoxtoc1	2.16	8.64	-1.43	Valencia2	1.79	5.98	-1.02
Hualoxtoc2	2.49	12.15	-1.31	Valencia3	2.92	18.49	-0.99
Hualoxtoc3	2.54	12.70	-0.63	Hualoxtoc1	2.79	16.25	-0.91
Hualoxtoc4	2.04	7.71	-1.28	Hualoxtoc2	2.89	17.94	-0.81
Hualoxtoc5	2.26	9.55	-1.44	Hualoxtoc3	2.96	19.34	-0.84
Cedros1	2.29	9.94	-0.87	Hualoxtoc4	2.13	8.43	-1.19
Cedros2	2.17	8.76	-1.00	Hualoxtoc5	2.11	8.25	-0.69
Cedros3	2.69	14.82	-0.63	Cedros	2.56	12.91	-0.44
				Lagartijos	2.42	11.28	-0.38
Valor mensual	2.63	13.92	-2.01	Valor mensual	2.65	14.22	-1.87
Equitatividad promedio			-1.17	Equitatividad promedio			-0.87

4. ASPECTOS REPRODUCTIVOS

De un total de 29 grupos identificados en ambos muestreos, *Palaemon floridanus* no registró hembras, mientras que *Alpheus floridanus* y *Trachycaris restrictus* no presentaron hembras en enero de 2003 después de haberlas registrado durante mayo de 2002. Estas tres especies fueron encontradas ocasionalmente y en muy baja abundancia, por lo cual se consideraron especies de escasa abundancia o poco frecuentes. Del total de especies en que se registraron hembras sólo en *Alpheus bouvieri*, *A. viridari*, *Leptochela bermudensis*, *Palaemonetes pugio*, *Synalpheus fritzmulleri*, *S. rathbunae* y *Typton gnathophylloides* no se presentaron hembras ovígeras. De las 21 especies en que se registraron hembras ovígeras sólo 8 fueron abundantes y frecuentes, por lo cual para los análisis reproductivos se eligieron a *Hippolyte zostericola*, *Latreutes fucorum*, *Periclimenes americanus*, *P. (cf.) iridescens*, *Thor floridanus* y *Tozeuma carolinense*, ya que de estas especies se obtuvieron datos suficientes.

En la tabla 10 se muestran por especie y por mes, el porcentaje de hembras, la proporción sexual y el porcentaje de hembras ovígeras, así como el número de organismos sobre el cual se obtuvo cada porcentaje. En esta misma tabla se indican los intervalos de tallas de hembras ovígeras y las tallas promedio y mediana (L_{50}) de madurez sexual, así como el número total de hembras ovígeras medidas. En estos datos se observa que *Tozeuma carolinense* mantuvo su proporción de sexos prácticamente en 1:1, que *Hippolyte zostericola* presentó una desproporción muy grande hacia las hembras, que en *Periclimenes (cf.) iridescens* la proporción está algo cargada hacia las hembras, y que en las otras tres especies esta proporción se mantuvo más o menos sesgada hacia los machos. Llama la atención que para *Hippolyte pleuracanthus* (especie muy común y abundante) se registró una proporción sexual muy sesgada hacia los machos, casi no se encontraron hembras ovígeras y se registró un intervalo de tallas en hembras ovígeras de entre 1.4 y 2.4 mm.

TABLA 10. Porcentaje de hembras y hembras ovígeras, razón sexual, y tallas promedio, mínima, máxima y poblacional de madurez sexual. Carideos de Bahía de la Ascensión, Mex. Muestreos Mayo/02 y de Enero/03. (N=total de organismos; H=número de hembras; Ov=número de hembras ovígeras; M=hembras ovígeras medidas; Tallas=longitud de caparazón en mm).

Especie	Mayo 2002						Enero 2003			Hembras %		Razón sexual (? : ?)		Ovígeras %		Tallas		
	Mayo 2002			Enero 2003			Mayo 2002	Enero 2003	Mayo 2002	Enero 2003	Mayo 2002	Enero 2003	min-max	Media	L_{50}	M		
	N	H	Ov	N	H	Ov												
<i>Hippolyte pleuracanthus</i>	9024	1419	17	6686	1261	0	15.7	18.9	5.36:1	4.29:1	1.19	0	1.4 - 2.4	1.75		11		
<i>Hippolyte zostericola</i>	6030	5956	3837	3341	3309	1895	98.8	99.0	0.01:1	0.01:1	64.4	57.3	1.3 - 3.7	2.1	2.0	1735		
<i>Latreutes fucorum</i>	1097	422	266	750	331	220	38.5	44.1	1.59:1	1.27:1	63.0	66.5	1.9 - 4.0	2.8	2.7	468		
<i>Periclimenes americanus</i>	960	361	174	785	387	71	37.6	49.3	1.66:1	1.03:1	48.2	18.3	1.8 - 4.0	2.6	2.5	233		
<i>Periclimenes (cf.) iridescens</i>	3629	1856	867	1049	627	399	51.1	59.8	0.96:1	0.67:1	46.7	63.6	1.7 - 3.9	2.6	2.5	908		
<i>Thor floridanus</i>	4751	2330	608	2329	941	193	49.0	40.4	1.04:1	1.47:1	26.1	20.5	1.4 - 3.1	2.3	2.2	298		
<i>Tozeuma carolinense</i>	307	165	29	1447	766	337	53.7	52.9	0.86:1	0.89:1	17.6	43.9	5.4 - 9.7	7.6	7.3	347		

En la figura 14 se presentan las gráficas construidas mediante la frecuencia acumulativa por intervalo de talla, a partir de las cuales se determinó la L_{50} de cada una de las especies seleccionadas. Estos valores resultaron muy cercanos a las tallas promedio y brindan una buena estimación de la talla por encima de la cual más de la mitad de la población está reproduciéndose.

En cuanto a los porcentajes de hembras, la comparaciones de valores de cada muestreo resultaron en diferencias significativas para *Periclimenes americanus*, *P. (cf.) iridescens* y *Thor floridanus*, y respecto al porcentaje de hembras ovígeras los resultados mostraron diferencia significativa en todos los casos excepto *Latreutes fucorum* (tabla 11). Estos resultados indican que en estas especies, tanto la razón sexual como la proporción de hembras ovígeras pueden ser atributos poblacionales muy variables y en algunos casos significativamente diferentes en el tiempo.

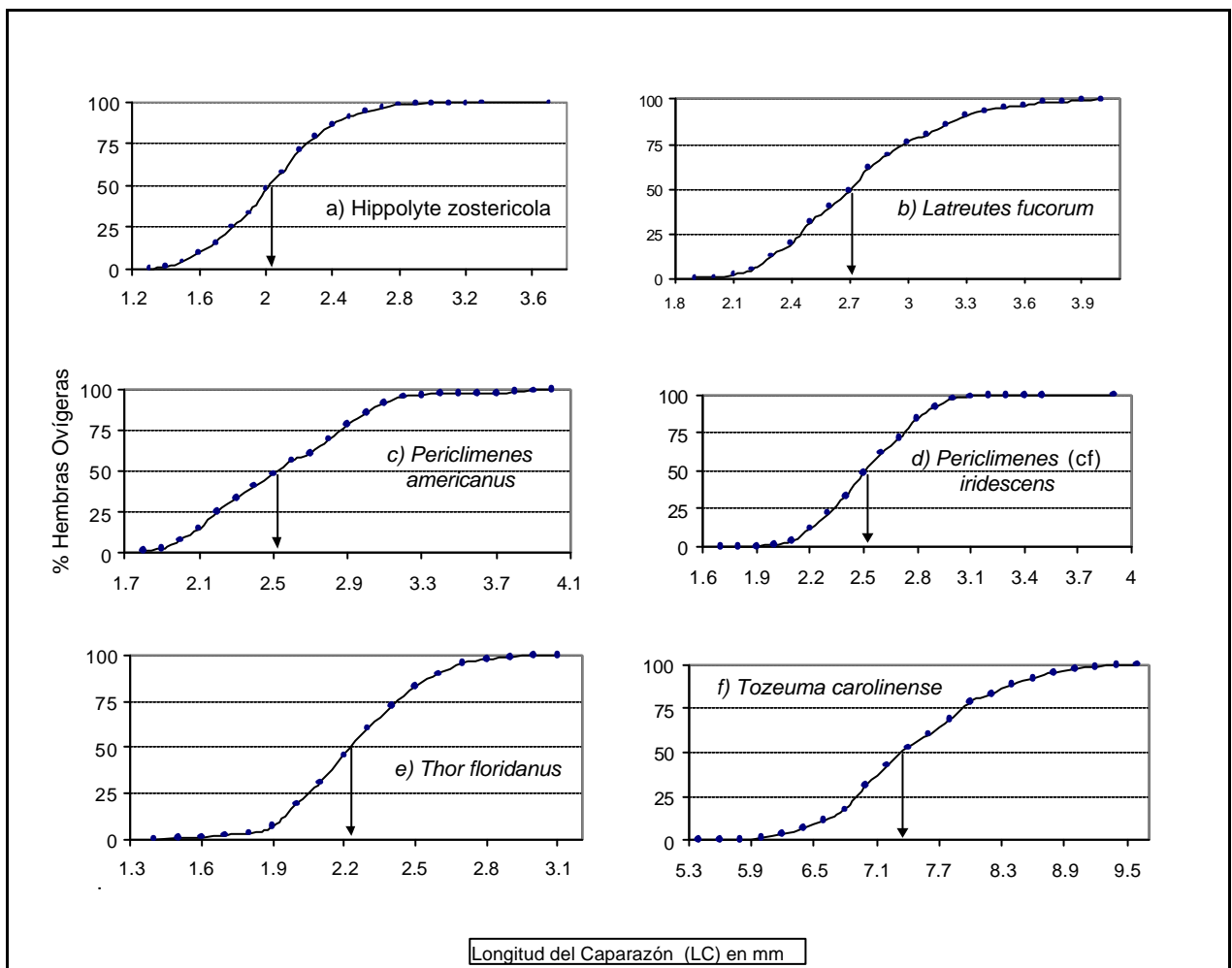


FIGURA 14. Curvas de frecuencia acumulativa por intervalo de talla (LC) para hembras ovígeras. Especies decarideos abundantes en Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Mex. L_{50} = talla al 50%, a) 2.02 mm, b) 2.72 mm, c) 2.52 mm, d) 2.51 mm, e) 2.23 mm, f) 7.33 mm.

TABLA 11. Resultados de la comparación de proporciones mensuales (Muestreos Mayo/02 y Enero/03) de hembras y hembras ovígeras en carideos de Bahía de la Ascensión, Q. Roo, Méx. Prueba de hipótesis mediante la distribución X^2 (ji cuadrada).

Especie	Hembras			Hembras Ovígeras		
	X^2	p	Diferencia	X^2	p	Diferencia
<i>Hippolyte zostericola</i>	1.40	0.237	No significativa	46.15	<0.001	Significativa
<i>Latreutes fucorum</i>	5.92	0.015	”	0.95	0.328	No significativa
<i>Periclimenes americanus</i>	24.12	<0.001	Significativa	75.57	<0.001	Significativa
<i>Periclimenes (cf.) iridescens</i>	24.32	<0.001	”	53.71	<0.001	”
<i>Thor floridanus</i>	46.92	<0.001	”	11.30	<0.001	”
<i>Tozeuma carolinense</i>	0.07	0.79	No significativa	39.72	<0.001	”

5. INCIDENCIA PARASITARIA

Un total de 10 especies presentaron organismos parasitados por isópodos bopíridos en proporciones muy variables. En *Palaemonetes pugio* y el grupo *Alpheus* se presentaron porcentajes muy altos, los cuales pueden estar sesgados por la escasa abundancia de estos grupos. Las especies con mayor incidencia parasitaria fueron *Thor floridanus*, *T. manningi* y *Periclimenes (cf.) iridescens*, mientras que en el resto de las especies esta incidencia rara vez superó el 1% (tabla 12). Exceptuando *Palaemonetes pugio* y el grupo *Alpheus* todas las especies parasitadas fueron abundantes y frecuentes en ambos meses de muestreo.

TABLA 12. Especies de carideos con presencia de parásitos isópodos bopíridos en Bahía de la Ascensión, Q. Roo Mex. Incidencia parasitaria reportada como porcentaje. Muestreos Mayo/02 y Enero/03. (n=total de organismos colectados por especie; *=Grupo con abundancia escasa).

Especie	Mayo/02			Enero/03		
	n	org. parasitados	% parasitados	n	Parasitados org.	% parasitado
<i>Alpheus</i> indet. *	12	2	16.67	30	0	0
<i>Hippolyte pleuracanthus</i>	9024	3	0.03	6686	4	0.06
<i>Hippolyte zostericola</i>	6030	37	0.61	3341	28	0.84
<i>Latreutes fucorum</i>	1097	1	0.09	750	0	0
<i>Palaemonetes pugio</i> *	0	0	0	5	1	20.0
<i>Periclimenes americanus</i>	960	6	0.63	785	5	0.64
<i>Periclimenes (cf.) iridescens</i>	3629	96	2.65	1049	59	5.62
<i>Thor floridanus</i>	4751	847	17.83	2329	167	7.17
<i>Thor manningi</i>	1413	152	10.76	365	17	4.66
<i>Tozeuma carolinense</i>	307	1	0.33	1447	19	1.31

Aunque la mayoría de los parásitos bopíridos registrados en el presente estudio fueron parásitos branquiales, también se presentaron algunos casos de parásitos bopíridos abdominales en *Hippolyte zostericola*, *Periclimenes (cf.) iridescens* y *P. americanus*. El número de organismos parasitados de cada especie, salvo *Hippolyte pleuracanthus* y *Tozeuma carolinense*, disminuyó del muestreo Mayo/02 al muestreo Enero/03; sin embargo los porcentajes de parasitismo se

comportaron a la inversa en todas las especies exceptuando *Latreutes fucorum* y las especies del género *Thor* (tabla 12). Se compararon los valores mensuales de incidencia parasitaria para las tres especies que registraron porcentajes de organismos parasitados mayores al 1%; estas especies fueron *Periclimenes* (cf.) *iridescens*, *Thor floridanus* y *T. manningi*. El resto de las especies (7) fue excluido de este análisis, ya sea porque fueron muy escasas en abundancia, o debido a que fueron ocasionalmente parasitadas. Los resultados de esta comparación de proporciones fueron significativos para las tres especies analizadas (tabla 13). Con estos datos se puede señalar que, excluyendo estas tres especies, la presencia de parásitos bopíridos fue escasa en el resto de las especies y que la incidencia parasitaria presenta una variación temporal que, en algunos casos, es significativa.

TABLA 13. Resultados de la comparación de proporciones mensuales (Muestreos Mayo/02 y Enero/03) de incidencia parasitaria en carideos de Bahía de la Ascensión, Mex. Prueba de hipótesis mediante la distribución X^2 (ji cuadrada).

Especie	X^2	P	Diferencia
<i>Periclimenes</i> (cf.) <i>iridescens</i>	22.54	<0.001	Significativa
<i>Thor floridanus</i>	144.66	<0.001	”
<i>Thor manningi</i>	12.55	<0.001	”

DISCUSIÓN

1. ENTORNO AMBIENTAL

Las pruebas con las que se compararon los datos mensuales de parámetros ambientales mostraron que, de un periodo a otro, la variación en los valores medios de profundidad, distancia a la orilla y salinidad no fueron significativas. En este estudio la profundidad y la distancia a la orilla fueron factores cambiantes espacialmente, pero sus promedios y variaciones fueron semejantes entre muestreos debido a que la bahía es un sistema somero y las áreas de colecta fueron prácticamente las mismas en ambos periodos.

Por otra parte, de acuerdo a la hipótesis de estacionalidad propuesta (antes y después de las lluvias) y de acuerdo a los antecedentes sobre aportes de agua subterránea en zonas cercanas (Jordán-Dahlgren *et al.*, 1994; Chiappa-Carrara *et al.*, 2003) e internas (Espejel, 1983 citado en Inclán-Rivadeneira, 1989) a la bahía, se suponía a la salinidad como un factor de cambio relevante de un periodo a otro. De acuerdo con Gasca *et al.*, (1994) el intervalo de salinidad en la Bahía de la Ascensión es de 17-37 ppm, mientras que Suárez y Gasca (1994) reportaron una salinidad mínima de 13 ppm en el mes de diciembre y Suárez-Morales y Gasca (1996) mencionan como promedio mínimo de 27.7 ppm correspondiente al periodo de nortes; sin embargo en el presente trabajo, los valores puntuales de salinidad variaron sólo de 32 ppm a 40.6 ppm (tabla 2) y la diferencia temporal entre los valores promedio fue pequeña y no significativa.

Podría suponerse que el hecho de haber utilizado datos provenientes de diferentes fuentes dio como resultado algún sesgo en esta comparación de medias; no obstante, los datos tomados de Inclán-Rivadeneira (1989) fueron registrados en zonas y condiciones semejantes a las del presente estudio, lo cual valida el uso de dicha información. En contraste, los datos de Gasca *et al.*, (1994), Suárez y Gasca (1994) y Suárez-Morales y Gasca (1996), son registros hechos en un intervalo mayor de profundidad y en zonas tanto internas como externas de la bahía; de hecho, las mediciones de salinidad más bajas provienen de puntos internos de la bahía, donde probablemente exista mayor aporte de agua dulce. Los autores recién mencionados, así como Merino-Ibarra (1986), analizaron el plancton de la bahía y la dinámica hidrológica de la zona, respectivamente, y establecieron que la boca de la bahía está sujeta siempre a una gran influencia de aguas caribeñas adyacentes. En resumen, se considera que la salinidad no fue un factor de cambio temporal significativo, dado que las zonas muestreadas en este trabajo se ubican en la porción externa de la bahía donde predominan condiciones marinas durante prácticamente todo el año.

Por otra parte, la temperatura promedio sí mostró una variación temporal significativa, con una diferencia entre medias de aproximadamente 6°C grados y con intervalos de variable que no se sobrepusieron (tabla 2). Estos datos concuerdan con registros previamente publicados y establecen que los cambios térmicos temporales en la boca de la bahía pueden ser amplios, lo cual a su vez podría tener influencia en los ritmos biológicos de las poblaciones que integran los ecosistemas de pastizales marinos en esta zona.

El análisis cualitativo de la vegetación algal en pastos marinos en la Bahía de la Ascensión registró sólo cuatro especies en tres géneros de algas verdes y rojas: *Bathophora oerstedii*, *Ernodesmis verticillata*, *Laurencia poiteaui* y *L. intricata*. Esto coincide en general con lo que refiere la bibliografía disponible para la zona; sin embargo, cabe mencionar que la especie *E. verticillata* no había sido registrada en la Bahía de la Ascensión aunque sí se le había encontrado en localidades cercanas (Ortega *et al.*, 2001). Los géneros *Udotea*, *Halimeda* y *Penicillus*, mencionados por Lozano-Álvarez (1992) como comunes en pastizales de esta bahía, no fueron encontrados en ninguna muestra lo cual puede ser consecuencia del método de colecta utilizado (red de patín); dicho método va "peinando" superficialmente el pasto sin arrastrar propiamente el fondo, y las especies de estos últimos géneros no son filamentos o ramificaciones asociadas a las hojas de *Thalassia testudinum*, sino que están directamente asentadas sobre el fondo.

En estas muestras no se encontró ninguna otra especie de pasto marino, lo cual parece estar en desacuerdo con lo mencionado por diferentes autores (Inclán-Rivadeneira, 1989; Jordán-Dahlgren *et al.*, 1994; Lozano-Álvarez, 1992) quienes señalan la presencia de *Syringodium filiforme* en la zona. Sin embargo, considerando que estos mismos autores señalan una muy marcada predominancia de *Thalassia testudinum* en la bahía y que la presente información es sólo parcial, es muy posible que la aparente ausencia de *Syringodium filiforme* sea también un efecto de los métodos de muestreo empleados en este estudio.

2. COMPOSICIÓN Y ABUNDANCIA

Generalidades

El inventario faunístico del grupo Caridea en la Reserva de Sian Ka'an está constituido principalmente por los trabajos de Chace (1972) (cuarta expedición), Markham y Donath-Hernández (1990), y Sánchez-Quiñones (2005). Muchos de los especímenes registrados en estos estudios fueron encontrados en localidades ubicadas en la zona adyacente o en la boca de la Bahía de la Ascensión; sin embargo, no existen hasta ahora trabajos que hayan muestreado con detalle el interior de la bahía. De acuerdo a lo anterior, la primera aportación del presente trabajo consiste en nuevos registros de especies en esta bahía (tabla 3), algunos de los cuales son incluso nuevos registros para el Caribe mexicano y para el Mar Caribe en general.

De este grupo de especies, la presencia de *Periclimenes yucatanicus* en la reserva, había sido ya prevista por Markham y Donath-Hernández (1990), en virtud de registros anteriores de su presencia en zonas cercanas tanto al norte como al sur de la zona (ver listados de especies en Chace, 1972; Criales, 1984; Markham *et al.*, 1990). De modo similar, era razonable esperar que las especies *Hippolyte obliquimanus*, *H. pleuracanthus*, *Latreutes parvulus*, *Trachycaris restrictus*, *Palaemonetes pugio*, *Periclimenes iridescens*, *Periclimenes longicaudatus*, *Processa bermudensis* y *Processa vicina* estuvieran presentes en la Bahía de la Ascensión, puesto que ya han sido registradas en varias zonas cercanas o al norte y al sur de ella (ver listados de especies en Chace, 1972; Heck, 1977; Dardeau *et al.*, 1980; Coen y Heck, 1983; Criales, 1984; Williams, 1984; Bauer, 1985;

Markham *et al.*, 1990; Martínez-Iglesias *et al.*, 1996a; Arrivillaga y Baltz, 1999; Martínez-Iglesias y García-Raso, 1999; Monroy-Velázquez, 2000; Briones-Fourzán y Lozano-Álvarez, 2002).

Los registros correspondientes a *Palaemon floridanus* y *Typton gnathophylloides* resultan mucho menos previsible que los de las anteriores especies, ya que hasta ahora, ambas especies solamente han sido registradas en las costas del estado norteamericano de Florida. Casi todos los registros de *Palaemon floridanus* lo ubican en pastizales de la costa occidental de esta península, donde parece ser frecuente y en muchos casos ha sido registrado como especie abundante asociada a grandes marañas flotantes de pastos y algas rojas (Hooks *et al.*, 1976; Coen *et al.*, 1981; Dugan y Livingston, 1982; Livingston, 1984). Por su parte, el único registro de *Typton gnathophylloides* (ubicado al suroeste de la Florida) lo constituyen los especímenes tipo de la especie los cuales fueron colectados en una zona arenosa con pedacera de coral (ver Hothuis, 1951).

Al comparar estos antecedentes con lo hallado en el presente estudio, llama la atención la gran interrupción geográfica entre los registros respectivos, lo cual puede deberse en principio a la falta de muestreos apropiados en toda esa zona costera (Golfo de México-Caribe mexicano). Por otra parte debe hacerse notar que las especies del género *Typton* parecen no estar muy relacionados con ambientes de vegetación sumergida, sino que han sido registradas en asociación con esponjas y en ambientes coralinos (Hothuis, 1951; Bruce, 1996, 2000; Martínez-Iglesias *et al.*, 1996a). En el caso de la distribución y abundancia de *Palaemon floridanus*, una consideración relevante podría ser hecho de que las grandes marañas flotantes de pastos-rodofitas a las cuales suele asociarse no son frecuentes en pastizales localizados a menor latitud (Heck, 1979).

Los resultados generales sobre abundancia y composición de la fauna de carideos en la Bahía de la Ascensión muestran tres aspectos relevantes: i) un gran cambio temporal en la abundancia total, que sin embargo no llega a ser significativo, ii) una composición relativa muy similar en ambos meses de muestreo y iii) una abundancia de organismos aparentemente alta.

Los antecedentes disponibles establecen que en pastizales marinos de zonas templadas la abundancia de decápodos suele presentar variaciones muy amplias y una estacionalidad muy marcada, con valores máximos en verano (Heck y Orth, 1980a; Heck *et al.*, 1989, 1995). En pastizales templado-tropicales (Florida) los macroinvertebrados (principalmente decápodos) presentan abundancias también variables, pero con dos picos: verano y otoño (Heck, 1979; Gore *et al.*, 1981; Dugan y Livingston, 1982; Dugan, 1983).

En cuanto a los pastizales marinos tropicales se sabe que no exhiben los niveles tan altos y la marcada temporalidad en abundancia que son características de los sistemas templado-tropicales (Heck, 1979), pero los datos obtenidos en Bahía del Espíritu Santo (Quintana Roo, Mex.) (Sánchez-Quiñones, 2005), Puerto Rico (Bauer, 1985) y Panamá (Heck, 1977), demuestran que sí existen cambios temporales con las mayores abundancias durante los periodos mayo-septiembre (primavera-verano) y diciembre-enero (invierno), y con menores abundancias durante octubre-noviembre y febrero-marzo.

En el presente estudio, aunque no se realizaron muestreos mensuales, sí se muestreó con dos épocas ambientalmente distintas: mayo de 2002 (antes de lluvias) y enero de 2003 (después de lluvias), que coinciden aproximadamente con los periodos de máxima y mínima abundancias de carideos señalados por Bauer (1985). La disminución en el número de organismos registrada de un muestreo a otro en el presente estudio (de 27756 a 17292) fue de aproximadamente un 37% lo cual representa un cambio temporal notable. Este resultado concuerda con lo propuesto en la hipótesis inicial sobre la existencia de variación temporal en la abundancia de carideos y está también de acuerdo con los antecedentes disponibles a pesar de que la comparación de medias resultó en una diferencia no significativa. Dicha falta de significación es atribuible a la gran variación espacial de esta variable dentro de cada mes.

Si bien la abundancia de carideos en esta bahía sufre un cambio temporal evidente y la disminución en la abundancia de invertebrados en pastizales marinos tropicales (Panamá) ha sido asociado directamente a la baja en la salinidad causada por la época lluviosa (Heck, 1979), la influencia directa de la salinidad en dicho cambio en esta bahía no puede ser sustentada con los datos obtenidos para este estudio. Esto se debe a que en las zonas muestreadas en esta bahía la salinidad no varió significativamente y se mantuvo en niveles marinos típicos o ligeramente hipersalinos. Es probable que las variaciones ambientales que determinaron tales cambios de abundancia estén más relacionados con los vientos predominantes en la época invernal ("nortes") y con los ritmos biológicos del pasto marino y de las especies de carideos (Bauer, 1985). Esta suposición se basa en las siguientes consideraciones:

- Con base en gran cantidad de información publicada (e. g. Heck y Wetstone, 1977; Heck, 1979; Heck y Orth, 1980b; Gore *et al.*, 1981; Orth *et al.*, 1984; Heminga y Duarte, 2000) es posible establecer que a mayor complejidad estructural (medida como biomasa vegetal), mayor abundancia de invertebrados en los pastizales marinos.
- En sistemas tropicales, entre noviembre y febrero los pastizales marinos son susceptibles de sufrir fragmentación por acción del viento y a través del oleaje (Patriquin, 1975; Heck, 1979). Tales rupturas disminuyen el follaje y la biomasa del pasto deteriorando la complejidad estructural, lo cual a su vez repercute en la cantidad de organismos que pueden protegerse y alimentarse en estos parches.
- En zonas cercanas a la Bahía de la Ascensión el ciclo anual que presenta el pasto *Thalassia testudinum* efectivamente muestra los menores valores de densidad, biomasa y producción primaria durante los meses de invierno (van Tussenbroek, 1995, 1998).
- En la Bahía de la Ascensión la temporada conocida como "nortes" representa un periodo de vientos fuertes y fríos provenientes del norte que resultan en las temperaturas más bajas del año (Suárez y Gasca, 1994), lo cual por una parte puede disminuir la actividad reproductiva de las poblaciones de carideos y por otra parte puede establecer un proceso lento de recuperación y renovación de los pastizales.

- De acuerdo con Bauer (1986, 1989, 1992), a pesar de que la reproducción es continua en las poblaciones tropicales de carideos, existen otros procesos que pueden afectar el éxito en la supervivencia de larvas, en el reclutamiento de juveniles y en la supervivencia de estos organismos al inicio de la vida bentónica, todo lo cual puede afectar los niveles de abundancia de estas poblaciones adultas.

En relación a la composición relativa, de acuerdo con Heck y Orth (1980a) y Heck *et al.* (1989, 1995), la estructura faunística de los decápodos en pastizales de zonas templadas se caracteriza por la dominancia de una especie (a veces dos) y por la gran variación temporal en la composición de especies (en número de especies y composición relativa). En contraparte, los trabajos de Heck (1979), Gore *et al.* (1981) y Bauer (1985), establecen que en sistemas templado-tropicales y tropicales la riqueza de especies es mayor, la dominancia es menor y la estructura faunística es menos cambiante, en comparación con pastizales templados. Comparando con estos antecedentes, la composición relativa de especies registrada en el presente estudio parece similar a la encontrada en otros sistemas tropicales y templado-tropicales, en cuanto a que un mismo grupo de especies co-domina y estructura la fauna de carideos en tiempo y espacio. Debe señalarse además que el número de especies aquí reportadas (28), es el segundo registro más alto para pastizales marinos en el Caribe mexicano y en el Mar Caribe en general (Monroy-Velázquez (2000) encontró 39 especies de carideos en Puerto Morelos, Quintana Roo, Mex.).

Las especies que dominan la fauna de carideos en pastizales marinos de Bahía de la Ascensión son *Hippolyte pleuracanthus*, *H. zostericola*, *Thor floridanus* y *Periclimenes* (cf.) *iridescens*, y es en virtud de la reducción en el número de organismos de estas poblaciones, que la abundancia de este grupo en general disminuye notablemente de un mes de muestreo a otro. Esta co-dominancia persiste de un periodo a otro manteniendo una estructura básica en el componente faunístico. Lo anterior se aprecia en que 64% de especies fueron comunes para ambos muestreos y en que la mayoría de éstas no variaron mucho su posición jerárquica de abundancia (tabla 14). Los pequeños cambios en esta estructura faunística estuvieron dados por la desaparición y aparición de algunas especies que quizás están siempre presentes en el sistema pero con abundancia escasa, y por el aporte de las únicas especies que incrementaron su abundancia del muestreo Mayo/02 al muestreo Enero/03 (*Tozeuma carolinense*, *Thor dobkini* y *Leander tenuicornis*).

Por su parte, los niveles de abundancia total de organismos colectados en este estudio pueden en principio parecer elevados, sin embargo, para tener una idea de si tales cantidades son altas o bajas, es necesario compararles con datos obtenidos de otros estudios. Para hacer dicha comparación se incluye en este apartado un cuadro (tabla 15) con datos de densidad de organismos, tanto de este estudio como de estudios efectuados en diferentes áreas geográficas. Dicha tabla se elaboró con datos estandarizados a número de organismos por metro cuadrado, los cuales fueron tomados directamente de los resultados o calculados mediante las especificaciones sobre los procedimientos de colecta de cada fuente referida. Es necesario comentar que esta tabla es ilustrativa dada la diversidad de métodos de muestreo involucrados, sin embargo, brinda una

idea de lo que ha sido considerado como "abundante" por otros autores. Observando esta tabla se aprecia que los datos de densidades de organismos obtenidas en la Bahía de la Ascensión pueden ser consideradas como valores medios o bajos (Mayo/02=6.4 org/m²; Enero/03=3.8 org/m², ambos meses en conjunto=5.1 org/m²).

TABLA 14. Listado de especies de carideos de acuerdo a su importancia numérica. Bahía de la Ascensión, México. Muestrros Mayo/02 y Enero/03.

Muestreo Mayo/02		Muestreo Enero/03	
Especie	Jerarquía en Abundancia	Especie	Jerarquía en abundancia
<i>Hippolyte pleuracanthus</i>	1	<i>Hippolyte pleuracanthus</i>	1
<i>Hippolyte zostericola</i>	2	<i>Hippolyte zostericola</i>	2
<i>Thor floridanus</i>	3	<i>Thor floridanus</i>	3
<i>Pericimenes (cf.) iridescens</i>	4	<i>Tozeuma carolinense</i>	4
<i>Thor manningi</i>	5	<i>Periclimenes (cf.) iridescens</i>	5
<i>Latreutes fucorum</i>	6	<i>Periclimenes americanus</i>	6
<i>Periclimenes americanus</i>	7	<i>Latreutes fucorum</i>	7
<i>Tozeuma carolinense</i>	8	<i>Thor manningi</i>	8
<i>Latreutes parvulus</i>	9	<i>Thor dobkini</i>	9
<i>Periclimenes longicaudatus</i>	10	<i>Latreutes parvulus</i>	10
<i>Hippolyte obliquimanus</i>	11	<i>Leander tenuicornis</i>	11
<i>Thor dobkini</i>	12	<i>Hippolyte obliquimanus</i>	12
<i>Processa bermudensis</i>	13	<i>Processa bermudensis</i>	13
<i>Alpheus normanni</i>	13	<i>Trachycaris restrictus</i>	14
<i>Alpheus floridanus</i>	14	<i>Periclimenes longicaudatus</i>	15
<i>Leander tenuicornis</i>	15	<i>Palaemonetes pugio</i>	15
<i>Trachycaris restrictus</i>	16	<i>Alpheus normanni</i>	16
<i>Leptochela bermudensis</i>	17	<i>Alpheus floridanus</i>	16
<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	18	<i>Periclimenes yucatanicus</i>	16
<i>Alpheus bouvieri</i>	19	<i>Periclimenaeus caraibicus</i>	16
<i>Alpheus viridari</i>	19	<i>Synalpheus fritzmulleri</i>	16
<i>Palaemon floridanus</i>	19	<i>Typton gnathophylloides</i>	16
<i>Processa vicina</i>	19		
<i>Synalpheus rathbunae</i>	19		

En resumen, puede decirse que la riqueza de especies del grupo Caridea en pastizales de esta bahía es alta y que la estructura faunística del grupo no cambia significativamente de un periodo a otro. Ambos resultados concuerdan con los antecedentes disponibles en relación a las diferencias entre los pastizales tropicales y los templados y templado-tropicales. La alta riqueza específica encontrada coincide con lo propuesto en la hipótesis de trabajo; sin embargo, las densidades estandarizadas de organismos no satisfacen la expectativa de una alta abundancia de carideos en esta zona.

En general, la alta riqueza de especies y la menor abundancia de organismos en ecosistemas tropicales han tratado de ser explicadas por la existencia de un menor estrés físico y con apoyo en hipótesis como la de depredación y la de perturbación y formación de parches. Para Heck (1979) estas teorías son aplicables en los sistemas de pastizales marinos tropicales pero además, este

autor señala otros aspectos importantes que deben tomarse en cuenta y que tienen que ver con una mayor complejidad estructural y ecológica en estos sistemas. Estas diferencias son relacionadas por Heck (1977) principalmente con:

- i) La presencia de diferentes ecosistemas contiguos: manglar y arrecife.
- ii) Las características de las algas rojas asociadas: ausencia de grandes marañas flotantes.
- iii) La diferencia estructural de los pastizales: no praderas sino pequeños parches.
- iv) El consecuente incremento (en relación al punto anterior) de especies poco frecuentes y/o no residentes (especies no muy relacionadas con los pastizales).

Todos estos rasgos de complejidad están presentes en Bahía de la Ascensión.

TABLA 15. Densidad de carideos asociados a pastizales marinos en diferentes áreas geográficas. (1)=un muestreo; (2)=varios muestreos; (3) = muestreos diurnos y nocturnos. (Densidad=total de organismos/área total muestreada)

Area geográfica	Densidad (org/m ²)	Num. de spp.	Pasto marino	Arte de muestreo	Autor
Nueva York	46.01	3	<i>Zostera marina</i>	“Throw trap” (2)	Raposa y Oviatt, 2000
Florida (NE)	68.4	13	<i>Syringodium filiforme</i> <i>Halodule wrightii</i> <i>Thalassia testudinum</i>	“Drop net” (2)	Gore <i>et al.</i> , 1981
Florida (NE)	345.7	2 (de 5)	<i>Syringodium filiforme</i> <i>Halodule wrightii</i> <i>Thalassia testudinum</i>	“Dip Net” (1)	Zupo y Nelson, 1999
Florida (NW)	23.1	6	<i>Thalassia testudinum</i>	Nucleos (1)	Lewis y Stoner, 1983
Guatemala	2.1	5	<i>Thalassia testudinum</i>	“Drop sampler” (1)	Arrivillaga y Baltz, 1999
Panamá	14	4	<i>Thalassia testudinum</i> <i>Syringodium filiforme</i>	Caja de madera (1)	Heck y Wetstone, 1977
Quintana Roo, México (Pto. Morelos)	4.84	39	<i>Thalassia testudinum</i> <i>Syringodium filiforme</i>	Red de patín (2),(3)	Monroy-Velázquez, 2000
Puerto Rico	30.8	18	<i>Thalassia testudinum</i> <i>Syringodium filiforme</i>	“Pushnet” (2),(3)	Bauer, 1985
Quintana Roo, México (Bahía del Espíritu Santo)	3.9	22	<i>Thalassia testudinum</i> <i>Syringodium filiforme</i>	Red de Patín (2)	Sánchez-Quiñones 2005
Quintana Roo, México (Bahía de la Ascensión)	5.1	28	<i>Thalassia testudinum</i> <i>Syringodium filiforme</i>	Red de patín (2)	Presente estudio

Variación Espacial

Los análisis estadísticos de conglomerados (CA) y de discriminante múltiple (MDA) realizados para agrupar estaciones de muestreo similares, mostraron que no existe diferencia entre las zonas de muestreo. Dichos análisis también mostraron que los grupos de estaciones arrojados por los CA tampoco presentaron composición distinta a pesar de que en algunos casos los MDA dieron altos porcentajes de clasificación y separaron gráficamente los centroides de los grupos. Lo anterior es válido para ambos meses de muestreo.

El único resultado significativo fue el MDA hecho con las especies como variables discriminantes para el muestreo Enero/03. En este caso los resultados fueron complejos desde el CA correspondiente, donde los grupos se formaron a distancias de ligamiento más altas mostrando mayor heterogeneidad espacial; lo cual se reflejó en el resultado de significación del MDA. Sin embargo, los datos originales sugieren que la diferencia fundamental entre grupos de estaciones es debida a la cantidad de organismos y que diferencias grandes ocurren entre estaciones muy cercanas, conservándose la estructura faunística general, sobre todo para el conjunto de especies abundantes.

De los MDA realizados con especies como variables discriminantes se deduce que, aunque existen variaciones evidentes de un punto a otro en cuanto a niveles de abundancia de especies comunes y en cuanto a la presencia-ausencia de especies poco frecuentes, la composición faunística es básicamente la misma en cualquier grupo de estaciones y en cualquier zona de muestreo. Ecológicamente ninguna especie o grupo de especies puede ser usada para identificar a un grupo de estaciones y así diferenciarle de otros grupos. La mayor heterogeneidad espacial que fue encontrada durante el muestreo Enero/03 obedece probablemente a variaciones de más corta escala espacial, las cuales son imposibles de evaluar sin datos a nivel de microhábitat (principalmente el estado y las características particulares de cada parche-pastizal muestreado).

En el caso de los MDA donde se usaron parámetros ambientales como variables discriminantes, los resultados son más claros en evidenciar la ausencia de diferencias entre grupos de estaciones aun cuando el procedimiento estadístico asigne de todos modos cargas discriminantes a las variables involucradas. Esta conclusión se apoya en los resultados de diferencia no significativa, en las gráficas correspondientes y en la observación de los datos originales. Así por ejemplo, en las hojas de campo se aprecia que las diferencias en la temperatura registrada en las estaciones de muestreo es efecto de la hora del día y no de la ubicación espacial.

Características como la distancia a la orilla así como el tipo de ésta (playa, marisma, mangle), han sido poco usadas como un probable factor de influencia en la composición de la fauna de carideos asociadas a pastizales marinos; sin embargo, estos parámetros fueron definidos por Raposa y Oviatt (2000) como variables relevantes en los cambios cuantitativos de poblaciones de algunos decápodos y particularmente de peces asociados a praderas de *Zostera marina*. De acuerdo con estos autores, la distancia a la orilla, el tipo de orilla contigua y la biomasa de la vegetación son

determinantes en la conformación de microhábitats con diferente valor ecológico, lo cual puede explicar la estructura comunitaria en diferentes momentos y localidades. En el presente estudio, las variaciones espaciales en temperatura, salinidad, distancia a la orilla y profundidad no fueron significativas ni útiles para distinguir zonas o grupos de estaciones.

Estos resultados, así como los datos de campo y los antecedentes disponibles sobre: tipo de sustrato (arenoso), tipo de línea de costa contigua (manglar), batimetría (somera), salinidad (marina y poco variable) y temperatura (poco variable), sugieren que los pastizales de la porción externa de la Bahía de la Ascensión presentan un marco ambiental general relativamente homogéneo en términos espaciales, lo cual se refleja en la composición de su fauna de camarones carideos.

Variación Temporal

Los resultados (de clasificación y de no significación) del MDA realizado con ambos meses de muestreo sugieren que a pesar del cambio temporal notable en la abundancia de carideos, en términos de estructura faunística existe un gradiente temporal más que una separación discreta entre ambos periodos. Dos hechos apoyan la anterior observación: i) la amplia variación de abundancias de varias especies en cada muestreo y ii) la similitud en la composición faunística entre muestreos. Con estos resultados es posible afirmar que las variaciones puntuales en cuanto a composición y abundancia, evidenciadas en el análisis espacial, suceden de modo similar en cualquiera de los dos periodos temporales y no pueden ser usados para tipificar a ninguno de los dos periodos de muestreo.

En este punto es muy importante recordar que la visión ofrecida por este trabajo es parcial debido a la carencia de un seguimiento mensual en los muestreos, y que si tal seguimiento existiera probablemente los datos señalarían una mayor variación temporal en la abundancia, tal como sucede en pastizales de Puerto Rico (Bauer, 1985).

Prácticamente todos los trabajos aquí citados sobre abundancia de invertebrados en pastizales marinos, señalan al verano como la época de mayor abundancia de organismos, y es en esta época del año cuando en diversas zonas del Mar Caribe suceden también las mayores biomásas de pastos marinos (van Tussenbroek, 1994b, 1995, 1998), las mayores abundancias de algas bentónicas (Hanisak, 1993; van Tussenbroek y Collado-Vides, 2000) y las mayores abundancias en muchas poblaciones de peces tropicales y subtropicales que habitan o frecuentan los pastizales (Livingston, 1984; Sedberry y Carter, 1993).

Por otro lado, considerando que parece existir un carácter constante o persistente en las faunas de pastizales marinos de diversos sistemas tropicales y subtropicales (Gore *et al.*, 1981; Dugan y Livingston, 1982; Bauer, 1985) y que en este trabajo se estudió un sólo grupo taxonómico y se encontró cierta homogeneidad ambiental general, se considera que un seguimiento mensual no mostraría alteraciones significativas a la estructura faunística encontrada.

Asociación de Especies

Los CA obtenidos agrupando especies, así como el análisis de las matrices originales de datos dieron como resultado dos agrupaciones básicas que se mantuvieron en ambos muestreos. En estos análisis el grupo más consistente incluyó a casi todas las especies comunes más abundantes en los pastizales marinos de la Bahía de la Ascensión, exceptuando a *Periclimenes* (cf.) *iridescens* y *Latreutes fucorum*. A lo largo de las estaciones muestreadas, las abundancias de las especies de este grupo (*Hippolyte pleuracanthus*, *H. zostericola*, *Thor floridanus*, *T. manningi* y *Periclimenes americanus*) se comportaron de modo similar, aumentando o disminuyendo de manera conjunta y de modo aproximadamente inverso al comportamiento de *Periclimenes* (cf.) *iridescens* y *Latreutes fucorum*. Esta supuesta relación inversa es notoria entre *P.* (cf.) *iridescens* y *Periclimenes americanus*.

Dada la poca información sobre la biología de las especies resulta difícil tratar de explicar estas asociaciones en términos de factores ambientales y más difícil en términos de alguna relación directa entre las especies involucradas. Sin embargo, se pueden mencionar algunos antecedentes del marco ecológico general de los sistemas de pastos marinos que seguramente influyen, en mayor o menor medida, en la dinámica de la fauna de carideos asociada a pastizales en esta bahía.

Hooks *et al.* (1976) señalaron "La presencia de cierto grupo de especies en pastizales marinos era altamente predecible". La idea en este comentario es que puede suponerse con cierta precisión el tipo de fauna que es factible encontrar en estos sistemas; es decir, que de acuerdo a los antecedentes, hay un grupo de taxa particularmente asociados a estos sistemas de vegetación sumergida. Aunque no es obligada, esta asociación ha mostrado ser estrecha y consistente. En la tabla 16 se indican, de acuerdo con varios autores, las especies de carideos muy relacionadas a pastizales marinos subtropicales.

En esta lista se aprecia la repetida mención de los géneros *Hippolyte*, *Periclimenes*, *Thor*, *Tozeuma*, *Palaemonetes* y *Palaemon*. Más específicamente, el análisis de información de numerosas colectas en muy diversas localidades establece una marcada afinidad entre los ambientes de pastos marinos y las especies que en el presente estudio conformaron el grupo frecuente-abundante (ver Holthuis, 1951, 1952; Chace, 1972; Rodríguez, 1980; Dugan, 1983; Williams, 1984; Holmquist *et al.*, 1989; Barba-Macías, 1995), particularmente las especies *Hippolyte pleuracanthus*, *H. zostericola* y *Thor floridanus*.

De acuerdo con estos antecedentes, las agrupaciones de especies que mostraron los CA en el presente estudio (figuras 9 y 10) pueden corresponder, en principio, a un componente faunístico muy asociado a pastizales marinos y a un componente faunístico no asociado estrechamente a estos sistemas. Este primer grupo de especies parece explotar muy exitosa y compartidamente el ambiente de pastizal marino de esta bahía. Las especies *Palaemonetes pugio* y *Palaemon floridanus* no se ubicaron en este primer componente dado que la primera suele estar asociada a bajas salinidades y la segunda parece estar muy ligada a la presencia de algas rojas (Hooks *et al.*, 1976;

Dugan y Livingston, 1982; Dugan, 1983; Livingston, 1984), y estos ambientes no fueron encontrados en las zonas y tiempos de muestreo del presente estudio. El segundo gran grupo (especies no muy asociadas a pastos marinos) lo integran especies escasas o especies que fueron más o menos comunes pero nunca muy abundantes. Estas especies pueden encontrarse en ambientes de pastos marinos pero también se encuentran con igual o mayor frecuencia en otros tipos de hábitat.

Tabla 16. Especies de camarones carideos asociadas a pastizales marinos según diversos autores.

Zona geográfica	Hábitat	Especies	Autor
Florida (NW)	Pastos marinos	<i>Palaemonetes pugio</i> , <i>Palaemonetes intermedius</i> , <i>Periclimenes longicaudatus</i> , <i>Tozeuma carolinense</i> , <i>Hippolyte pleuracantha</i> .	Hooks <i>et al.</i> , 1976
	Algas rojas	<i>Palaemon floridanus</i>	
Florida (NE)	Pastos y algas	<i>Hippolyte pleuracanthus</i> , <i>Palaemonetes intermedius</i> , <i>Alpheus heterochaelis</i>	Gore <i>et al.</i> , 1981
Florida (NW)	Pastos marinos	<i>Tozeuma carolinense</i>	Dugan y Livingston, 1982
	Algas rojas	<i>Hippolyte pleuracanthus</i> , <i>Periclimenes longicaudatus</i> , <i>Periclimenes americanus</i> , <i>Lysmata wurdemanni</i> , <i>Thor dobkini</i>	
Florida (NW)	Pastos marino	<i>Hippolyte pleuracanthus</i> , <i>Tozeuma carolinense</i> , <i>Periclimenes longicaudatus</i>	Dugan, 1983
	Algas rojas	<i>Palaemon floridanus</i>	
Florida (NW)	Pastos marinos	<i>Tozeuma carolinense</i>	Livingston, 1984
	Algas rojas	<i>Hippolyte pleuracanthus</i> , <i>Periclimenes longicaudatus</i> , <i>Periclimenes americanus</i> , <i>Thor dobkini</i>	
Florida (NE)	Pastos marinos	<i>Tozeuma carolinense</i> , <i>Periclimenes americanus</i>	Corey y Reid, 1991
	Pastos marinos y algas	<i>Hippolyte pleuracanthus</i> , <i>Palaemonetes pugio</i>	
	Algas	<i>Palaemonetes paludosus</i> , <i>Palaemon northropi</i>	

En la familia Alpheidae las especies de *Alpheus* son comunes en pisos arenosos, fangosos, rocosos y coralinos, estando más asociados al fondo (se entierran o esconden en cavidades) que a la vegetación (Chace, 1972; Rodríguez, 1980; Coen y Heck, 1983; Williams, 1984; Corey y Reid, 1991; Barba-Macías, 1995; Martínez-Iglesias *et al.*, 1996a, 1996b; Martínez-Iglesias y García-Raso, 1999). *Alpheus viridari* ha sido mencionado como muy común en zonas muy someras y con vegetación, particularmente entre raíces de mangle (Chace, 1972; Rodríguez, 1980; Ferraris *et al.*, 1994) y las especies de *Synalpheus* son muy frecuentes en esponjas (Chace, 1972; Heck, 1977; Coen y Heck, 1983; Felder, 1982; Williams, 1984; Corey y Reid, 1991; Duffy, 1996).

Hippolyte obliquimanus (antes *H. curacaoensis*) es una especie que puede encontrarse en pastizales marinos pero es común en fondos arenosos y fangosos sin vegetación (Chace, 1972; Williams, 1984). *Trachycaris restrictus* es un hipolítido de cuya biología se sabe muy poco y que, a pesar de tener una amplia distribución (Chace, 1972; Dardeau *et al.*, 1980), siempre es registrado en bajas abundancias en pastizales marinos; a este carideo suele encontrarse también en zonas de coral y fondos compuestos de arena (Corey y Reid, 1991).

Latreutes fucorum y *L. parvulus* son especies que han sido colectados en muy diferentes microambientes que van desde pastizales hasta erizos y esponjas, pasando por sustratos fangosos, conchíferos y coralinos, algas bentónicas y masas algales flotantes (Chace, 1972; Christoffersen, 1982; Criales, 1984; Williams, 1984; Barba-Macías, 1995; Martínez-Iglesias *et al.*, 1996a). Estas especies fueron registradas por Sánchez-Quiñones (2005) en muy baja abundancia en pastizales de Bahía del Espíritu Santo (Quintana Roo, Mex.) donde las especies dominantes fueron *Thor floridanus*, *T. dobkini*, *Periclimenes americanus* e *Hippolyte zostericola*. A pesar de que estos datos indican una relación no estrecha entre *Latreutes fucorum* y los pastizales, en este estudio esta especie fue registrada en sexto o séptimo lugar de abundancia, mientras que en Puerto Morelos (México) y Puerto Rico fue ubicada como la más abundante de la fauna caridea (Bauer, 1985; Monroy-Velázquez, 2000).

Sin datos sobre la biología de estas especies de *Latreutes* es difícil suponer las causas que determinan estas variaciones en la co-dominancia de las especies abundantes; sin embargo, vale la pena mencionar dos datos notables al respecto: primero, que en el presente estudio las localidades donde hubo menor cantidad de *Latreutes fucorum* coincidieron con las mayores abundancias de *Hippolyte pleuracanthus*, *H. zostericola* y *Thor floridanus*, y segundo, que en los estudios de Bauer (1985) y Monroy-Velázquez (2000) estas tres últimas especies estuvieron ausentes o fueron ocasionales. Ambos datos sugieren que muchas especies pueden explotar mejor algunos ambientes dependiendo, entre otros factores, de cuáles especies de carideos sean sus competidoras o depredadoras; este tipo de interacción ya ha sido demostrada para algunos grupos de especies como *Palaemon floridanus* y *Palaemonetes vulgaris* (Coen *et al.*, 1981) e *Hippolyte zostericola* y *Palaemonetes intermedius* (Zupo y Nelson, 1999).

Thor dobkini ha sido relacionado con pastizales marinos de modo similar a *T. manningi* (Williams, 1984; Chace, 1972), y sin embargo, rara vez ha sido registrado como abundante en este ambiente (ver Gore *et al.*, 1981; Dugan y Livingston, 1982; Lewis y Stoner, 1983; Holmquist *et al.*, 1989; Monroy-Velázquez, 2000), mientras que *T. manningi* parece ser muy abundante en pastizales marinos tropicales (Bauer, 1985; Monroy-Velázquez, 2000); estas especies se han encontrado en mayor número en colectas nocturnas (Monroy-Velázquez, 2000) y a ambas es posible encontrarlas también en anémonas, entre algas, en ambientes coralinos y en fondos fangosos sin vegetación (Criales, 1984; Corey y Reid, 1991; Martínez-Iglesias *et al.*, 1996a).

Entre los Palaemonidae, a *Leander tenuicornis* es posible encontrarlo en arrecifes de coral (Martínez-Iglesias y García-Raso, 1999) y se le halla a menudo asociada a diferentes tipos de

vegetación, ya sea pastos marinos, raíces de mangles, algas bentónicas y principalmente a masas algales flotantes (*Sargassum*) (Holthuis, 1952; Chace, 1972; Rodríguez, 1980; Coen y Heck, 1983; Williams, 1984; Corey y Reid, 1991; Martínez-Iglesias, et al., 1996a). *Periclimenes yucatanicus*, como algunas otras especies de este género, es un simbiote de anémonas (Chace, 1972; Williams y Williams, 1982; Criales, 1984; Nizinski, 1989; Spotte, 1997), mientras que *Periclimenes longicaudatus* puede ser más o menos común en pastizales marinos (Hooks et al., 1976; Chace, 1972; Gore et al., 1981; Williams, 1984) pero es también posible asociarle con algas rojas (Dugan y Livingston, 1982), con ambientes sin vegetación, en fondos fangosos, coralinos (Martínez-Iglesias et al., 1996a) y con esponjas (Williams, 1984). *Periclimenaeus caraibicus* es una especie que puede ser encontrada en rocas incrustadas en coral, en pastos marinos y en manglares y (Holthuis, 1951; Chace, 1972; Martínez-Iglesias et al., 1996a; Martínez-Iglesias y García-Raso, 1999).

Las especies de la familia Pasiphaeidae son organismos más bien pelágicos, que típicamente son colectados en zonas de profundidad considerable (Williams, 1984); en esta familia el género *Leptochela* es de distribución más costera (por ejemplo *Leptochela serratorbita* y *L. carinata*) y de acuerdo con Chace (1972) la especie *Leptochela bermudensis*, aunque es encontrada preferentemente en mar abierto, puede hacer incursiones nocturnas hacia zonas muy someras.

Processa es un género cuyas especies pueden habitar sustratos arenosos, fangosos coralinos y conchíferos con o sin vegetación y pueden vivir en zonas muy someras o a considerable profundidad (Chace, 1972; Coen y Heck, 1983; Williams, 1984; Martínez-Iglesias, 1996a). A la especie *Processa bermudensis* se le asocia con ambientes estuarinos de alta salinidad, sin preferencia marcada por un tipo de sustrato y a *P. vicina* se le relaciona con sustratos finos, en un amplio intervalo de profundidad (Rodríguez, 1980; Williams, 1984). Es de llamar la atención que los datos de Bauer (1985) ubicaron a *Processa bermudensis* como la séptima especie más abundante a lo largo de su estudio (13 muestreos mensuales), mientras que en Bahía de la Ascensión, así como en otros trabajos (ver Heck, 1977; Lewis y Stoner, 1983; Holmquist et al., 1989; Gore et al., 1981), las especies de *Processa* y de *Ambidexter* fueron poco comunes u escasas. Es posible que estos resultados tengan relación con los hábitos nocturnos y enterradores de estos organismos (Bauer, 1985), lo cual les hace estar sub-representados en colectas diurnas; sin embargo, el estudio de Gore et al., (1981) incluyó también muestreos nocturnos (12 colectas mensuales) y los Processidae que este último autor encontró (*Ambidexter symmetricus* y *Processa hemphilli*) nunca fueron abundantes. De modo similar a lo comentado para *Latreutes fucorum*, si se considera que en todos los estudios mencionados la composición y abundancia de especies fue muy diferente, podría ser también que *P. bermudensis* pueda prosperar en mayor o menor grado en pastizales dependiendo de con qué especies debe compartirlos.

Las especies *Tozeuma carolinense* y *Periclimenes* (cf.) *iridescens* fueron considerados de manera especial puesto que resultó particularmente difícil tratar de explicar los patrones espacio-temporales de abundancia que mostraron en el presente estudio.

Tozeuma carolinense ha sido estrechamente asociado a pastos marinos (Ewald, 1969; Chace, 1972; Williams, 1984; Corey y Reid, 1991) donde suele ser abundante (Ewald, 1969; Dugan, 1983;

Barba-Macías, 1995; Monroy-Velázquez, 2000) e incluso puede ser el componente más importante de los carideos en algunas ocasiones (Heck, 1977; Coen y Heck, 1983). Con estos antecedentes, parecería lógico esperar que esta especie fuera muy abundante en Bahía de la Ascensión y formara siempre parte del grupo que se ha presumido aquí como "muy asociado" a pastizales; sin embargo, este hipolítido mostró abundancias de medias a altas y sólo durante enero de 2003 se integró a dicho grupo abundante-frecuente de especies asociadas por los CA.

Por otra parte, los pocos antecedentes disponibles para el Caribe no aportan mucho pues en Puerto Morelos (al norte de Bahía de la Ascensión) Monroy-Velázquez (2000) halló esta especie en abundancias medias tanto en verano como en invierno, mientras en Puerto Rico, Bauer (1985) no le registró en todo el año. Cabe añadir que en todos los trabajos en los cuales esta especie resultó muy abundante, el método de muestreo usado fue el llamado "otter trawl", por lo cual esos resultados pueden haber sido sesgados por la selectividad de la red empleada, sobre-estimando la presencia de este camarón. De este modo, sólo es posible mencionar algunos aspectos notables de esta especie que probablemente se relacionen con el comportamiento observado en su abundancia:

- *Tozeuma carolinense* es, por mucho, la especie de mayor tamaño entre los carideos que habitan en pastizales marinos (obs. pers.).
- Es una especie que ha desarrollado un comportamiento muy especializado para evadir a sus depredadores (Livingston, 1984; Main, 1985, 1987).
- Este camarón ha sido asociado específicamente a la abundancia de *Syringodium filiforme* (Ewald, 1969; Heck, 1977).
- Tanto *Tozeuma carolinense* como *Hippolyte zostericola* (y muy probablemente también *H. pleuracanthus*), se alimentan principalmente de algas epífitas del pasto marino (Ewald, 1969; Zupo y Nelson, 1999; Barba-Macías *et al.*, 2000).

Lo anterior sugiere que esta especie puede estar explotando su medio de un modo muy diferente al usado por el resto de las especies abundantes y comunes en estos sistemas. Así, si realmente es una especie asociada a *Syringodium filiforme*, resultaría lógico que nunca fuera muy abundante y frecuente en este bahía donde hay un fuerte predominio de *Thalassia testudinum*; o, si su comportamiento antidepredatorio es altamente efectivo, sería posible esperar que tuviera mayor supervivencia en épocas en las que la protección ofrecida por la vegetación disminuye notablemente (en este caso Enero/03), periodo en el que además podría ser mayor la presencia de *S. filiforme* por la sucesión de especies de pastos que se da en los procesos de recolonización o regeneración de los parches (Williams, 1987, Gallegos *et al.*, 1994); finalmente, las diferencias tanto en tamaño como en estacionalidad pueden evitar una posible interacción de competencia por alimento.

La especie *Perclimenes iridescens* ha sido relacionada a pastizales marinos en mucho menor medida que *P. longicaudatus*, por lo cual se le puede ubicar como una especie no muy asociada a

estos ambientes. A este palemónido se le puede hallar con igual o mayor frecuencia en fondos arenosos con algas y entre corales, anémonas o hidroides (Chace, 1972; Criales, 1984; Williams, 1984). En este estudio, *Periclimenes* (cf.) *iridescens* no se integró al grupo abundante-frecuente pero se mantuvo entre los 5 taxa más abundantes (con abundancia superior a la de *P. americanus*). Este último dato contradice en cierta medida los antecedentes pues, dada su abundancia en este estudio, a *Periclimenes* (cf.) *iridescens* bien podría considerársele como una especie muy asociada a ambientes de pastizal marino; sin embargo, esta contradicción podría en realidad no existir, pues hay evidencia que señala que *P.* (cf.) *iridescens* es una nueva especie del "complejo iridescens" (Martínez-Mayén y Román-Contreras, en prep.). El hecho de que esta especie, siendo tan abundante, no se haya ubicado en el grupo abundante-frecuente queda por explicarse, probablemente en términos de interacciones interespecíficas.

3. DIVERSIDAD

De acuerdo con los datos obtenidos, en la Bahía de la Ascensión la riqueza específica es alta (28 especies), lo cual concuerda con lo propuesto en las hipótesis del presente trabajo. En el Caribe mexicano, este número es sólo inferior al registrado por Monroy-Velázquez (2000) en Puerto Morelos (Quintana Roo, Mex.) (39 especies) y es superior al reportado por Heck (1977) en Panamá (19 especies), por Bauer (1985) en Puerto Rico (18 especies) y por Sánchez-Quiñones (2005) en Bahía del Espíritu Santo (Quintana Roo, Mex.) (22 especies).

Cuando menos 54 especies de decápodos carideos han sido registradas en esta bahía o en sus cercanías (ver Markham y Donath-Hernández, 1990; Chace, 1972); sin embargo, gran parte de este número lo constituyen carideos que no están estrechamente asociados al ambiente de pastizal marino, como por ejemplo especies de la familia Alpheidae.

La riqueza específica máxima calculada para este componente faunístico en pastizales de Bahía de la Ascensión fue de 31 especies, número conservador si se considera que a unos kilómetros al norte (Puerto Morelos) el listado específico fue de 39 especies y a unos pocos kilómetros al sur (Bahía del Espíritu Santo) se registraron cuatro especies diferentes (*Alpheus armillatus*, *Synalpheus apiocerus*, *Lysmata wurdemanni* y *Leptochela serratorbita*) a las encontradas en Bahía de la Ascensión. Resulta probable que si los muestreos hubieran sido nocturnos y mensuales, el número de especies registrado habría sido mayor y se tendría una mejor estimación de la riqueza específica máxima.

El cambio temporal en el número de especies fue mínimo, y aunque la variación espacial (por punto y por zonas de muestreo) en ocasiones fue muy amplia, las gráficas de riqueza específica estandarizada mostraron que no hubo cambios importantes de una zona a otra y consecuentemente, que no hubo un gradiente espacial en esta variable.

Los valores obtenidos en los índices de diversidad y equitatividad reflejaron tanto la alta riqueza específica existente como la ausencia de una especie dominante única. Los índices de

Shannon-Wiener (H' usados para calcular DH_1) variaron entre 1.35 y 3.19 y representan diversidades medias y altas si se considera que este índice (H') normalmente oscila de 1.5 y 3.5 (Margalef (1972), citado en Magurran (1988)). Tales valores parecen particularmente altos si se les compara con las diversidades obtenidas por Sánchez-Quiñones (2005), los cuales nunca alcanzaron el valor de 1. El comportamiento espacial de la diversidad y la equitatividad fue similar al de la riqueza específica, esto es, sin una tendencia definida, lo cual sugiere nuevamente la ausencia de un gradiente o un patrón espacial a lo largo de los puntos o las zonas de colecta. De modo parecido a lo observado en otras variables (abundancia y composición), las diferencias puntuales en diversidad y equitatividad, parecen estar en función de escalas más cortas y complejas (microhábitat) y pueden presentarse en cualquier zona de estos pastizales.

En relación a la hipótesis de trabajo, puede decirse que la diversidad en la fauna de carideos en esta bahía es alta como se esperaba pero no fue afectada por la temporalidad referente a la época de lluvias. El cambio temporal en todas estas variables (riqueza específica, diversidad y equitatividad) resultó no significativo, lo cual, junto con otros resultados, apoya la noción de una fauna más o menos estable en tiempo y espacio, que habita un ambiente estable en general (escalas medias).

4. ASPECTOS REPRODUCTIVOS

Los antecedentes disponibles sobre aspectos reproductivos en carideos de pastizales marinos tropicales indican que es posible hallar hembras ovígeras en cualquier época del año en casi todas las especies, y establecen que la actividad reproductiva es continua, tanto a nivel poblacional como a nivel individual (Heck, 1977; Bauer, 1989). De hecho, tanto para camarones carideos como para camarones penéidos, puede generalizarse que a menor latitud, mayor longitud en el periodo de reproducción (Bauer, 1992; Aragón-Noriega y Alcántara-Razo, 2005).

De las 28 especies registradas en el presente estudio, sólo en *Palaemon floridanus* no se registraron hembras, mientras que en *Alpheus floridanus* y *Trachycaris restrictus* se registraron escasas hembras sólo durante el muestreo Mayo/02, pero ninguna en estado ovígero. En *Alpheus bouvieri*, *A. viridari*, *Leptochela bermudensis*, *Palaemonetes pugio*, *Synalpheus fritzmuelleri*, *S. rathbunae* y *Typton gnathophylloides* se registraron hembras en ambos muestreos, pero tampoco se observaron hembras ovígeras. Lo anterior probablemente estuvo en función de la muy escasa abundancia con que se registraron estas especies y no representa necesariamente evidencia de estacionalidad en sus ciclos reproductivos.

Con los datos obtenidos en este estudio (tabla 10) no se puede confirmar la existencia de reproducción continua en estos organismos; sin embargo, considerando la información publicada, la variación ambiental entre los periodos muestreados y los altos porcentajes de hembras ovígeras registrados en ambos periodos, es muy factible que al menos para las especies comunes y abundantes la producción de huevos ocurra efectivamente durante todo el año.

Estos resultados, así como las pruebas estadísticas correspondientes, indican que la proporción poblacional de hembras en estado ovígero puede presentar una variación temporal amplia, sobre todo en especies como *Periclimenes americanus* y *Tozeuma carolinense*. Es importante señalar que el cambio observado en estos datos no ocurrió en el mismo sentido para todas las especies, ya que *Hippolyte zostericola*, *Periclimenes americanus* y *Thor floridanus* disminuyeron sus porcentajes de hembras ovígeras del primero al segundo muestreo, mientras que *Periclimenes* (cf.) *iridescens* y *Tozeuma carolinense* aumentaron dichos porcentajes del primero al segundo mes de muestreo. Con este panorama y con el análisis hecho en cuanto a asociación de especies, resulta aparente que las especies o grupos de especies de carideos (algunas muy cercanas filogenéticamente) presentan adaptaciones diferentes para explotar un mismo entorno ambiental, probablemente como resultado de presiones de competencia y depredación.

El caso de *Thor floridanus* llama la atención pues esta especie se mantuvo con porcentajes bajos de hembras ovígeras en ambos meses de colecta. Es probable que tales resultados tengan relación con la alta incidencia parasitaria que registró esta especie en la Bahía de la Ascensión en estos meses, ya que se sabe que la presencia de parásitos bopíridos tiene un efecto castrante en sus hospederos (Baudoin, 1974; Beck, 1980).

La proporción o razón sexual de estas especies se mostró en este estudio también como un atributo poblacional cambiante en el tiempo, y en algunos casos estuvo muy alejada de la relación 1:1. Este cambio temporal en la proporción sexual fue significativo para ambas especies de *Periclimenes* y para *Thor floridanus*. Aunque los presentes datos son insuficientes para describir la estrategia reproductiva de estas especies, nuevamente parece haber evidencia de una dinámica ecológica compleja en la fauna caridea de este sistema. Así por ejemplo, si bien la tendencia inicial de las poblaciones biológicas de reproducción sexual es tener una razón de sexos de una hembra por cada macho (Pianka, 1974; Halliday, 1994; Lessells, 1991), en este componente faunístico *Latreutes fucorum* mantuvo un número mayor de machos, *Periclimenes americanus* y *Thor floridanus* variaron entre un sesgo hacia los machos y una razón igualitaria, *Periclimenes* (cf.) *iridescens* cambió de una razón equilibrada hacia una mayor proporción de hembras y sólo *Tozeuma carolinense* mantuvo una razón sexual aproximada de 1:1.

La desviación en torno a la proporción sexual paritaria parece, en principio, tener relación con la existencia de anisogamia, con una diferencia en la inversión energética necesaria para producir una hembra o un macho (Halliday, 1994) y con un costo reproductivo diferente para hembras y machos (Berglund, 1981). Esta desviación suele verse reflejada en la existencia de dimorfismo sexual en cuanto a tamaño en las poblaciones de organismos (Pianka, 1974; Halliday, 1994; Mazzoni y Caramaschi, 1995). La desproporción sexual puede estar también relacionada con otros factores como la distribución, la estacionalidad, la mortalidad, la longevidad, el crecimiento o la migración diferenciales entre hembras y machos (Wenner, 1972; Berglund, 1981; Mazzoni y Caramaschi, 1995).

En el caso de los carideos tropicales y subtropicales es probable que dichas desviaciones se den en términos de un equilibrio dinámico en relación a numerosas variables, incluidas algunas de

las arriba mencionadas. Esta suposición se basa principalmente en tres aspectos sobresalientes: i) que efectivamente en estas poblaciones suele haber cierto grado de dimorfismo sexual, con hembras más grandes (Ewald, 1969; Alon y Stancyk, 1982; Nizinski, 1989; Spotte, 1997; Anger y Moreira, 1998), ii) que hay evidencia de que organismos de mayor tamaño son más accesibles a sus depredadores (Main, 1985), y iii) que las estrategias reproductivas en muchas de estas especies pueden ser complejas y flexibles, variando del gonocorismo al hermafroditismo secuencial o simultáneo (Bauer, 1986, 2001, 2002; Bauer y VanHoy, 1996).

Mención aparte merecen las especies *Hippolyte zostericola* e *H. pleuracanthus*, ya que la disparidad sexual registrada en estas resultó extraordinaria. Estas especies han protagonizado históricamente una polémica al respecto de la validez en su separación taxonómica (Chace, 1972; Gore *et al.*, 1981; Williams, 1984; Negreiros-Fransozo *et al.*, 1996), ya que las diferencias morfológicas son muy sutiles y una separación ecológica nunca ha sido establecida. Los datos obtenidos en este estudio apuntan hacia la posibilidad de que ambas especies sean en realidad una sola y de que se trate de una especie con algún grado de protandria. En esta única especie, el conjunto identificado como *Hippolyte pleuracanthus* comprendería a las tallas pequeñas con sexo masculino, el grupo identificado como *H. zostericola* incluiría a las tallas mayores con sexo femenino y las escasas hembras de la primera especie, así como los escasos machos de la segunda, representarían una fase de transición. Zupo y Nelson (1999) plantearon esta misma posibilidad de protandria para el grupo de organismos que identificaron como *H. zostericola*, ya que encontraron un patrón de frecuencia de tallas similar a la que presenta *H. inermis*, siendo ésta última una especie probadamente protándrica (Zupo, 1994, 2001). Para probar esta hipótesis es necesario, cuando menos, un estudio detallado de la morfología y la estructura de tallas del conjunto "pleuracanthus-zostericola".

Las tallas mínima y poblacional de madurez sexual de las especies aquí estudiadas resultan difíciles de comparar con aquéllas de las mismas especies en otras regiones geográficas o en otras condiciones ambientales, puesto que no existen antecedentes suficientes y apropiados. En general, estas variables están en función de una economía bioenergética y se sabe que afectan de manera directa la dinámica poblacional y que, a su vez son afectadas por factores bióticos y abióticos (Wenner *et al.*, 1974; Sastry, 1983b) tales como la depredación, la disponibilidad de alimento, la temperatura y la salinidad (Alon y Stancyk, 1982; Roa y Tapia, 1998; Robertson y Butler, 2003; Aragón-Noriega y Alcántara-Razo, 2005). Ambos parámetros reproductivos son directamente proporcionales a la longevidad (Lessells, 1991) y a la latitud geográfica (Sastry, 1983b; Aragón-Noriega y Alcántara-Razo, 2005) y suelen presentar una relación inversa con la presión de depredación (Abrams y Rowe, 1996).

Considerando que para las poblaciones de carideos en pastizales marinos del Caribe la disponibilidad de alimento parece no ser un factor limitante (Heck y Wetstone, 1977; Barba-Macías *et al.*, 2000), que la ubicación geográfica es de latitud baja, que la longevidad es tan corta como aproximadamente cinco ó seis meses (Bauer, 1985) y que la presión de depredación es alta (Heck, 1977; Heck y Wetstone, 1977; Heck y Orth, 1980b), es lógico esperar valores pequeños en tales

parámetros reproductivos. En la tabla 17 se pueden comparar los datos obtenidos en el presente estudio con datos publicados por otros autores para zonas de latitud menor (Panamá) y mayor (Florida). Aún tomando en cuenta las diferencias entre los métodos y épocas de muestreo, en dicha tabla se puede apreciar que las tallas mínima y poblacional encontradas en Bahía de la Ascensión se ajustan a lo esperado.

Tabla 17. Tallas mínima y poblacional (promedio) de madurez sexual (hembras ovígeras) registradas para algunas especies de carideos en Bahía de la Ascensión (Quintana Roo, Méx.) en comparación con datos publicados por Coen y Heck (1983) y Corey y Reid (1991) para las costas de Panamá y Florida, respectivamente.

Especie	Bahía de la Ascensión (Mex.)		Panamá	Florida	
	Talla min.	Talla pob.		Talla min.	Talla pob.
	CL en mm.	CL en mm.	CL en mm.	CL en mm.	CL en mm.
<i>Hippolyte zostericola</i>	1.3	2.1	1.7	1.92	2.77
<i>Latreutes fucorum</i>	1.9	2.8	2.3	2.56	3.16
<i>Periclimenes americanus</i>	1.8	2.6	2.7	2.28	3.06
<i>Tozeuma carolinense</i>	5.4	7.6	5.1	5.76	6.79

5. INCIDENCIA PARASITARIA

En el Caribe mexicano, Markham y Donath-Hernández (1990) reportaron la presencia de parásitos bopíridos en carideos de las especies *Synalpheus fritzmulleri*, *S. townsendii*, *S. longicarpus*, *Alpheus formosus*, *Thor floridanus*, *Lysmata* spp., *Latreutes fucorum* y *Palaemon northropi*; la mayoría de estos registros fueron hechos con material colectado Bahía de la Ascensión (México). En la Bahía del Espíritu Santo (Quintana Roo, Mex.), Sánchez- Quiñones (2005) encontró bopíridos parasitando a las especies *Hippolyte zostericola*, *Thor floridanus*, *T. dobkini*, *Tozeuma carolinense*, *Periclimenes iridescens* y *P. americanus*. Los datos aquí obtenidos agregan a *Hippolyte pleuracanthus*, *Thor manningi*, y *Palaemonetes pugio* a la lista de hospederos en Bahía de la Ascensión y en el Caribe mexicano.

Se sabe que la relación de parasitismo entre bopíridos y carideos presenta un alto grado de especificidad por lo cual, con los antecedentes disponibles, puede suponerse con cierta certeza la identidad de los parásitos presentes en los carideos de Bahía de la Ascensión. Estas especies serían: *Bopyrina abbreviata* (en especies de *Hippolyte*), *Probopyrinella latreuticola* (en *Latreutes fucorum*), *Bopyrinella thorii* (en especies de *Thor*), *Parabopyrella thomasi* (en *Tozeuma*), *Schizobopyrina urocaridis* (en especies de *Periclimenes*) y *Probopyrus pandalicola* (en especies de *Palaemon* y *Palaemonetes*) (Román, com. pers.).

Los presentes resultados mostraron que la incidencia parasitaria de isópodos bopíridos sobre hospederos carideos en la Bahía de la Ascensión varió de una especie a otra y de un periodo de muestreo a otro. Los porcentajes obtenidos en este trabajo parecen bajos si se considera que se han registrado niveles de infestación mayores al 85% (Beck, 1979); sin embargo, para hacer

comparaciones a este respecto debe tomarse en cuenta el número total de organismos analizados (Román-Contreras, 1993). En el presente estudio pudo apreciarse el marcado efecto que puede tener un tamaño de muestra (n) pequeño en los porcentajes de organismos parasitados (por ejemplo en *Palaemonetes pugio* y en el grupo *Alpheus*), pero para el resto de las especies analizadas los resultados pueden considerarse representativos pues siempre se analizó un número mayor a 300 organismos (ver tabla 12).

Si bien la cantidad de hospederos potenciales parece importante para la infestación frecuente de estos parásitos, los presentes datos sugieren que este factor no es determinante, pues las especies más abundantes, *Hippolyte zostericola* e *H. pleuracanthus*, prácticamente no fueron parasitados. En esta bahía las especies de bopíridos que parasitan a *Periclimenes* (cf.) *iridescens* y, sobre todo las que parasitan a *Thor floridanus* y a *T. manningi*, fueron más exitosas que otras durante los meses estudiados. En estas tres especies de carideos la incidencia parasitaria varió significativamente en el tiempo, lo cual podría pensarse que tiene relación con la gran disminución de abundancia que sufrieron estas especies de un mes a otro (de entre 50 y 74%); sin embargo, si esta relación existe, no se manifiesta del mismo modo en las tres especies, pues mientras que en *Thor floridanus* y *T. manningi* la incidencia de parásitos disminuyó, en *Periclimenes* (cf) *iridescens* esta incidencia aumentó de un muestreo a otro.

Los antecedentes más cercanos sobre la incidencia parasitaria de bopíridos sobre carideos en aguas mexicanas se hallan en los trabajos de Romero-Rodríguez (2004) y Sánchez-Quiñones (2005), quienes trabajaron con carideos colectados en pastizales marinos de Laguna de Términos (Campeche, México) y Bahía del Espíritu Santo (Quintana Roo, Mex.), respectivamente. El primero de estos autores encontró en *Hippolyte zostericola* una incidencia parasitaria promedio de 4.06 %, mientras que el segundo autor encontró parásitos bopíridos en 6 de 22 especies de carideos (arriba mencionadas) con incidencias bajas en general, y con los valores más altos en *Thor floridanus* (1.5% en noviembre) y en las especies de *Periclimenes* (1% y 2% en mayo). En comparación con estos antecedentes, las mayores incidencias parasitarias encontradas en el presente estudio correspondieron a las especies *Thor floridanus* y *T. manningi*, las cuales fueron en promedio siempre superiores al 7%.

Con la información acumulada hasta este momento no es posible proponer qué factores determinan que una u otra especie sea mayormente parasitada y que los grados de infestación sean cambiantes tanto temporal como espacialmente, en particular porque en este fenómeno de parasitismo se involucran las dinámicas poblacionales de tres especies: el parásito (isópodos), el hospedero intermediario (copépodos) y el hospedero definitivo (carideos), además de diversas variables bióticas y abióticas que afectan a cada una de estas poblaciones (Beck, 1979; Román-Contreras, 1993; Romero-Rodríguez, 2004).

CONCLUSIONES

- La riqueza específica en la fauna de carideos asociados a pastizales marinos en Bahía de la Ascensión (Quintana Roo, México) es alta y está compuesta por al menos 28 especies. Este número es el segundo más alto reportado en el Caribe mexicano, superado solamente por el número de especies registrado en Puerto Morelos (Quintana Roo, Mex.). Esto coincide con lo esperado dado la latitud en la que se ubica la bahía.
- Las especies *Hippolyte obliquimanus*, *Hippolyte pleuracanthus*, *Latreutes parvulus*, *Trachycaris restrictus*, *Palaemonetes pugio*, *Palaemon floridanus*, *Periclimenes* (cf.) *iridescens*, *Periclimenes longicaudatus*, *Periclimenes yucatanicus*, *Typton gnathophylloides*, *Leptochela bermudensis*, *Processa bermudensis* y *Processa vicina* representan nuevos registros para la Bahía de la Ascensión.
- La abundancia de estos carideos, medida en términos de densidad, no fue alta sino que mantuvo valores de medios a bajos, tanto en el muestreo de mayo de 2002 como en el de enero de 2003. Las abundancias relativas observadas mostraron que en general son las mismas especies las que componen más del 80% de esta fauna en ambos periodos de estudio.
- La abundancia total de organismos mostró amplia variación tanto espacial como temporalmente. Este cambio parece no tener relación directa con la estacionalidad pre y pos-lluvias (salinidad), sino que puede estar más relacionado con las variaciones temporales en los vientos predominantes y en la temperatura, y los efectos de estas variables tanto en las poblaciones de camarones como en su entorno ambiental.
- Los índices de diversidad y equitatividad arrojaron valores de medios a altos, reflejando la baja dominancia y la alta riqueza específica presentes en esta fauna. El cálculo de la riqueza específica máxima arrojó un número de 31 especies lo cual se considera un valor conservador que muy probablemente será rebasado al incrementar el esfuerzo de muestreo.
- En la fauna de carideos de esta bahía se encontraron dos componentes básicos: un grupo de especies abundantes, estrechamente relacionadas al sistema de pastizal, y un grupo de especies de menor abundancia, menos relacionadas con este tipo de sistema.
- La proporción de hembras y la proporción de hembras ovígeras variaron temporalmente, y en algunas especies este cambio fue significativo; estas variaciones, en conjunto con la información disponible sobre la biología de estos crustáceos, representan evidencia de un equilibrio muy dinámico en los procesos reproductivos de estas especies. Las tallas mínima y poblacional de madurez sexual fueron bajas tal como se esperaba dadas las características geográficas del sistema (baja latitud) y ecológicas de la fauna de carideos (alta presión de depredación y corta duración de vida).

- De 29 grupos identificados (28 especies y un grupo a nivel genérico), *Alpheus*, *Hippolyte pleuracanthus*, *Hippolyte zostericola*, *Latreutes fucorum*, *Palaemonetes pugio*, *Periclimenes americanus*, *Periclimenes* (cf.) *iridescens*, *Thor floridanus*, *Thor manningi* y *Tozeuma carolinense* presentaron parásitos bopíridos. De estas especies *H. pleuracanthus*, *T. manningi* y *P. pugio* se reportan por primera vez como hospederos de isópodos Bopyridae en Bahía de la Ascensión y en la zona del Caribe mexicano.

- En la mayoría de las variables estudiadas, tanto poblacionales como ambientales, se encontró una variación espacial amplia, la cual sin embargo no mostró un patrón o gradiente que permitiera diferenciar zonas dentro de la bahía. A partir de este análisis espacial y de las comparaciones hechas entre una época y otra, se concluye que los pastizales en esta bahía representan un sistema muy dinámico a pequeña escala, pero con cierta estabilidad ambiental y biológica a escalas mayores.

RECOMENDACIONES

Dado que los pastizales marinos de cada localidad puede tener una identidad propia en función de numerosas variables biológicas (ver tabla 18) y ambientales (Livingston, 1984) resulta evidente la dificultad de clasificar en grupos a los pastizales marinos, cosa deseable para el estudio y conservación de estos sistemas según den Hartog (1980).

TABLA 18. Especies de camarones carideos abundantes en diferentes pastizales marinos del Mar Caribe. Fuentes: Bauer, 1985 (1), Heck, 1977 (2), Arrivillaga y Baltz, 1999 (3), Monroy-Velázquez, 2000 (4), Sánchez-Quiñones, 2005 (5), presente estudio (6). (Porcentajes sobre el total de organismos colectados).

Puerto Rico (1)	Panamá (2)	Puerto Morelos, Q.Roo, Mex. (4)	Bahía del Espíritu Santo, Q. Roo Mex. (5)	Bahía de la Ascensión, Q. Roo Mex. (6)
<i>Latreutes fucorum</i> (57%)	<i>Tozeuma carolinense</i> (91%)	<i>Latreutes fucorum</i> (33%)	<i>Thor floridanus</i> (25%)	<i>Hippolyte pleuracanthus</i> (35%)
<i>Periclimenes americanus</i> (11%)	<i>Synalpheus pandionis</i> (1%)	<i>Periclimenes americanus</i> (23%)	<i>Thor dobkini</i> (20%)	<i>Hippolyte zostericola</i> (21%)
<i>Thor manningi</i> (9%)	<i>Alpheus floridanus</i> (1%)	<i>Thor manningi</i> (19%)	<i>Periclimenes americanus</i> (16%)	<i>Thor floridanus</i> (16%)
<i>Alpheus normanni</i> (8%)		<i>Thor dobkini</i> (7%)	<i>Periclimenes iridescens</i> (13%)	<i>Periclimenes</i> (cf.) <i>iridescens</i> (10%)
<i>Hippolyte curacaoensis</i> (6%)		<i>Alpheus normanni</i> (6%)	<i>Hippolyte zostericola</i> (11%)	<i>Latreutes fucorum</i> (4%)
<i>Latreutes parvulus</i> (3%)		<i>Tozeuma carolinense</i> (5%)	<i>Tozeuma carolinense</i> (10%)	<i>Thor manningi</i> (4%)
<i>Processa bermudensis</i> (2%)		<i>Processa bermudensis</i> (3%)	<i>Thor manningi</i> (2%)	<i>Tozeuma carolinense</i> (4%)
				<i>Periclimenes americanus</i> (4%)

Por otra parte es claro que los pastizales marinos son sistemas altamente productivos, diversos y complejos, cuya explotación y conservación requiere de información confiable y detallada. Por estas razones son necesarios estudios descriptivos y ecológicos sistemáticos que permitan una evaluación y un manejo responsable de sus recursos. Considerando dicha complejidad, Bahía de la Ascensión resulta ideal para la investigación de estos sistemas, ya que es una zona con mínima influencia antropogénica, donde además existe cierta estabilidad ambiental, lo cual permitiría investigar con menor dificultad los cambios temporales y espaciales en la dinámica poblacional de las especies de carideos que habitan en estos sistemas. Con la intención de contribuir al logro de tales objetivos, algunas recomendaciones para el estudio de la fauna de carideos en pastizales marinos del Caribe mexicano son:

- o Realizar muestreos mensuales de carideos durante al menos dos años para poder evaluar cambios tanto intra como interanuales.

- Estandarizar los métodos de colecta al uso de una red tipo "drop net" y a los procedimientos descritos por Gore *et al.*, (1981) y Edgar *et al.*, (2001), con lo cual se puede obtener de manera fácil y simultánea el material biológico suficiente (pastos marinos, algas, carideos e incluso peces y diversos invertebrados epibentónicos) y puede tenerse también una evaluación directa de la densidad de organismos.
- Hacer los muestreos en horarios nocturnos.
- Incluir en los muestreos y en los análisis, la mayor cantidad posible de variables ambientales (características de los pastos marinos y algas, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, profundidad, tipo de sustrato, etc.).
- Analizar con detalle la dinámica poblacional de las especies de carideos más abundantes.
- Hacer colectas de plancton para evaluar las poblaciones larvales de estos carideos.
- En lo posible, obtener información sobre las características de los sistemas adyacentes asociados a los pastizales marinos (manglares y arrecifes de coral).

BIBLIOGRAFÍA

- Abele, L.G. & W. Kim. 1986. *An illustrated guide to the marine decapod crustaceans of Florida*. Florida State University. Department of Environmental Regulation. Technical Series, 8(1):1-325.
- Abrams, P.A. & L. Rowe. 1996. The effects of predation on age and size of maturity of prey. *Evolution* 50(3): 1052-1061.
- Aguilar-Rosas, M. 1990. Algas Marinas bentónicas de la reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, Quintana Roo, México. En: Navarro D. y J.G. Robinson (eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO) Chetumal. Pp. 13-34.
- Alon, N.C. & S.E. Stancyk. 1982. Variation in life-history patterns of the grass shrimp *Palaemonetes pugio* in two South Carolina estuarine systems. *Mar. Biol.* 68: 265-276.
- Anderson, R.M. & R.M. May. 1978. Regulation and stability of host-parasite population interactions. I. Regulatory Processes. *J. Anim. Ecol.*, 47: 219-247.
- Anger, K. & G.S. Moreira. 1998. Morphometric and reproductive traits of tropical caridean shrimps. *J. Crust. Biol.* 18(4): 823-838.
- Aragón-Noriega, E.A. & E. Alcántara-Razo. 2005. Influence of sea surface temperature on reproductive period and size at maturity of brown shrimp (*Farfantepenaeus californiensis*) in the Gulf of California. *Mar. Biol.* 46(2): 373-379.
- Arriaga, B.R.E. 1985. Estudio preliminar de la macrofauna de invertebrados de las playas arenosas de Quintana Roo y Yucatán (México) y su relación con el sedimento. Tesis profesional, (Biología) Facultad de Ciencias, UNAM, México DF.
- Arrivillaga, A. & D.M. Baltz. 1999. Comparison of fishes and macroinvertebrates on seagrass and bare-sand sites on Guatemala's Atlantic coast. *Bull. Mar. Sci.* 65(2): 301-319.
- Barba-Macías, E. 1995. Patrones de distribución de los carideos (Crustacea: Decapoda) de Laguna Madre, Tamaulipas y Laguna de Términos, Campeche, en el suroccidente del Golfo de México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, UNAM, México DF.
- Barba-Macías, E., A.J. Sánchez-Martínez, A. Raz-Guzmán & M.E. Gallegos. 2000. Natural diet and grazing rate of the caridean shrimp *Hippolyte zostericola* Smith on epiphytes of the *Thalassia testudinum* Banks et Solander ex Koning. *Hidrobiologica* 10(2): 139-146.
- Baudoin, M. 1974. Host castration as a parasitic strategy. *Evolution* 29:335-352.

- Bauer, R.T. 1985. Diel and seasonal variation in species composition and abundance of caridean shrimps (Crustacea, Decapoda) from seagrass meadows on the north coast of Puerto Rico. *Bull. Mar. Sci.* 36(1): 150-162.
- Bauer, R.T. 1986. Sex change and life history pattern in the shrimp *Thor manningi* (Decapoda: Caridea): a novel case of partial protandric hermaphroditism. *Biol. Bull.*, 170: 11-31.
- Bauer, R.T. 1989. Continuous reproduction and episodic recruitment in nine shrimp species inhabiting a tropical seagrass meadow. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 127: 175-187.
- Bauer, R.T. 1992. Testing generalizations about latitudinal variation in reproduction and recruitment patterns with sicyoniid and caridean shrimp species. *Invertebr. Reprod. Dev.* 22(1-3):193-202.
- Bauer, R.T. 2001. Hermafroditismo en camarones: el sistema sexual y su relación con atributos socioecológicos. *Interciencia* 26: 434-439.
- Bauer, R.T. 2002. Reproductive ecology of a protandric simultaneous hermaphrodite, the shrimp *Lysmata wurdemanni* (Decapoda: Caridea: Hippolytidae). *J. Crust. Biol.* 22(4):742-749.
- Bauer, R.T. & R. VanHoy. 1996. Variation in sexual systems (protandry, gonochorism) and reproductive biology among three species of the shrimp genus *Thor* (Decapoda: Caridea). *Bull. Mar. Sci.* 59(1): 53-73.
- Beck, J.T. 1979. Population interactions between a parasitic castrator, *Probopyrus pandalicola* (Isopoda: Bopyridae), and one of its freshwater shrimp hosts, *Palaemonetes paludosus* (Decapoda: Caridea). *Parasitology* 79: 431-449.
- Beck, J.T. 1980. The effects of an isopod castrator, *Probopyrus pandalicola*, on the sex characters of one of its caridean shrimp hosts, *Palaemonetes paludosus*. *Biol. Bull.* 158: 1-15.
- Berglund, A. 1981. Sex dimorphism and skewed sex ratios in the prawn species *Palaemon adspersus* and *P. squilla*. *Oikos* 36: 158-162.
- Briones-Fourzán, P. & E. Lozano-Álvarez. 2002. Shallow-water benthic decapod crustaceans of Chankanaab Park, Cozumel Island, Mexico. *En: Escobar-Briones E. and F. Álvarez (eds). Modern approaches to the study of Crustacea.* Kluwer Academic / Plenum Publishers, New York. Pp. 197-204.
- Bruce, A.L. 1996. Crustacea Decapoda: Palaemonoid shrimps from the Indo-West Pacific region mainly from New Caledonia. *En: Crosnier A. (ed). Résultats des Campagnes MUSORSTOM, Vol. 15.* Mem. Mus. Natl. Hist. Nat. (France). Zoologie, Series A168 Pp. 197-267.

- Bruce, A.J. 2000. *Typton manningi* and *T. capricorniae*, new species, new pontoniine shrimps from northern Queensland, with a review of the Indo-West Pacific species of *Typton* Costa (Decapoda: Palaemonidae). *J. Crust. Biol.* 20(2) Special Number pp. 87-100.
- Calado, R., S. Morais & L. Narciso. 2001. Temperate Shrimps: Perspective Use as *Ornamental Species*. *Marine Ornamentals 2001: Collection, Culture & Conservation Program and Abstracts*. (n.p.) 20.
- Coen, L.D. & K.L. Heck Jr. 1983. Notes on the biology of some seagrass-dwelling crustaceans (Stomatopoda and Decapoda) from Caribbean Panama. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 96(2): 202-224.
- Coen, L.D., K.L. Heck Jr. & L.G. Abele. 1981. Experiments on competition and predation among shrimps of seagrass meadows. *Ecology* 62(6): 1484 - 1493.
- Colwell, R.K. 1997. Estimates: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples. Versión 5. User's Guide and Application. Published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- Corey, S. & D. M. Reid. 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans. I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimps. *Crustaceana* 60(3): 270-294.
- Crales, M.M. 1984. Shrimps associated with coelenterates, echinoderms and molluscs in the Santa Marta region, Colombia. *J. Crust. Biol.* 4(2): 307-317.
- Chace, F. 1972. The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean expeditions with a summary of the West-Indian shallow-water species (Crustacea: Decapoda: Natantia) *Smith. Cont. Zool.* No. 98. Smithsonian Inst. Press. 179 pp.
- Chiappa-Carrara, X., L. Sanvicente-Añorve, A. Monreal-Gómez & D. Salas de León. 2003. Ichthyoplankton distribution as an indicator of hydrodynamic conditions of a lagoon system in the Mexican Caribbean. *J. Plankton Res.* 25(7): 687-696.
- Christoffersen, M. L. 1982. Distribution of warm water alpheid shrimp (Crustacea, Caridea) on the continental shelf of eastern south America between 23 and 35° Lat. S. *Bolm Inst. oceanogr., S Paulo*, 31(1): 93-112.
- Daniel, W. 2002. *Bioestadística*. Editorial Limusa. México D.F. 755 pp.
- Dardeau, M.R., D.L. Adkinson, J.Kz. Shaw & T.S. Hopkins. 1980. Notes on the distribution of four caridean shrimps (Crustacea:Decapoda) in the northeastern Gulf of Mexico. *Fla. Sci.* 43(1): 54-57.

- Den Hartog, C. 1980. Forword. En: Phillips R.C. and C.P. McRoy (eds.) *Handbook of Seagrass Biology: An Ecosystem Perspective*. Garland STPM Press. N.Y. Pp. ix-xiii.
- Duffy, J. E. 1996. *Synalpheus regalis*, new species, a sponge-dwelling shrimps from the Belize barrier reef, with comments on host specificity in *Synalpheus*. *J. Crust. Biol.* 16(3): 564-573.
- Dugan, P.J. 1983. Seasonal and geographic distribution of seven decapod crustaceans in Apalachee Bay, Florida. *Contrib. Mar. Sci.* 26: 65-79.
- Dugan, P.J. & R.J. Livingston. 1982. Long-term variation of macroinvertebrate assemblages in Apalachee Bay, Florida. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 14: 391-403.
- Edgar, G.J., H. Mukai & R.J. Orth. 2001. Fish, crabs, shrimps and other large mobile epibenthos: measurement methods for their biomass and abundance in seagrass. En: Short F.T. and R.G. Coles (eds.) *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier Science B.V. N.Y. Pp. 255-270.
- Eggleston, D.B., R.N. Lipcius, D.L. Miller & L.Coba-Cetina. 1990. Shelter scaling regulates survival of juvenile caribbean spiny lobster, *Panulirus argus*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 62(1-2): 79-88.
- Estrada-Olivo, J.J. 1999. Riqueza específica y abundancia de la macrofauna béntica asociada a pastizales marinos en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo, México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM México DF.
- Ewald, J.J. 1969. Observations on the biology of *Tozeuma carolinense* from Florida with special reference to larval development. *Bull. Mar. Sci.* 19(3): 510-549.
- Felder, D.L. 1982. Reproduction of the snapping shrimps *Synalpheus fritzmulleri* and *S. apioceros* (Crustacea :Decapoda: Alpheidae) on a sublittoral reef off Texas. *J. Crust. Biol.* 2(4): 535-543.
- Ferraris, J.D. K. Fauchald & B. Kensley. 1994. Physiological responses to fluctuation in temperature or salinity in invertebrates. Adaptations of *Alpheus viridari* (Decapoda, Crustacea), *Terebellides parva* (Polychaeta) and *Golfingia cylindrata* (Sipunculida) to the mangrove habitat. *Mar. Biol.* 120(3): 397-406
- Gallegos, M.E., M. Merino, N. Marbá & C.M. Duarte. 1992. Flowering of *Thalassia testudinum* Banks ex König in the Mexican Caribbean: age-dependence and interannual variability. *Aquat. Bot.* 43: 249-255.
- Gallegos, M.E., M. Merino, N. Marbá & C.M. Duarte. 1993. Biomass and dynamics of *Thalassia testudinum* in the Mexican Caribbean: elucidating rhizome growth. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 95: 185-192.

- Gallegos, M.E., M. Merino, A. Rodríguez, N. Marbá & C.M. Duarte. 1994. Growth patterns and demography of pioneer Caribbean seagrasses *Halodule wrightii* and *Syringodium filiforme*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 109(1): 99-104.
- Gasca R., E. Suárez-Morales & L. Vásquez-Yeomans. 1994. Estudio comparativo del zooplancton (biomasa y composición) en dos bahías del Mar Caribe Mexicano. *Rev. Biol. Trop.* 42(3): 595-604.
- Gómez-Pedrozo, A. 1987. Taxonomía y variaciones espacio-temporales de las algas bentónicas de Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis Profesional, Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada BC.
- Gore, R.H., E.E. Gallaher, L.E. Scotto & K. A. Wilson. 1981. Studies on decapod crustacea from the Indian River region of Florida. XI. Community composition, structure, biomass and species-area relationships of seagrass and drift algae-associated macrocrustaceans. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 12:485-508
- Gray, J.S. 2000. The Measurement of marine diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *J. Exper. Mar Biol. Ecol.* 250: 23-49.
- Green, R.H. & G.L. Vascotto. 1978. A method for the analysis of environmental factors controlling patterns of species composition in aquatic communities. *Water Res.* 12:583-590.
- 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.
- Guzmán-Arroyo, M., J.L. Rojas-Galaviz & L.D González-González. 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del "chacal" *Macrobrachium tenellum* y su relación con factores ambientales en las lagunas costeras de Mitla y Tres Palos, Guerrero, México. (Decapoda:Palaemonidae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 9(1):67-80.
- Hair, Jr. J.F., R.E. Anderson, R.L. Tatham & W.C. Black. 1999. *Análisis Multivariante*. Prentice Hall Iberia. Madrid. 799 pp.
- Halliday, T.R. 1994. Sex and Evolution. *En: Slater, P.J.B. and T.R. Halliday (eds.) Behaviour and Evolution*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 150-192.
- Hanizak, M.D. 1993. Shallow macroalgal communities associated with seagrass beds on Exuma Bank, Bahamas. *J. Phycol.* 29(3) Suppl., p.21.
- Heck, Jr. K.L. 1977. Comparative species richness, composition and abundance of invertebrates in Caribbean Seagrass (*Thalassia testudinun*) meadows (Panamá). *Mar. Biol.*, 42: 335-348.

- Heck, Jr. K.L. 1979. Some determinants of the composition and abundance of motile macroinvertebrates species in tropical and temperate turtlegrass (*Thalassia testudinum*) meadows. *J. Biogeogr.* 6: 183-200.
- Heck, Jr. K.L. & S. Wetstone. 1977. Habitat complexity and invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows. *J. Biogeogr.* 4:135-142.
- Heck, Jr. K.L. & R.J. Orth. 1980a. Structural components of eelgrass (*Zostera marina*) meadows in the lower Chesapeake Bay-Decapod Crustacea. *Estuaries* 3(4): 289-295.
- Heck, Jr. K.L. & R.J. Orth. 1980b. Seagrass Habitats: the roles of habitat complexity, competition and predation in structuring associated fish and motile macroinvertebrate assemblages. *En: Kennedy, V.S. (ed.). Estuarine Perspectives.* Academic Press Inc. N.Y. Pp. 449-464.
- Heck, Jr. K.L., K.W. Able, M.P. Fahay & C.T. Román. 1989. Fishes and decapod crustaceans of Cape Cod Eelgrass meadows: species composition, seasonal abundance patterns and comparison with unvegetated substrates. *Estuaries* 12(2): 59-65.
- Heck, Jr. K.L., K.W. Able, C.T. Román & M.P. Fahay. 1995. Composition, abundance, biomass, and production of macrofauna in a New England estuary: comparisons among eelgrass meadows and other nursery habitats. *Estuaries* 18(2): 379-389.
- Hemminga, M.A. & C.M. Duarte. 2000. *Seagrass Ecology.* Cambridge University Press. Cambridge, 298 pp.
- Holmquist, J.G., G.V.N. Powell & S.M. Sogard. 1989. Decapod and stomatopod communities of seagrass-covered mud banks in Florida Bay: inter- and intra-bank heterogeneity with special reference to isolated subenvironments. *Bull. Mar. Sci.* 44(1): 251-262.
- Holthuis, L.B. 1951. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. I. The subfamilies Euryrhynchinae and Pontoninae. *Allan Hancock Foundation Publications, University of Southern California, Occasional Paper Number 11.* The University of Southern California Press, L.A. 332 pp.
- Holthuis, L.B. 1952. A general revision of the Palaemonidae (Crustacea Decapoda Natantia) of the Americas. I. The subfamily Palaemoninae. *Allan Hancock Foundation Publications, University of Southern California, Occasional Paper Number 12.* The University of Southern California Press, L.A. 396 pp.
- Hooks, T.A., K.L. Heck Jr. & R.J. Livingston. 1976. An inshore marine invertebrate community: structure and habitat associations in the northeastern Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 26(1): 99-109.

- Inclán-Rivadeneira, R. 1989. Ecología de la epibiosis en las raíces inmersas de *Rhizophora mangle* en la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. *Cienc. Mar.* 15(1):1-20.
- Jordán-Dahlgren, E. 1993. El ecosistema arrecifal coralino del Atlántico mexicano. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat.* 44: 157-175.
- Jordán-Dahlgren, E., E. Martín-Chávez, M. Sánchez-Segura & A. González de la Parra. 1994. The Sian Ka'an Biosphere Reserve Coral Reef System, Yucatan Peninsula, México. *Bull. Atoll Res.* 423: 1-31.
- Kensley, B. & M. Schotte. 1989. *Marine Isopod Crustaceans of the Caribbean*. Smithsonian Institution Press. Washington and London. 308 pp.
- Kikuchi, T. 1980. Faunal Relationships in Temperate Seagrass Beds. En: Phillips R.C. and C.P. McRoy (eds.) *Handbook of Seagrass Biology: An Ecosystem Perspective*. Garland STPM Press. New York. Pp. 153-172.
- Klug, M.J. 1980. Detritus-Descomposition Relationships. En: Phillips R.C. and C.P. McRoy (eds.) *Handbook of Seagrass Biology: An Ecosystem Perspective*. Garland STPM Press. New York. Pp. 225-245.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*. Benjamin/Cummings. Addison-Welsey Educational Publishers, Inc. Menlo Park, 619 pp.
- Leber, K. M. & H. S. Greening. 1986. Community studies in seagrass meadows: a comparison of two methods for sampling macroinvertebrates and fishes. *Fish. Bull.* 84(2): 443-450.
- Lessells, C.M. 1991. The evolution of life histories. En: Krebs, J.R. and N.B. Davies (eds.) *Behavioural Ecology, An Evolutionary Approach*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. Pp. 32-65.
- Lewis, F.G. III & A.W. Stoner. 1983. Distribution of macrofauna within seagrass beds: an explanation for patterns of abundance. *Bull. Mar. Sci.* 33(2): 296-304.
- Lin, J., D. Zhang & R.L.R. Creswell. 2001. Aquaculture of marine ornamentals shrimps: An overview. *Aquaculture Book of Abstracts*. 378 p.
- Livingston, R.J. 1984. The relationship of physical factors and biological response in coastal seagrass meadows. *Estuaries* 7(4A): 377-390.
- López-Armengol, A. 1983. *Introducción a la Teoría y Práctica de la Taxonomía Numérica*. Dirección General de la Organización de los Estados Americanos (OEA). Washington, D.C. 133 pp.

- 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. UNAM, México DF.
- Lozano-Álvarez E., P. Briones-Fourzán & B.F. Phillips. 1991. Fishery characteristics, growth and movements of the spiny lobster *Panulirus argus*, in Bahía de la Ascensión, México. *Fish. Bull.* 89: 79-89.
- Lozano-Álvarez, E. 1992. Pesquería, dinámica poblacional y manejo de la langosta *Panulirus argus* (Latreille, 1804) en la Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias. UNAM, México DF.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton University Press. New Jersey. 179 pp.
- Main, K.L. 1985. The influence of prey identity and size on selection of prey by two marine fishes. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 88:145-152.
- Main, K.L. 1987. Predator avoidance in seagrass meadows: prey behavior, microhabitat selection, and cryptic coloration. *Ecology* 68(1): 170-180.
- Markham, J.C. 1979. Epicaridean isopods of Bermuda. *Bull. Mar. Sci.*, 29(4): 522-529.
- Markham, J.C. 1985. A review of the bopyrid isopods infesting carideans shrimps in the Northwestern Atlantic ocean, with special reference to those collected during the Hourglass Cruise in the Gulf of Mexico. *Mem. Hourglass Cruises*, 7(3): 1-156.
- Markham, J.C. & F.E. Donath-Hernández. 1990. Crustacea of Sian Ka'an including orders Nectiopoda, Stomatopoda, Thermosbaena, Mysidacea, Cumacea, Tanaidacea, Isopoda and Decapoda. En: Navarro D. y J.G. Robinson (eds.) *Diversidad biológica en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo, México*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO) Chetumal. Pp. 239-256.
- Markham, J.C., F.E. Donath-Hernández, J.L. Villalobos-Hiriart & A. Cantú Díaz-Barriga. 1990. Notes on the shallow-water marine Crustacea of the Caribbean coast of Quintana Roo, Mexico. *An. Inst. Biol. UNAM Ser. Zool.* 61: 405-446
- Martínez-Iglesias J.C. & J.E. García-Raso. 1999. The crustacean decapod communities of three coral reefs from the southwestern caribbean sea of Cuba: species composition, abundance and structure of the communities. *Bull. Ma. Sci.* 65(2):539-557

- Martínez-Iglesias, J.C., A. Carvacho & R. Ríos. 1996a. Catálogo de los Carideos marinos (Crustacea, Decapoda, Caridea) de las aguas someras de Cuba. *Avicennia*, 4(5): 27-40.
- Martínez-Iglesias, J.C., R. Ríos & A. Carvacho. 1996b. Las especies del género *Alpheus* (Decapoda:Alpheidae) de Cuba. *Rev. Biol. Trop.* 44(3): 401-429
- Mazzoni, R. & E.P. Caramaschi. 1995. Size structure, sex ratio and onset of sexual maturity of two species of *Hypostomus*. *J. Fish Biol.* 47: 841-849.
- McConaughy, J.R. 1992. Decapod Larvae: Dispersal, Mortality, and Ecology. A Working Hypothesis. *Amer. Zool.* 32: 512-523.
- McRoy, C.P. & C. Helfferich. 1980. Applied Aspects of Seagrasses. *En: Phillips R.C. and C.P. McRoy (eds.) Handbook of Seagrass Biology: An Ecosystem Perspective.* Garland STPM Press. N.Y. Pp. 297-343.
- Mellors, J.E. & H. Marsh. 1993. Relationship between seagrass standing crop and the spatial distribution and abundance of the natantian fauna at Green Island, Northern Queensland. *Aust. J. Mar. Res.* 44: 183-191.
- Merino-Ibarra, M. 1986. Aspectos de la circulación costera superficial del caribe mexicano con base en observaciones utilizando tarjetas de deriva. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. UNAM* 13(2): 31-46.
- Merino, M. & L. Otero. 1991. *Atlas Ambiental Costero de Puerto Morelos Quintana Roo.* Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. 80 pp.
- Monroy-Velázquez, L.V. 2000. Variaciones en la composición y abundancia en la fauna de decápodos asociados a pastizales marinos en el Caribe Mexicano. Tesis de Maestría (Biología Marina). Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México DF.
- Negreiros-Franzoso, M.L., E. Barba, A.J. Sánchez, A. Franzoso & A. Raz-Guzmán. 1996. The species of *Hippolyte* Leach (Crustacea, Caridea, Hippolytidae) from Terminos lagoon, southwestern Gulf of Mexico. *Revta. Bras. Zool.* 13(3):539-551.
- Nizinski, M. S. 1989. Ecological distribution, demography and behavioral observations on *Periclimenes anthophylus*, an atypical symbiotic cleaner shrimps. *Bull. Mar. Sci.* 45(1): 174-188.
- Ogden, J.C. 1980. Faunal Relationships in Caribbean Seagrass Beds. *En: Phillips R.C. and C.P. McRoy (eds.) Handbook of Seagrass Biology: An Ecosystem Perspective.* Garland STPM Press. N.Y. Pp. 173-198.

- Oh, C.W. & R.G. Hartnoll. 1999. Size at sexual maturity, reproductive output, and seasonal reproduction of *Philocheras trispinosus* (Decapoda) in Port Erin Bay, Isle of Man. *J. Crust. Biol.* 19(2): 252-259.
- Olmsted, I. & R. Durán. 1990. Vegetación de Sian Ka'an. En: Navarro D. y J.G. Robinson (eds.) *Diversidad Biológica en la Reserva de Sian Ka'an, Quintana Roo, México*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. Pp. 1-11
- Ortega, M.M., J.L. Godínez & G. Garduño. 2001. *Catálogo de algas bénticas de las costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe*. Instituto de Biología, UNAM. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F. 594 pp.
- Orth, R.J., K.L. Heck Jr. & 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.
- Patriquin, D.G. 1975. "Migration" of blowouts in seagrass beds at Barbados and Carriacou, West Indies, and its ecological and geological implications. *Aqua. Bot.* 1(2): 163-189.
- Pianka, E.R. 1974. *Evolutionary Ecology*. Harper and Row, New York. 356 pp.
- Pielou, E.C. 1984. *The interpretation of Ecological Data*. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons. New York. 263 pp.
- Raposa, K.B. & C. A. Oviatt. 2000. The influence of contiguous shoreline type, distance from shore and vegetation biomass on nekton community in eelgrass beds. *Estuaries* 23(1):46-55.
- Reyes-Zavala, G. 1998. Monitoreo de las macrofitas bénticas de la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Q. Roo. Tesis Profesional, Facultad Ciencias, UNAM, México DF.
- Roa, R. & F. Tapia. 1998. Spatial differences in growth and sexual maturity between branches of a large population of the squat lobster *Pleuroncodes monodon*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 167:185-196.
- Robertson, D.N. & M.J. Butler. 2003. Growth and size at maturity in the spotted spiny lobster *Panulirus guttatus*. *J. Crust. Biol.* 23(2): 265-272.
- Rodríguez, G. 1980. *Los crustáceos decápodos de Venezuela*. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, 444 pp.
- Rodríguez-Almazán, C. 1997. Evaluación de la dinámica de los manchones de *Lobophora variegata* (Dictyotales, Phaeophita) en la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo. Tesis Profesional, Facultad Ciencias, UNAM, México DF.

- Román-Contreras, R. 1993. Aspectos biológicos de *Probopyrus pacificensis* Román-Contreras 1993, parásito del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith, 1871) en la laguna de Coyuca, Guerrero, México. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, UNAM, México DF.
- Romero-Rodríguez, J. 2004. Interacciones biológicas de *Bopyrina abbreviata* (ISOPODA: BOPYRIDAE) y su hospedero *Hippolyte zostericola* (DECAPODA: HIPPOLYTIDAE) en la Laguna de Términos, Campeche. Tesis Profesional, Facultad de Estudios Superiores, Iztacala, UNAM, México DF.
- Román-Contreras, R. & J. Romero-Rodríguez. 2005. Incidence of infestation by *Bopyrina abbreviata* Richardson, 1904 (Isopoda: Bopyridae) on *Hippolyte zostericola* (Smith, 1873) (Decapoda: Hippolytidae) in Laguna de Términos, Gulf of Mexico.
- Ross, D.M. 1983. Symbiotic Relations. En: Bliss D. E. (ed.) *The Biology of Crustacea*, vol. 7. Academic Press. New York. Pp. 163-212.
- Salazar-Rosas, A.G. 1995. Taxonomía y distribución geográfica de los camarones carideos de la familia Alpheidae (Crustacea: Decapoda: Caridea) de aguas someras del litoral de Quintana Roo, México. Tesis profesional, Facultad de Ciencias, UNAM.
- Salazar-Vallejo, S.I. & N. E. González. 2000a. Invertebrados asociados a pastos marinos. *AvaCient.* No.28, 23-33.
- Salazar-Vallejo, S.I. & N. E. González. 2000b. Pastos Marinos: Importancia, cambios ambientales y regeneración. *AvaCient.* No.29, 3-12.
- Salazar-Vallejo, S.I., S. Jiménez-Cueto, J.J Oliva-Rivera & E. González. 1991. Fauna Béntica. En: Camarena-Luhrs, T. y S.I. Salazar-Vallejo (eds.). *Estudios ecológicos preliminares de la zona sur de Quintana Roo*. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO) Pp. 117-134.
- Sánchez-Quiñones. 2005. Biología y ecología de carideos en la Bahía del Espíritu Santo, Q. Roo-México. Tesis de Maestría (Biología Marina). Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, México DF.
- Sastry, A. N. 1983a. Pelagic larval ecology and development, 213-282. En: Bliss D. E. (ed.) *The Biology of Crustacea*. Academic Press, New York. Vol. 7. Pp. 338-355.
- Sastry, A. N. 1983b. Ecological aspects of reproduction. En: Bliss D. E. (ed.) *The Biology of Crustacea*. Academic Press, New York. Vol. 8. Pp. 179-270.
- Sedberry, G. R. & J. Carter. 1993. The fish community of a shallow tropical lagoon in Belice, Central America. *Estuaries* 16(2): 198-215.

- Spotte, S. 1997. Sexual and regional variation in the morphology of the spotted anemone shrimp *Periclimenes yucatanicus* (Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *J. Crust. Biol.* 17(3): 389-397.
- Suárez, E. & R. Gasca. 1994. Zooplankton biomass in a mexican caribbean bay (Bahía de la Ascensión) during a year cycle. *Caribb. J. Sci.* 30(1-2): 116-123.
- Suárez-Morales, E. & R. Gasca. 1996. Planktonic copepods of Bahía de la Ascensión, caribbean coast of Mexico: A seasonal survey. *Crustaceana*, 62(2): 162-174.
- Suárez-Morales, E. & E. Rivera-Arriaga. 1998. Zooplankton e hidrodinámica en zonas litorales y arrecifales de Quintana Roo, México. *Hidrobiologica*, 8(1): 19-32.
- Van Tussenbroek, B.I. 1994a. Aspects of the reproductive ecology of *Thalassia testudinum* in Puerto Morelos coral reef lagoon, Mexico. *Bot. Mar.* 37: 413-419.
- Van Tussenbroek, B.I. 1994b. 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. UNAM.* 21: 15-22.
- Van Tussenbroek, B.I. 1995. *Thalassia testudinum* leaf dynamics in Mexican Caribbean coral reef lagoon. *Mar. Biol.* 122: 33-40.
- Van Tussenbroek, B.I. 1998. Above-and below-ground biomass and production by *Thalassia testudinum* in a tropical reef lagoon. *Aquat. Bot.* 61(1): 69-82.
- Van Tussenbroek, B. I & L. Collado-Vides. 2000. Filamentous algae dominate a tropical reef community in the Mexican Caribbean: an unsuspected organisation of reef vegetation. *Bot. Mar.* 43(6): 547-557.
- Wenner, A.M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine crustacea. *Am. Nat.* 106: 321-350.
- Wenner, A.M., C. Fusaro & A. Oaten. 1974. Size at onset of maturity and growth rate in crustacean populations. *Can. J. Zool.* 52: 1095-1106.
- 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.
- Williams, E.H. & L.B. Williams. 1982. First record of *Periclimenes yucatanicus* (Ives) (Decapoda, Palaemonidae) in association with a corallimorpharian anemone. *Crustaceana*, 42(3): 318-319.
- Williams, S.L. 1987. Competition between the seagrasses *Thalassia testudinum* and *Syringodium filiforme* in a Caribbean lagoon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 35(1-2): 91-98.

- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall. Englewood Cliffs, 718 pp.
- Zieman, J.C. & R.G. Wetzel. 1980. Productivity in Seagrasses: Methods and Rates. En: Phillips R.C. and C.P. McRoy (eds.) *Handbook of Seagrass Biology: An Ecosystem Perspective*. Garland STPM Press. New York. Pp. 87-116.
- Zupo, V. 1994. Strategies of sexual inversion in *Hippolyte inermis* Leach (Crustacea, Decapoda) from a Mediterranean seagrass meadow. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 178: 131- 145.
- Zupo, V. 2001. Influence of diet on sex differentiation of *Hippolyte inermis* Leach (Decapoda: Natantia) in the field. *Hydrobiologia* 449:131-140.
- Zupo, V. & W.G. Nelson. 1999. Factors influencing the association patterns of *Hippolyte zostericola* and *Palaemonetes intermedius* (Decapoda: Natantia) with seagrasses of the Indian River Lagoon, Florida. *Mar. Biol.* 134: 181- 190.

El material biológico utilizado para el desarrollo del presente trabajo se obtuvo con autorización de la Dirección General de Vida Silvestre (SEMARNAT), y con apoyo de la Dirección de la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an a través de su personal en Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, México