

00366



Universidad Nacional Autónoma de México
Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología



**BIOLOGÍA Y ASPECTOS ECOLÓGICOS DE DECÁPODOS CARIDEOS
EN PASTIZALES MARINOS EN LA BAHIA DEL ESPÍRITU SANTO,
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

ALEJANDRO SÁNCHEZ QUIÑONES

DIRECTOR DE TESIS

DR. RAMIRO ROMÁN CONTRERAS

COMITÉ TUTORAL

DRA. PATRICIA BRIONES FOURZÁN

DR. ADOLFO GRACIA GASCA

México, D. F. 2005

m343561



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.

DEDICATORIA

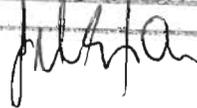
A mis padres, Alejandro y Nancy Elena, por el amor incondicional, el apoyo infinito y el cariño de padres que nunca me ha faltado en la vida.

A Oscar Fernando, por tener la dicha de crecer contigo y la fortuna de tenerte como hermano.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Alejandro Sanchez Quiroz,

FECHA: 26 Abril 2005

FIRMA: 

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Ramiro Román Contreras por la dirección de este trabajo, su amistad y los valiosos consejos profesionales y personales durante mi estadía en México, MUCHAS GRACIAS.

A los integrantes del jurado: Dra. Patricia Briones Fourzán, Dr. Adolfo Gracia Gasca, Dr. Xavier Chiapa Carrara y Dr. Enrique Lozano Álvarez, por sus valiosos aportes que enriquecieron este trabajo.

Al M. en C. Mario Martínez Mayén, nuestro técnico en el laboratorio de Carcinoparasitología, por su colaboración y apoyo en la elaboración de este trabajo; y su amistad.

A mis compañeros de laboratorio, Jesús y Azucena, porque durante estos años compartimos un espacio muy personal y muy querido, gracias por su amistad.

A mis amigos, Holber, Mario, Giovanni y Ana, Gustavo y Andrea, Jairo, Fabián, Ursula, Jhon, Armando, Martín, Carlos, Aramis, Esteban, Gabriel y Luisa, Tadeo, Mafe, Adriana, Hugo y Diana, José y Janet, Dalila y Ronell, Ana, Diana, Pilar y Carlos N., Nicolás; por el cariño y la alegría de contar siempre con ustedes, por que gracias a ustedes Mi Colombia nunca estuvo ausente.

A toda la gente querida mexicana con los cuales compartí una vida completa aquí en México, MUCHAS GRACIAS POR TODO.

A la Fundación Sánchez-Quiñones por el apoyo incondicional durante todo este proyecto.

Al Lic. Andrés Reda Deara (Estación El Carmen, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología), por su apoyo y entusiasmo en el trabajo de campo.

Al postgrado en Ciencias del Mar y Limnología y a sus secretarías Gabriela, Lupita, Diana, Normita y Chantal, por todo el apoyo prestado.

A la Dirección General de Postgrado de la Universidad Nacional Autónoma de México por la Beca de estudios de postgrado.

A la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAP, por el permiso otorgado para la recolección del material biológico.

A la Dirección de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an, y su personal en Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, por las facilidades operativas durante las fechas de colecta.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
ANTECEDENTES.....	3
OBJETIVOS.....	5
HIPÓTESIS.....	6
AREA DE ESTUDIO.....	7
METODOLOGÍA.....	9
RESULTADOS.....	13
Marco Ambiental.....	13
Aspecto Comunitario.....	14
Composición y Listado de especies.....	14
Caracterización del hábitat para cada especie.....	17
Riqueza y abundancia.....	21
Rarefacción.....	24
Análisis de Componentes Principales.....	27
Composición Poblacional.....	31
Proporción Sexual.....	32
Incidencia de Parasitismo.....	33
DISCUSIÓN.....	35
CONCLUSIONES.....	40
LITERATURA CITADA.....	41

RESUMEN

El estudio de las variaciones estacionales en la composición y abundancia de los decápodos carideos que habitan los pastizales marinos ha incrementado el entendimiento de estos ecosistemas. En la bahía del Espíritu Santo, estudios de este tipo son escasos, limitándose a listados taxonómicos para el área. En este estudio se evaluó la riqueza de especies, la abundancia y la proporción sexual de decápodos carideos. Para la obtención del material biológico, se realizaron colectas durante la primavera (10 sitios) y otoño de 2001 (8 sitios) con una red de patín. Estos se realizaron con ayuda de una lancha a velocidad aproximada de 2 nudos durante 7 minutos. Los sitios de colecta en general, se caracterizaron por la presencia de parches de pastizales marinos con predominancia de *Thalassia testudinum*, aguas someras, poca sedimentación y amplias formaciones de *Rhizophora mangle* en la línea costera. Los organismos recolectados fueron separados, fijados y determinados hasta el nivel de especie. Los datos de riqueza y abundancia se analizaron mediante el programa Biodiversity Pro; la comparación de las proporciones sexuales y la razón de hembras ovígeras, mediante tablas de contingencia. En esta contribución se reportan 22 especies de decápodos carideos incluidas en 12 géneros de 5 familias. Los índices de Shannon y Simpson muestran en mayo una mayor riqueza específica en relación a Noviembre. En relación con la abundancia de organismos, en Mayo se obtuvo un total de 18955 individuos repartidos en 20 especies; para Noviembre, 2349 individuos repartidos en 16 especies. Con el 50 % de las especies incluidas en cinco géneros, la familia Hippolytidae fue la más representativa. Las diferencias en la riqueza de especies en los sitios con hábitat homogéneos de las zonas norte y central de la bahía, comparados con los del sur más heterogéneos debido a la sedimentación, podría sugerir que las distintas especies responden directamente al grado de transformación de los hábitat. En términos poblacionales se encontró que el porcentaje de hembras ovígeras en las poblaciones de carideos colectadas fue similar en las dos épocas del año. En relación a la incidencia parasitaria se observó que *Tozeuma carolinense*, *Periclimenes iridiscens*, *Periclimenes americanus*, *Thor dobkini*, *Thor floridanus* e *Hippolyte zostericola* presentaron parasitismo por bopiridos; se destaca que las dos últimas especies estuvieron parasitadas durante las dos épocas del año en la bahía del Espíritu Santo.

INTRODUCCION

La presencia de pastos marinos en las zonas litorales de las regiones templadas y tropicales es una característica inherente de estos sistemas en los que juegan un papel vital en aspectos físicos, biológicos y económicos (Hooks et al. 1976; Kikuchi y Peres 1977; Orth 1977a, 1977b; Stoner 1980; Zieman 1982; Mellors y Marsh 1993; Orth et al. 1996).

De manera general, en la región del Gran Caribe hay tres especies vegetales principales que pueden formar pastizales considerables: la talasia o pasto de tortuga (*Thalassia testudinum*), el siringodio o pasto de manatí (*Syringodium filiforme*) y el halodule o pasto de gansos (*Halodule wrightii*) (Salazar-Vallejo y González 2000), siendo hábitats idóneos para el desarrollo de gran cantidad de especies de decápodos carideos (Hemminga y Duarte 2000).

Los hábitats de pastizales marinos tienen gran capacidad para atenuar el calentamiento del agua; la desecación o ambos (Powell y Schaffner 1991); de esta manera, los seibadales, independientemente de las especies que los compongan, pueden reducir hasta el 40% de la energía del oleaje si la altura del pasto equivale a la profundidad del sitio (Fonseca y Calahan 1992).

La estabilización del sedimento y la provisión de espacio secundario o estable en estos hábitats los define como sitios propicios de refugio o de alimentación para juveniles de muchas especies de importancia comercial y ecológica tales como decápodos, moluscos y varias especies de peces (Salazar-Vallejo y González 2000). En este sentido, este tipo de ecosistema es considerado igual de complejo que sus similares en localidades templadas (Heck 1977).

Entre la complejidad referida también se conocen relaciones de parasitismo, principalmente con isópodos de la familia Bopyridae los cuales parasitan cerca de 500 especies de carideos (Markham 1979); actualmente se desarrollan estudios que abarcan aspectos biológicos y ecológicos sobre su distribución específica, porcentajes de infestación, estructura de las poblaciones, etc. (Ross 1983), con el objetivo de ampliar el conocimiento de las relaciones comunitarias en estos ecosistemas.

El estudio de la abundancia, composición, depredación y estacionalidad de los decápodos carideos que habitan los pastizales marinos ha incrementado el

entendimiento de diversas tramas tróficas, ya que dependiendo del tamaño y hábitos alimenticios los decápodos carideos pueden jugar el papel de presas o depredadores (Virnstein 1977; Orth 1977a; Greenway 1995); por lo cual estudios de diversidad en ecosistemas están enfocados actualmente a colectas locales, que permiten tomar decisiones acerca de planes de manejo de las especies nativas para la conservación de las áreas protegidas (Edgar et al. 2001).



ANTECEDENTES

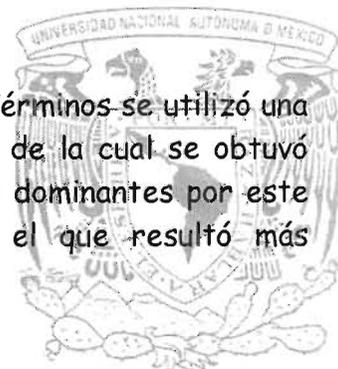
En el Caribe mexicano, en especial la zona correspondiente a la laguna arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo, se han venido desarrollando trabajos sobre macrofauna béntica asociada a pastizales marinos, en especial, el de Estrada-Olivo (1999) que trata de la abundancia y riqueza específica del bentos en la laguna arrecifal; Salazar (1995) sobre la distribución geográfica de la familia Alpheidae; el de Monroy-Velázquez (2000) sobre variaciones en la composición y abundancia de decápodos en la misma área; y el trabajo más reciente sobre crustáceos decápodos en el parque Chankanaab, en la Isla Cozumel, Quintana Roo (Briones-Fourzán y Lozano-Alvarez 2002).

Los antecedentes del presente estudio son los de Chace (1972) quien reportó 4 géneros de carideos para la bahía de Espíritu Santo, y los de Markham y Donath-Hernández (1990) y Markham et al. (1990) quienes elaboraron un listado sobre la presencia de varias familias de crustáceos en las bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo; y el de Salazar-Vallejo et al. (1991), quienes realizaron estudios ecológicos preliminares en la zona sur de Quintana Roo y reportaron algunas especies de carideos.

La referencia más cercana (Chace 1972) reporta las siguientes especies, *Thor floridanus*, *Thor manningi*, *Thor dobkini*, *Latreutes fucorum*, *Periclimenes americanus*, *Leander tenuicornis*, *Hippolyte zostericola*, *Tozeuma carolinense*, *Lysmata wurdermanni*, *Synalpheus apioceros*, *Alpheus floridanus*, *Alpheus armillatus* y *Alpheus norman*, para la bahía de la Ascensión; la cual es una referencia en relación a la posible presencia de estas especies para la Bahía del Espíritu Santo, dada su proximidad geográfica en la línea costera del Caribe mexicano.

Respecto a las relaciones de parasitismo de los carideos, hay reportes de relaciones entre organismos de la familia Bopyridae y especies de carideos como *Thor floridanus*, *Latreutes fucorum* y *Periclimenes americanus* (Chace 1972; Markham et al. 1990), razón por la cual se esperaría encontrar este tipo de relaciones parasitarias en la bahía de Espíritu Santo.

Como antecedentes de los métodos de colecta, en la laguna de Términos se utilizó una red de patín similar a la utilizada en este trabajo, por medio de la cual se obtuvo importantes colectas de fauna béntica, obteniendo tres grupos dominantes por este medio: poliquetos, moluscos y crustáceos, este último fue el que resultó más



abundante (Solis-Weiss y Carreño 1985). Pruebas realizadas con redes para macrofauna epibentónica muestran la eficiencia de las redes de arrastre con copo (Álvarez et al. 1996, Estrada-Olivo 1999 y Monroy-Velásquez 2000), lo cual es un punto de referencia favorable para el uso de la red de patín en la captura de crustáceos.



OBJETIVO GENERAL

- Contribuir al conocimiento de la biología y aspectos ecológicos de los decápodos carideos en pastizales marinos en la bahía del Espíritu Santo, Q. Roo.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar las especies de carideos en pastizales marinos en la bahía del Espíritu Santo.
- Caracterizar la comunidad de decápodos carideos en pastizales marinos en términos de riqueza específica, distribución y abundancia relativa.
- Determinar el porcentaje de hembras ovígeras de las especies más abundantes en las poblaciones de carideos colectadas en dos épocas del año.
- Determinar la incidencia de Isópodos parásitos en los decápodos carideos en pastizales marinos en el área de estudio.



HIPOTESIS

Hipótesis de trabajo:

- Debido a la oferta continua de alimento y refugio proporcionado por los pastos marinos, se espera que la riqueza específica y la abundancia de la fauna de decápodos carideos en cada estación de muestreo sea similar durante las dos épocas del año.
- En las zonas tropicales el gasto de energía en función de la búsqueda de alimento es menor, ante lo cual los organismos pueden reproducirse constantemente, por lo que se espera que el porcentaje de hembras ovígeras en las poblaciones de carideos colectadas sea similar en las dos épocas del año.
- La amplia distribución de las especies vegetales que componen los pastizales marinos a lo largo de la costa del Caribe Mexicano, y su presencia permanente todo el año, sería un factor importante en la composición de la fauna de decápodos carideos en la bahía, ante lo cual se esperaría una composición similar durante las dos épocas estudiadas.
- Dado que se ha reportado la presencia de parásitos bopiridos sobre algunas especies de carideos que se distribuyen en el área, es de esperarse que se colecten organismos parasitados en ambos periodos de estudio.



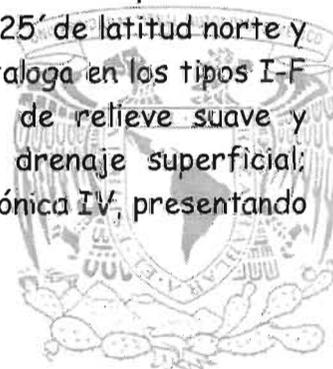
AREA DE ESTUDIO

El desarrollo de reservas de la biosfera dentro del Programa Internacional "El hombre y la Biosfera" (MaB), de la UNESCO, representa hoy uno de los instrumentos más importantes para la conservación de la naturaleza y el desarrollo de las poblaciones locales. Las reservas de la biósfera recogen una gama de espacios que alberga ecosistemas terrestres y marinos de valiosa riqueza ecológica y paisajística, representativos de áreas culturales y biogeográficas concretas, que tienen como finalidad conjugar la conservación de la naturaleza con el desarrollo sostenible de la región, la investigación y el seguimiento del medio ambiente en el ámbito internacional (INE 1992).

En México, la reserva de la biosfera de Sian Ka'an (Decreto del Gobierno de Q. Roo. 31 de enero 1986) es una de las más grandes en extensión y es la mayor área protegida del estado de Quintana Roo. Se localiza en el litoral central, con una superficie de 528, 147.7 ha; 120,000 de éstas son de ambiente acuático o marino que incluyen lagunas, cenotes, manglares, playas arenosas, pastizales y arrecifes de coral en buen estado de conservación con una alta diversidad de especies (López-Ornat 1990; Ramírez 1993).

La costa de México frente al mar Caribe comprende la costa oriental de la Península de Yucatán, que incluye el estado de Quintana Roo; este sector está constituido por sedimentos carbonatados del Cuaternario Tardío y presenta topografía kárstica con ausencia de sistemas superficiales de drenaje (Logan et al. 1969). A lo largo de la costa se extiende un arrecife coralino que corre, con algunas interrupciones, de manera paralela a la costa, y representa la principal estructura geomorfológica de ésta (Jordán-Dahlgren 1979).

En la parte continental se encuentran las bahías de la Ascensión y del Espíritu Santo, siendo la última donde se llevó a cabo el presente estudio. La bahía del Espíritu Santo (figura 1) se ubica en las coordenadas geográficas 19° 12' y 19° 25' de latitud norte y 87° 41' de longitud oeste; por su origen, Lankford (1977) la cataloga en los tipos I-F y IV-A, caracterizados por tener una plataforma emergida de relieve suave y moderado, destaca la topografía cárstica y la ausencia de drenaje superficial; Carranza-Edwards et al. (1975) la ubican en la unidad morfotectónica IV, presentando



una costa de mares marginales, geomorfológica y genéticamente como primaria (erosión terrestre) y secundaria (deposición marina, construidas por organismos). El área presenta un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, cuya clasificación según García (1973) es $Aw1^{(x')i}$, la temperatura promedio anual es de 24-28 °C y precipitación total anual de 1300-2000 mm; los vientos predominantes en la zona son los alisios en dirección este-suroeste durante los meses de marzo a septiembre, el resto del año soplan vientos de norte a sureste (Jordán-Dahlgren 1994).

En general, la bahía del Espíritu Santo (Fig. 1) presenta en su línea de costa áreas de bosque de manglar bien desarrollados (Jordán-Dahlgren *et al.* 1994), así como zonas pantanosas en sus bordes; los substratos predominantes son duros y arenosos, con extensas áreas de pastos marinos sumergidos compuestos principalmente por *Thalassia testudinum* (Briones-Fourzán 1995), y en menor cantidad, complementados con *Siryngodium* spp. y *Hadolule* spp.

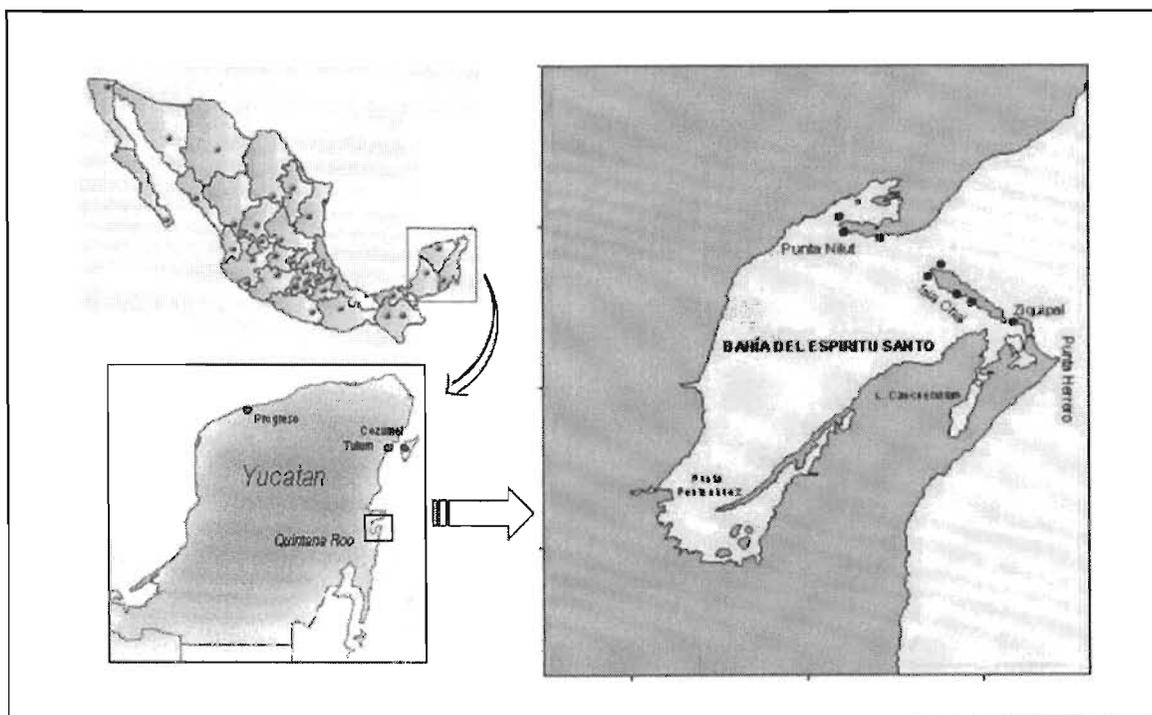


Figura 1. Área de Estudio. Bahía Espíritu Santo, Quintana Roo - México. Los círculos negros en el mapa de la bahía indican los sitios de colecta.



METODOLOGÍA

Trabajo de campo. La colecta se realizó en zonas de pastos marinos compuestos principalmente por *T. testudinum*. Para ello, se empleó una red de patín con estructura de aluminio de 120 cm de largo, 70 cm de ancho en la boca y 20 cm de altura en la misma, que remata en su extremo distal en forma piramidal. La estructura contiene una red doble y un copo terminal. La red interna, con malla de 1.27 cm de abertura entre nudos, se utilizó para retener organismos como peces, macrocrustáceos y follaje de plantas acuáticas, la red externa, de abertura menor (0.8 mm), separó los pequeños organismos capturados. Las colectas se hicieron mediante arrastres con una lancha con motor de fuera de borda a velocidad aproximada de 2 nudos durante 7 minutos, este tiempo es utilizado con el fin de evitar el azolve de la red que provoca un maltrato de los organismos colectados. Los organismos fueron separados y fijados con formaldehído al 4% adicionado con ácido bórico como estabilizador, para su conservación y análisis posterior en el laboratorio. Las colectas se realizaron durante la primavera (10 sitios de la bahía) y otoño de 2001 (8 sitios de la bahía). Estos sitios fueron seleccionados en función de la presencia de amplios parches de pastizales marinos (*Thalassia testudinum*), de acuerdo a lo encontrado en muestreos prospectivos; en ellos se registró la temperatura y la profundidad del agua.

Tabla 1. Sitios de colecta de carideos en pastizales marinos en la Bahía de Espíritu Santo. Mayo y Noviembre de 2001.

Muestra	Sitios de Colecta (Mayo)	Sitios de Colecta (Noviembre)
1	Isla Pobre	Isla Pobre
2	Isla Pobre	Isla Pobre
3	Punta Nilut	Punta Nilut
4	Isla Chal Punta Norte	Isla Chal Punta Norte
5	Isla Chal Punta Norte	Isla Chal Punta Norte
6	Isla Chal Punta Sur	Isla Chal Punta Sur
7	Boca Canchebalam	Boca Canchebalam
8	Isla Ziquipal	Isla Ziquipal
9	La laguna	
10	Ziquipal	



Debido a la amplia extensión de pastizales marinos en ciertas zonas de colecta se consideró conveniente realizar más de un arrastre. Las zonas de colecta con ausencia total de pastos marinos fueron descartadas para la segunda época de muestreo.

Trabajo de Laboratorio En el laboratorio los organismos fueron separados, cuantificados y determinados con ayuda de un microscopio estereoscópico hasta el nivel taxonómico más bajo posible, de acuerdo a los criterios de Chace y Hobbs (1969), Chace (1972), Rodríguez (1980), Williams (1984) y Abele y Kim (1986). Se determinó el número de machos y hembras, así como el número de hembras ovígeras; además de la incidencia de parasitismo de los carideos colectados.

Análisis de los datos Los valores de abundancia de cada especie de decápodos carideos se tabularon para cada estación de muestreo y por período del año, se jerarquizaron las especies con base en el número de individuos, y se determinó su abundancia, riqueza y frecuencia relativas de aparición.

Las muestras con menos de 150 organismos fueron determinadas totalmente, muestras mayores fueron cuantificadas y determinadas mediante el criterio del mínimo tamaño de muestra (Tsokos y Milton 2001), en el cual se toman de manera aleatoria submuestras que son determinadas en su totalidad.

La caracterización de la heterogeneidad del sistema y diversidad se hizo a partir de la evaluación de los siguientes índices:

a) La riqueza específica (S) fue medida a través del índice de Margalef (1972) que implica que el número de especies encontradas está influenciada por el tamaño de la muestra en términos del número de individuos, al tener en cuenta que el tamaño de la muestra es variable; ésta se obtiene aplicando la fórmula $d=SR_S/\log N$, donde SR_S representa el número total de especies en la muestra (Gray 2000)

b) Se aplicaron los índices de *Shannon-Wiener* (H') el cual expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra y el de *Simpson* el cual manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie; al igual que los análisis de rarefacción, utilizando el programa Biodiversity Pro (McAleece 1997).



La separación de los sexos se estableció mediante el examen del segundo par de pleópodos; para determinar la proporción de hembras y machos se contó directamente el número de individuos de cada sexo y se realizó un análisis de Chi-cuadrada para definir diferencias entre las estaciones de muestreo y entre las épocas de primavera y otoño. El periodo de reproducción se determinó tomando en consideración el número de hembras ovígeras. La incidencia de parásitos en la fauna de carideos se determinó por medio de conteo directo de individuos parasitados .

Se analizó la comunidad de carideos utilizando un análisis multivariado (Ludwig y Reynolds 1998), lo que permitió analizar similitudes entre las estaciones a partir de la abundancia de las especies, mediante un análisis de componentes principales (CCA) (Fernández et al. 1994), relacionando el número de especies con respecto a los sitios de colecta y la abundancia de los organismos.

Por otra parte, hoy en día el analizar la biodiversidad con un simple listado de especies para una región dada no es ya suficiente, ya que el contexto actual debido a la transformación acelerada de los ecosistemas naturales, requiere de monitorear el efecto de los cambios en el ambiente, con información de la diversidad biológica de las comunidades naturales (Moreno 2001)

Por ello, en los últimos años se han tomado diferentes niveles para medir la diversidad, siendo estos niveles de diversidad: la *diversidad puntual* o diversidad de una muestra, tomada a partir de un hábitat homogéneo; la *diversidad alfa*, definida como la riqueza de la especie ó el número de especies distribuidas en una localidad, idealmente, un área relativamente homogénea y delimitada; la *diversidad beta*, que es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje basada en proporciones ó diferencias; estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia-ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc) (Moreno 2001); ó bien, con índices de beta diversidad propiamente dichos (Whittaker 1972, 1977; Wilson y Shimida 1984; Magurran 1988); y la diversidad gamma, siendo ésta la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker 1977; Moreno 2001; Pineda y Halffter 2004)



Para el presente caso, la diversidad de cada sitio de muestreo fue considerada como un área de diversidad puntual y el conjunto de sitios de muestreo (área total de estudio) correspondió a una comunidad a modo de diversidad alfa; el grado de agregación y cambio de las especies entre el mes de Mayo y el mes de Noviembre es tomado como diversidad Beta.



RESULTADOS

MARCO AMBIENTAL

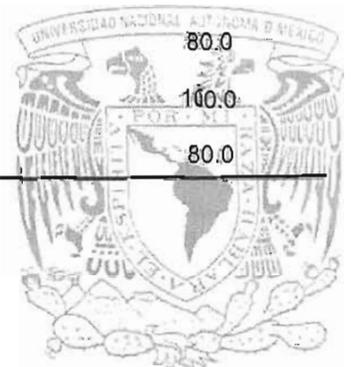
El periodo de estudio comprendió los meses de mayo y noviembre de 2001, en el que se observó que la temperatura del agua y la transparencia presentaron un patrón uniforme en las dos épocas (Tabla 2 y 3); la media de la profundidad de las colectas fue 80 cm.

Tabla 2. Parámetros ambientales obtenidos durante el periodo de estudio. Mayo 2001.

Muestra	Sitios de Colecta (Mayo)	Temperatura del agua (°C)	Transparencia del agua (%)	Profundidad (cm)
E1	Isla Pobre	27.0	100.0	70.0
E2	Isla Pobre	27.0	70.0	100.0
E3	Punta Nilut	28.0	50.0	100.0
E4	Isla Chal Punta Norte	28.0	100.0	80.0
E5	Isla Chal Punta Norte	28.0	100.0	100.0
E6	Isla Chal Punta Sur	28.0	100.0	60.0
E7	Boca Canchebalam	28.0	100.0	60.0
E8	Isla Ziquipal	27.5	70.0	60.0
E9	La laguna	28.0	50.0	60.0
E10	Ziquipal	28.5	100.0	60.0

Tabla 3. Parámetros ambientales obtenidos durante el periodo de estudio. Noviembre 2001.

Muestra	Sitios de Colecta (Mayo)	Temperatura del agua (°C)	Transparencia del agua (%)	Profundidad (cm)
E1	Isla Pobre	28.0	100.0	100.0
E2	Isla Pobre	27.0	100.0	70.0
E3	Punta Nilut	27.5	80.0	75.0
E4	Isla Chal Punta Norte	27.0	80.0	70.0
E5	Isla Chal Punta Norte	28.0	100.0	70.0
E6	Isla Chal Punta Sur	29.0	100.0	80.0
E7	Boca Canchebalam	29.0	100.0	100.0
E8	Isla Ziquipal	28.0	100.0	80.0



La zona de colecta se caracterizó por la presencia de parches de pastizales marinos con predominancia de *T. testudinum* cercanos a la costa, aguas someras, prístinas y por amplias formaciones de mangle aparentemente sano.

Las zonas de colecta se distribuyeron en tres regiones: la región norte, que incluyó Punta Nilut e isla pobre, caracterizadas por la presencia de parches amplios de *T. testudinum* y poca evidencia de sedimentación en el suelo marino.

La región central, comprendida por la Isla Chal, con tres sitios de colecta: esta región se caracterizó por presentar un mayor intercambio oceánico por localizarse en la boca de la bahía; compuesta por grandes formaciones de mangle en la costa, al igual que la presencia de amplios parches de *T. testudinum*.

La región sur, compuesta por 6 sitios de colecta en Mayo y 4 en Noviembre, siendo una zona protegida con respecto al oleaje, en los cuales se observó una mayor pérdida de la cubierta vegetal; en Noviembre se presentó una disminución de los sitios de colecta debido a la ausencia total de *T. testudinum* en La Laguna y Ziquipal, observándose estos sitios totalmente sin vegetación y erosionados.

ASPECTO COMUNITARIO

Composición y listado de especies

En la colecta de Mayo se obtuvo un total de 18955 individuos repartidos en 20 especies (Tabla 4) y para la colecta de Noviembre, 2349 individuos repartidos en 16 especies (Tabla 5).

Al medir la abundancia relativa de cada especie en todas las zonas de colecta y en los dos meses muestreados, se encontró que por su escasa representatividad en la comunidad, *Alpheus floridanus*, *Alpheus normanni*, *Alpheus armillatus*, *Synalpheus apioceros*, *Trachycaris restrictus* y *Leander tenuicornis* pueden presentarse como especies ocasionales que han sido reportadas comúnmente en zonas costeras rocosas y en coral (Chace 1972, Rodríguez 1980, Wicksten 1983 y Delgado 2004).



Tabla 4. Abundancia de Carideos por Sitios de colecta, Mayo 2001.

	N°1 Isla Pobre	N°2 Isla Pobre	N°3 Punta Nilut	N°4 Isla Chal Punta Norte	N°5 Isla Chal Punta Norte	N°6 Isla Chal Punta Sur	N°7 Boca Cachabalam	N°8 Isla Ziquipal	N°9 La Laguna	N°10 Entrada Ziquipal	Total de Individuos
<i>Latreutes fucorum</i>		1	4	14	5	6				9	39
<i>L. parvulus</i>			4		10					2	16
<i>Lysmata wurdemanni</i>		9	1								10
<i>Leander tenuicornis</i>							1			2	3
<i>Processa bermudensis</i>			2	14	4						20
<i>Alpheus normanni</i>			2	1							3
<i>Alpheus spp1</i>		1									1
<i>A. floridanus</i>										1	1
<i>Trachycaris restrictus</i>								1		1	2
<i>Synalpheus apioceros</i>		1									1
<i>Leptochela serratorbita</i>				1	6						7
<i>Tozeuma carolinense</i>	4	66	144	778	658	51	4			19	1724
<i>Periclimenes iridescens</i>	47	396	194	56	150	28	1	5		1787	2664
<i>P. americanus</i>	18	78	57	1654	1136	13	16		1	12	2985
<i>Hippolyte zostericola</i>	35	55	89	206	350	343	1062	32	6	99	2277
<i>H. pleuracanthus</i>				8	11		11				30
<i>H. obliquimanus</i>			17							3	20
<i>Thor floridanus</i>	12	332	124	985	1004	60	1903	60	15	48	4543
<i>T. dobkini</i>	20	404	172	1916	1583	19		1		12	4127
<i>T. manningi</i>	2		32	31	137		271	2	7		482

Tabla 5. Abundancia de Carideos por sitios de colecta, Noviembre 2001.

	N°1 Isla Pobre	N°2 Isla Pobre	N°3 Punta Nilut	N°4 Isla Chal Punta Norte	N°5 Isla Chal Punta Norte	N°6 Isla Chal Punta Sur	N°7 Boca Cachabalam	N°8 Isla Ziquipal	Total de Individuos
<i>Latreutes fucorum</i>			1	19		11	58	36	125
<i>L. parvulus</i>		1	1	10		2	11	2	27
<i>Lysmata wurdemanni</i>	5								5
<i>Leander tenuicornis</i>						1	4		5
<i>Processa bermudensis</i>							1		1
<i>Alpheus spp1</i>				2					2
<i>Alpheus armillatus</i>		2							2
<i>Trachycaris restrictus</i>							1		1
<i>Tozeuma carolinense</i>	23	8	113	210	7	110	13	12	496
<i>Periclimenes iridescens</i>	42	15	30	36	2	50	17	2	194
<i>P. americanus</i>	136	52	10	34	42	27	96	7	404
<i>Hippolyte zostericola</i>	32	11	5	25	3	36	40	2	154
<i>H. pleuracanthus</i>				1		1			2
<i>Thor floridanus</i>	175	8	162	12	3	4	467	16	847
<i>T. dobkini</i>	8	8	33	1					50
<i>T. manningi</i>		2	21	10		1			34



La riqueza específica de carideos estuvo integrada por 22 especies incluidas en 12 géneros de 5 familias, de las cuales anteriormente han sido reportadas *Latreutes parvulus*, *Thor manningi*, *Leander tenuicornis* (Chace, 1972), y *P. americanus* e *Hippolyte zostericola* (Markham y Donath-Hernández 1990) para la bahía de Espíritu Santo; entre las especies presentes 11 pertenecen a la Familia Hippolytidae.

Para el mes de mayo, la especies con mayor presencia en términos de abundancia, fueron *P. americanus* con 16%, *P. iridescens* con 14%, *H. zostericola* con 12%, *T. floridanus* con 24% y *T. dobkini* con 22%; y para Noviembre, *T. carolinense* con 21 %, *P. americanus* con 17% y *T. floridanus* con 36%

De las 5 familias colectadas durante Mayo y Noviembre, se determinaron las siguientes especies:

Palaemonidae

Periclimenes americanus (Kingsley, 1878)

Periclimenes iridescens Lebour, 1949

Leander tenuicornis (Say, 1818)

Hippolytidae

Lysmata wurdemanni (Gibbes, 1850)

Hippolyte zostericola (Smith, 1873)

Hippolyte pleuracanthus Stimpson, 1871

Hippolyte obliquimanus (Dana, 1852)

Latreutes fucorum (Fabricius, 1798)

Latreutes parvulus (Stimpson, 1886)

Trachycaris restrictus (A.Milne-Edwards, 1878)

Tozeuma carolinense Kingsley, 1878

Thor dobkini Chace, 1972

Thor floridanus Kingsley, 1878

Thor manningi Chace, 1972

Pasiphaeidae

Leptochela serratorbita Bate, 1888



Alpheidae

Alpheus normanni Kingsley, 1878

Alpheus floridanus Kingsley, 1878

Alpheus armillatus H. Milne Edwards, 1837

Alpheus sp. 1

Alpheus sp. 2

Synalpheus apioceros Coutiére, 1909

Processidae

Processa bermudensis (Rankin, 1900)

Caracterización del hábitat para cada especie

Familia Palaemonidae

Periclimenes iridiscens

Colectado en *T. testudinum* en zonas de poca dinámica cerca de formaciones importantes de mangle, aguas someras a menos de 1 m de profundidad. Entre arena y algas, reportado en varios octocorales y antipatharianos en Curaçao y Bonaire (Criales 1980), a profundidades entre 3.6 y 183 m.

Periclimenes americanus

Colectado en todas las estaciones mostrando que esta especie habita sitios de poca dinámica en el interior de la Bahía (Punta Nilut), al igual que en zonas de mucha dinámica en la Boca de la misma (isla Chal); se encuentra a menos de 1 m de profundidad entre *T. testudinum* (Tablas 4 y 5). En rocas, arena y en intersticios de coral muerto (Martínez-Guzmán y Hernández-Aguilera 1993), Wass (1955) la mencionó entre sargazo flotante, Chace (1972) en fondos fangosos, coral vivo, pedazos de madera, esponjas, y la anémona *Bartholomea annulata*, así como en pastos marinos y manglares; Williams (1984), entre algas. Markham *et al.* (1990) la encontraron en conchas vacías del caracol rosado *Strombus gigas* y entre raíces de mangle.



Leander tenuicornis

Colectado flotando entre restos vegetales y en vegetación sumergida (*T. testudinum*), aguas prístinas y someras. En aguas tropicales y subtropicales del mundo, excepto de la costa oeste de América (Chace 1972; Rodríguez 1980). También en vegetación sumergida en aguas someras, sargazo flotante y asociada al coral del género *Porites* (Williams 1984).

Familia Hippolytidae

Lysmata wurdemanni

En fondo arenoso, colectado en manchas de *T. testudinum*, aguas someras. Comúnmente encontrado en las rocas de las escolleras, esponjas y en *T. testudinum*, desde la superficie hasta los 37 m (Williams 1984).

Hippolyte zostericola

Colectado en toda la zona de colecta entre *T. testudinum*, *Siryngodium spp.* y *Halodule spp.* a menos de 1 m de profundidad. Igualmente colectado en *Thalassia* (Markham y Donath-Hernández 1990), en Quintana Roo reportada en Bahía de la Ascensión (Chace 1972), Cayo Culebras y Vigía Chico (Markham *et al.* 1990).

Hippolyte pleuracanthus

Colectado en pastizales marinos en Isla Chal a 1 m de profundidad. Mencionado en rocas de las escolleras, extremadamente abundantes en camas de *Zostera* y *Halodule* (Williams 1984).

Hippolyte obliquimanus

Colectado en zonas protegidas y de menor dinámica con amplias formaciones de manglar (Punta Nilut) y en zonas de mayor dinámica en la boca de la bahía (Entrada Ziquipal). Entre *Thalassia*, arena, coral muerto y restos de caracol (Martínez-Guzmán y Hernández-Aguilera 1993), Chace (1972) la mencionó en fondos fangosos



Latreutes fucorum

Entre formaciones amplias de *T. testudinum*, *Siryngodium* y *Hadolule*, en toda la zona de colecta a menos de 1 m de profundidad, al igual que en zonas cercanas de mangle en la costa. Entre *Thalassia* y arena (Martínez-Guzmán y Hernández-Aguilera 1993). Chace (1972) la reportó en sargazo flotante en mar abierto y en pastos marinos. Markham et al. (1990), en pozas de marea y en raíces de mangle.

Latreutes parvulus

Colectado en *T. testudinum* a menos de 1 m de profundidad, en sustrato arenoso y aguas someras. En la Bahía de Espíritu Santo entre coral muerto a 3-6 m de profundidad (Chace 1972). En aguas litorales, esponjas y conchas. Coral muerto y en sargazo, desde la superficie hasta los 44 m (Williams 1984).

Trachycaris restrictus

En sustrato arenoso en parches de *T. testudinum* a 1 m de profundidad, junto a grandes formaciones de mangle en la costa. En profundidades de 1 m y hasta 100 m (Rodríguez 1980), en pastos marinos (Delgado 2004).

Tozeuma carolinense

Colectado en todos los sitios de colecta en noviembre, en amplias zonas de *T. testudinum*, a 1 m de profundidad. Entre *Thalassia*, arena y en intersticios de coral muerto (Martínez-Guzmán y Hernández-Aguilera 1993). Williams (1984) mencionó que se encuentra entre vegetación sumergida y conchas, siendo una especie de aguas poco profundas incluyendo estuarios con alta salinidad.

Thor dobkini

Pastos marinos con predominancia de *T. testudinum*, los individuos colectados en aguas someras máximo de 1 m de profundidad. En sargazos y en corales cercanos a la costa, colectados en profundidades de 19 m (Williams 1984).



Thor floridanus

Colectado en todas las sitios de colecta en amplias zonas de *T. testudinum* a 1 m de profundidad. También entre sargazos, hasta profundidades de 59 m (Williams 1984).

Thor manningi

Colectada en amplias zonas de *T. testudinum* en asociación con formaciones de mangle en Isla Chal, a menos de 1 m de profundidad. En Espíritu Santo en Isla Chal e Isla Pobre al borde de formaciones de manglar, a menos de 1.5 m de profundidad; también en coral vivo, madera y asociada con la anémona *Bartholomea* (Chace 1972). Entre *Thalassia*; debajo y entre intersticios de coral muerto, y conchas (Martínez-Guzmán y Hernández-Aguilera 1993).

Familia Pasiphaeidae

Leptochela serratorbita

Pastos marinos con predominancia de *T. testudinum*, los individuos fueron colectados en aguas someras; a 1 m máximo de profundidad, cercanos a amplias formaciones de mangle en Isla Chal (Young 1978; Rodríguez 1980) reportan esta especie en zonas de coral, conchas y arena compacta desde los 5.5 m a los 40 m.

Familia Alpheidae

Alpheus normanni

Colectado entre *T. testudinum* a menos de 1 m de profundidad, en sustrato arenoso. En arena y en intersticios del coral muerto (Martínez-Guzmán y Hernández-Aguilera 1993). También en fondos fangosos cubiertos por pastos marinos y coral del género *Porites*, así como entre ostras (Chace 1972); Hendrix (1971) la menciona en tubos de poliquetos y en esponjas hasta una profundidad de 73 m.

Alpheus floridanus

Sustrato arenoso colectado en zona de pastizales marinos con predominancia de *T. testudinum*, a 1 m ó menos de profundidad en Isla Chal. Se distribuye desde el Golfo



de México hasta el estado de Bahía, Brasil; en la costa de África occidental desde Guinea hasta el Congo; en fondos de fango o arena, hasta 37 metros de profundidad (Rodríguez 1980).

Alpheus armillatus

En sustrato arenoso en parches de *T. testudinum* a 50 cm de profundidad. En arena y restos de caracol (Martínez-Guzmán y Hernández-Aguilera, 1993); Chace (1972) la reportó entre rocas y ostras; (Wicksten 1983) la mencionó en fondos rocosos desde la zona de intermareas hasta 20 m de profundidad.

Synalpheus apioceros

Pastos marinos con predominancia de *T. testudinum*, colectado en aguas someras de 1 m de profundidad. Colectado en rocas y en pedazos de coral (Chace 1972).

Familia Processidae

Processa bermudensis

En amplias zonas de *T. testudinum* cercanas a la costa a menos de 1 m de profundidad. Aguas marinas poco profundas, incluyendo zonas estuarinas con alta salinidad, sargazos, arena y conchas; a profundidades desde 1.8 a 45 m (Christoffersen 1979).

Riqueza y abundancia

Las especies más abundantes (más de 100 individuos colectados), *L. fucorum*, *L. parvulus*, *T. carolinense*, *P. iridescens*, *P. americanus*, *H. zostericola*, *T. floridanus*, *T. dobkini* y *T. manningi* fueron tomadas en cuenta para medir parámetros poblacionales.

La especie mas abundante en todos los sitios de colecta y en los dos meses del año fue *T. floridanus*, seguida de las demás especies del género *Thor*. En contraste, las especies menos abundantes y con menor representatividad en los sitios y meses de colecta fueron las pertenecientes a la familia Alpheidae.

Por medio del índice de Shannon se observó que las estaciones más diversas en Mayo (Fig. 2, Tabla 2 y 3) corresponden a las incluidas en las zonas norte (Punta Nilut e Isla



Pobre) y central (Isla Chal). Estas zonas son las que presentaron las características más propias de un ecosistema de pastos marinos en equilibrio, que incluye amplios parches de pastizales marinos, intercambio y flujo oceánico, al igual que grandes formaciones de mangle, el mismo comportamiento se ve para el mes de Noviembre (Fig. 3), con relación al número de especies.

Ello corrobora el comportamiento de la comunidad de carideos en la bahía del Espíritu Santo, en relación al número de especies por sitio de colecta con las características propias del ecosistema de pastizales marinos en los dos periodos muestreados. Sin embargo, la abundancia de las poblaciones de carideos disminuye notoriamente en noviembre, lo que evidencia posibles cambios en las poblaciones de las especies debido a la ecología de la mismas, y a una posible disminución de la superficie foliar de los pastos, lo que podría implicar una disminución de refugio y de las zonas de reproducción y de alimentación para las especies.

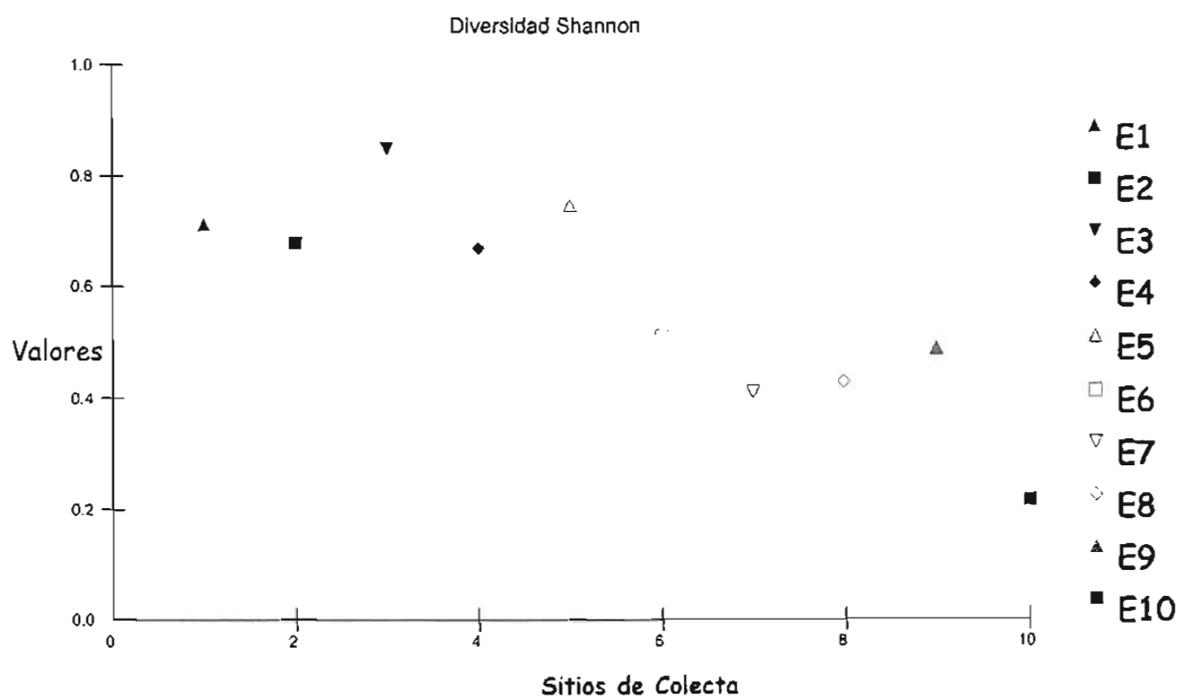


Figura 2. Índice de Shannon para caracterizar las estaciones de colecta en el mes de Mayo



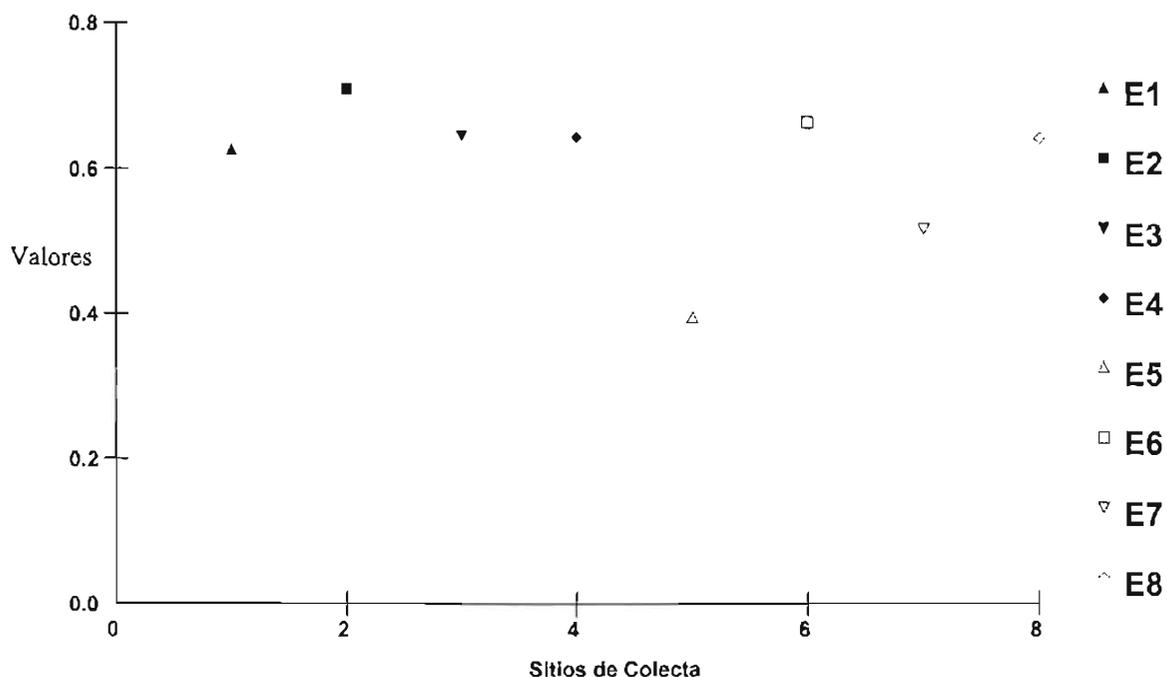


Figura 3. Índice de Shannon para caracterizar las estaciones de colecta en el mes de Noviembre

De manera general, y observando el comportamiento de toda la comunidad, se tiene un mayor número de individuos en primavera que en otoño. Los índices de Shannon y Simpson (Tabla 6) corroboran estos resultados.

Por otra parte, al medir la abundancia relativa de cada especie se ha podido identificar aquellas que por su escasa representatividad en la comunidad como *A. normanni*, *A. floridanus*, *A. armillatus* y *S. apioceros* son propias de ecosistemas diferentes a los pastizales marinos, como zonas de coral o rocosas (Chace 1972; Wicksten 1983).

Cabe resaltar que las especies con una mayor abundancia en todas las zonas de colecta fueron *L. fucorum*, *L. parvulus*, *T. carolinense*, *T. dobkini*, *T. floridanus*, *T. manningi*, *P. iridescens*, *P. americanus* y *H. zostericola* (Tabla 4 y 5), lo que las ubica como especies potencialmente importantes para ser consideradas como especies indicadoras del estado de conservación de los ecosistemas de pastizales marinos.



Tabla 6. Medidas de diversidad para la comunidad de carideos en los meses de Mayo 2001 y Noviembre del 2001.

	Mayo	Noviembre
Número de Individuos (N)	18955	2349
Riqueza de especies (S)	20	16
Uniformidad (E)	0.6218	0.6438
Índice de Simpson (Dsp)	0.1727	0.2186
Índice de Shannon (H')	1.8627	1.7850
Alfa (Distribución Logarítmica)	2.2237	1.7850

El valor de Alfa (Distribución Logarítmica) para Mayo con 2.2237 es mas alto, lo que corrobora lo dicho anteriormente al mostrar una mayor asociación de las especies con respecto a las estaciones en relación con el mes de Noviembre.

Rarefacción

En las curvas de rarefacción para Mayo (fig. 4 y 5), se muestra que las estaciones E2 (Isla Pobre) y E3 (Punta Nilut) presentaron un mayor número de especies debido posiblemente a las características propias de la zona, tales como un mayor intercambio oceánico y zonas amplias de pastizales. De igual manera, se observó que para los demás sitios de colecta el número de especies encontradas se estabiliza, lo que sugiere que el número de especies colectadas se acerca al total de especies de carideos presentes en la bahía del Espíritu Santo.



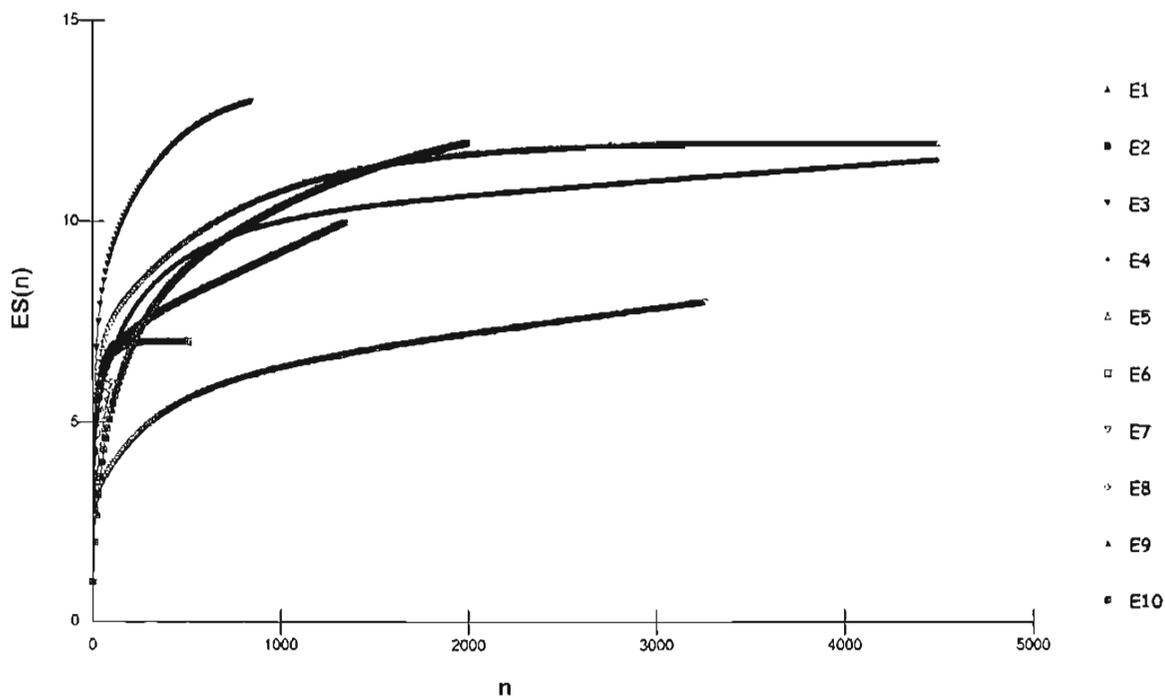


Figura 4. Curvas de rarefacción de los sitios de colecta para el mes de Mayo.

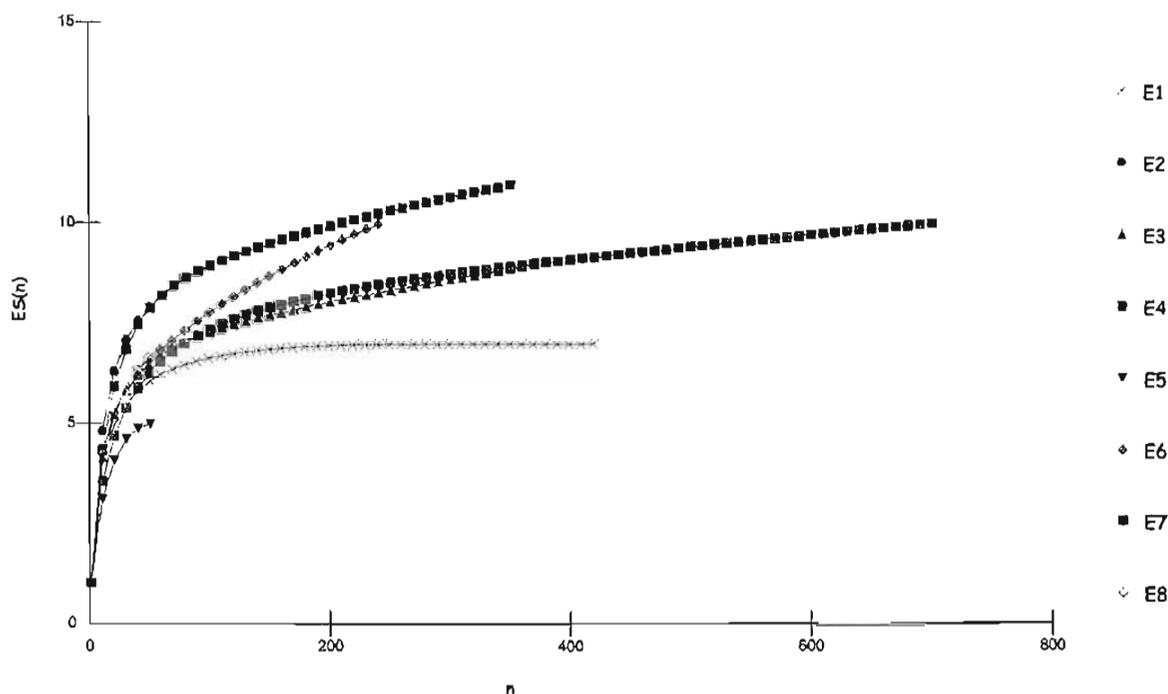


Figura 5. Curvas de rarefacción de los sitios de colecta para el mes de Noviembre.



Distribución espacial

Para determinar el grado de cambio o reemplazo de las especies entre los diferentes sitios de colecta se realizó un análisis de distribución espacial para las dos épocas del año y se encontró que las especies con mayor presencia en todos los sitios de colecta durante ambos meses fueron *L. fucorum*, *L. parvulus*, *L. wurdemanni*, *L. tenuicornis*, *T. carolinense*, *P. iridiscens*, *P. americanus*, *H. zostericola*, *T. floridanus*, *T. dobkini* y *Thor manningi* (Tabla 7), estas especies fueron las de distribución más amplia y las más abundantes durante los dos meses del año.

Por otra parte, especies del género *Alpheus* presentan una distribución al azar, y dada las abundancias registradas, se puede suponer que estas especies son esporádicas en las áreas de colecta en la bahía del Espíritu Santo.

Tabla 7. Distribución espacial de las especies en los sitios de colecta - Mayo (Programa Biodiversity Pro).

Especies	Varianza	Media	Chi-sq	Probabilidad	Distribución
<i>Latreutes fucorum</i>	22.54	3.90	52.02	1.00E-07	Agregado
<i>L. parvulus</i>	10.48	1.60	59	0	Agregado
<i>Lysmata wurdemanni</i>	8	1	72	0	Agregado
<i>Leander tenuicornis</i>	0.45	0.30	13.66	0.13	Al azar
<i>Processa bermudensis</i>	19.55	2	88	0	Al azar
<i>Alpheus normanni</i>	0.45	0.30	13.66	0.13	Al azar
<i>Alpheus sp2</i>	0.1	0.10	9	0.43	Al azar
<i>A. floridanus</i>	0.1	0.10	9	0.43	Al azar
<i>Trachycaris restrictus</i>	0.17	0.20	8	0.53	Al azar
<i>Synalpheus apioceros</i>	0.1	0.10	9	0.43	Al azar
<i>Leptochela serratorbita</i>	3.56	0.70	45.85	1.00E-06	Agregado
<i>Tozeuma carolinense</i>	85457.37	172.40	4461.23	0	Agregado
<i>Periclimenes iridiscens</i>	300754.03	266.40	10160.60	0	Agregado
<i>P. americanus</i>	349490.71	298.50	10537.40	0	Agregado
<i>Hippolyte zostericola</i>	101665.34	227.70	4018.39	0	Agregado
<i>H. pleuracanthus</i>	24	3	72	0	Agregado
<i>H. obliquimanus</i>	28.66	2	129	0	Agregado
<i>Thor floridanus</i>	407915.34	454.30	8081.08	0	Agregado
<i>T. dobkini</i>	518604.21	412.70	11309.51	0	Agregado
<i>T. manningi</i>	7891.066	48.20	1473.43	0	Agregado



Tabla 8. Distribución espacial de las especies en los sitios de colecta - Noviembre (Programa Biodiversity Pro).

Especies	Varianza	Media	Chi-sq	Probabilidad	Agregación
<i>Latreutes fucorum</i>	455.69	15.62	204.15	0	Agregado
<i>L. parvulus</i>	19.98	3.37	41.44	1.20E ⁻⁰⁶	Agregado
<i>Lysmata wurdemanni</i>	3.12	0.62	35	1.57E ⁻⁰⁵	Agregado
<i>Leander tenuicornis</i>	1.98	0.62	22.20	0.00	Agregado
<i>Processa bermudensis</i>	0.12	0.12	7	0.42	Al azar
<i>Alpheus sp1</i>	0.50	0.25	14	0.05	Al azar
<i>Alpheus armillatus</i>	0.50	0.25	14	0.05	Al azar
<i>Trachycaris restrictus</i>	0.12	0.12	7	0.42	Al azar
<i>Tozeuma carolinense</i>	5596	62	631.80	0	Agregado
<i>Periclimenes iridiscens</i>	325.35	24.25	93.91	0	Agregado
<i>P. americanus</i>	1973.14	50.5	273.50	0	Agregado
<i>Hippolyte zostericola</i>	248.50	19.25	90.36	0	Agregado
<i>H. pleuracanthus</i>	0.21	0.25	6	0.54	Al azar
<i>Thor floridanus</i>	26538.69	105.87	1754.62	0	Agregado
<i>T. dobkini</i>	129.35	6.25	144.88	0	Agregado
<i>T. manningi</i>	57.35	4.25	94.47	0	Agregado

Análisis de Componentes Principales

Tabla 9. Resultado del análisis de factor eigenvalores y porcentaje de varianza acumulada en las zonas de muestreo. Mayo.

Factores	Eigenvalores	% total		Cumul.	
		Varianza	Eigenvalores	Eigenvalores	%
1	4.899	48.998	4.899	48.998	
2	2.614	26.147	7.514	75.145	
3	1.507	15.077	9.022	90.223	

El análisis de componentes principales para el mes de mayo reveló la presencia de 3 factores mediante el método de rotación Varimax (Tabla 9); en éste se presenta una varianza explicada del 90 % y las estaciones se pueden agrupar en 3 factores representados por las diferentes características de las zonas de muestreo en relación a las abundancias de los organismos.



Tabla 10.- Estructura interna de los factores obtenidos por análisis de componentes principales, vía rotación Varimax para el mes de Mayo.

Estaciones	Factor 1.	Factor 2.	Factor 3.
E1	0.917	-0.024	0.348
E2	0.727	0.263	0.569
E3	0.713	0.275	0.561
E4	0.092	0.082	0.983
E5	0.148	0.221	0.961
E6	0.089	0.679	-0.015
E7	0.026	0.977	0.155
E8	0.109	0.960	0.159
E9	0.001	0.912	0.177
E10	0.979	-0.036	-0.178
Expl.Var	2.889	3.371	2.762
Prp.Totl	0.289	0.337	0.276

En la tabla 10 se muestra la composición interna de los factores en función de las estaciones consideradas, el primer factor contiene las estaciones E1, E2, E3, E10 que presentan valores de abundancia similares.

Las estaciones ubicadas en la porción interna de la bahía presentaron valores medios de biodiversidad, mientras que en la porción de la boca de la bahía se encontraron las estaciones con menor diversidad. La característica principal de esta zona es el poco intercambio debido a la presencia de las Islas Chal y Ziquipal y de una porción de la costa que podrían actuar como barreras físicas. El factor 2 comprende las estaciones con mayor diversidad y está asociado al intercambio de corrientes. Estos resultados sugieren que el patrón de diversidad está asociado a un criterio de barrera física (Stoner 1980).

Gráficamente se observa (fig. 6) una asociación definida entre los sitios de colecta que están determinados por zonas protegidas como E7, E8 y E9 y zonas de mayor intercambio como las estaciones E4 y E5.

De esta manera, la estructura de la comunidad parece estar determinada por el recambio de especies condicionado por el flujo de corrientes y por las barreras físicas que representan las islas, las cuales, sin embargo, funcionan también como zonas de refugio (Stoner 1980).



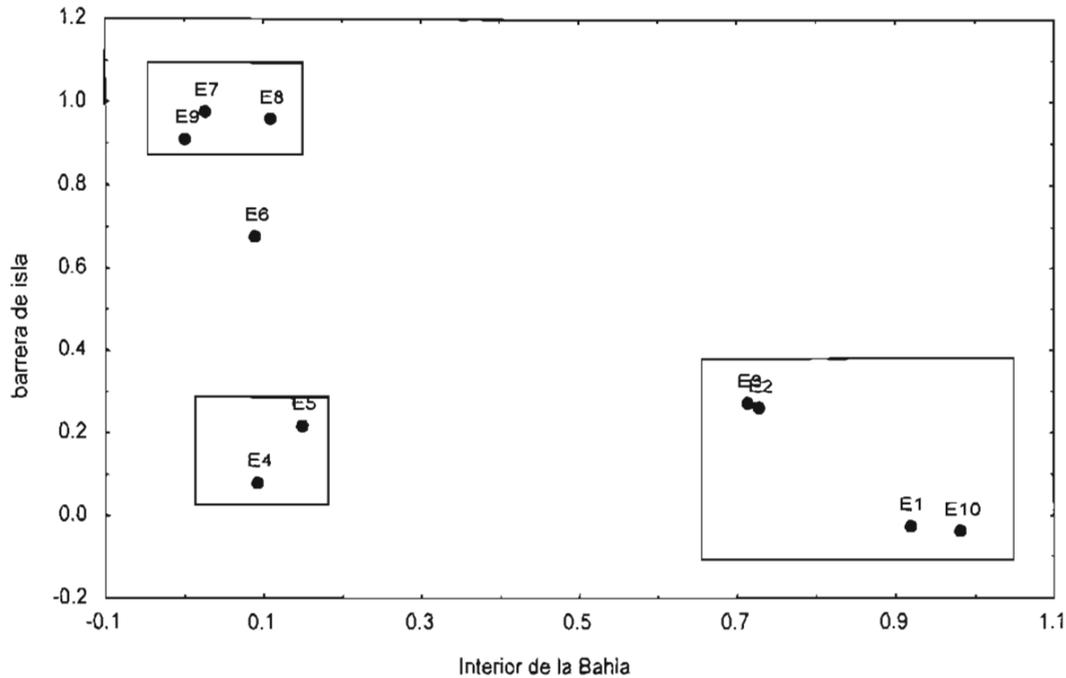


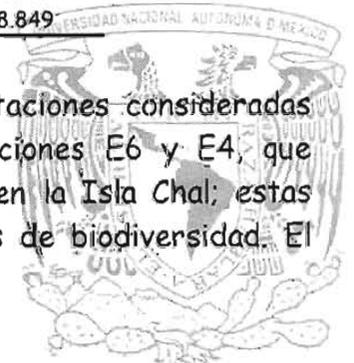
Figura 6. Análisis de componentes principales de las estaciones de colecta para el mes de Mayo.

El análisis de componentes principales para el mes de Mayo (tabla 11) reveló la presencia de 3 factores mediante el método de rotación Varimax; en éste se puede observar una varianza explicada del 88.8 %, lo cual indica que las estaciones presentan características que permiten asociar los sitios de colecta con las características ambientales de las zonas de colecta y los cambios de diversidad y abundancia de los organismos en 3 zonas.

Tabla 11. Resultado del análisis de factor eigenvalores y porcentaje de varianza acumulada en las zonas de muestreo. Noviembre.

Factores	Eigenvalores	% total		Cumul.	
		Varianza	Eigenvalores	%	Cumul.
1	3.567	44.597	3.567	44.597	
2	1.837	22.964	5.404	67.562	
3	1.702	21.287	7.107	88.849	

La composición interna de los factores en función de las estaciones consideradas (tabla 12), muestra que el primer factor contiene las estaciones E6 y E4, que presentan valores de abundancia similares, estando ubicadas en la Isla Chal; estas estaciones están caracterizadas por mantener valores medios de biodiversidad. El



segundo factor, compuesto por las estaciones E5 y E2, muestra una relación entre el número y abundancia de las especies.

Tabla 12 . Estructura interna de los factores obtenidos por análisis de componentes principales vía rotación Varimax para el mes de Noviembre.

Estaciones	Factor 1.	Factor 2.	Factor 3.
E1	0.786	0.055	0.596
E2	0.117	0.263	0.569
E3	0.713	0.275	0.561
E4	0.092	0.082	0.983
E5	0.148	0.221	0.961
E6	0.089	0.679	-0.015
E7	0.026	0.977	0.155
E8	0.109	0.960	0.159
E9	0.001	0.912	0.177
E10	0.979	-0.036	-0.178
Expl.Var	2.889	3.371	2.762
Prp.Totl	0.289	0.337	0.276

Gráficamente se observa (figura 6) una asociación entre los sitios de colecta E6 y E4 (Isla Chal), al igual que E5 (Isla Chal) con E2 (Isla Pobre). Estos resultados parecen corroborar que el aumento de la diversidad de especies en zonas protegidas y zonas de mayor intercambio de masa oceánica está determinado en gran parte por el recambio de especies condicionado por el flujo de corrientes (Stoner 1980).

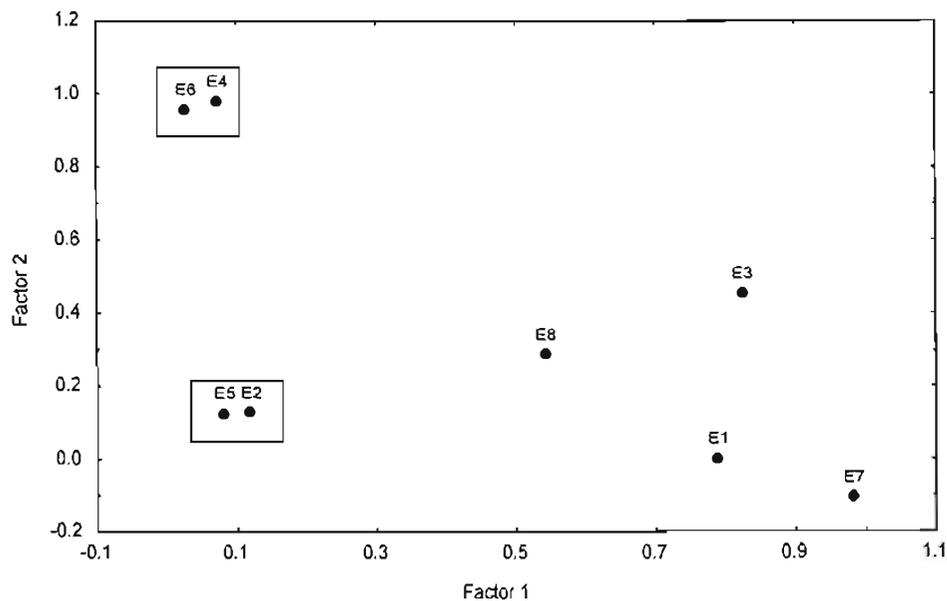


Figura 7. Análisis de componentes principales de las estaciones de colecta para el mes de Noviembre.



El análisis de componentes principales muestra que en el mes de Mayo (fig. 6), por sitios de colecta, la región norte y la región central, debido a la abundancia de individuos, de especies y a la frecuencia de aparición de las mismas, contienen a la mayoría de las especies en ese sector de la bahía; mientras que para el mes de Noviembre (fig. 7) se sigue observando una mayor relación entre estos sitios de colecta, lo cual demuestra que, en general, la comunidad de carideos para la bahía del Espíritu Santo está agrupada en todos los sitios bajo las mismas condiciones y hábitat, con excepción de la zona sur de la bahía en la cual durante el transcurso de los dos muestreos se presentó una considerable modificación del hábitat (sedimentación y erosión del suelo marino) dando como resultado una disminución notable en el número de individuos y especies de primavera a otoño.

COMPOSICIÓN POBLACIONAL

Las especies *L. fucorum*, *L. parvulus*, *T. carolinense*, *P. iridescens*, *P. americanus*, *H. zostericola*, *T. floridanus*, *T. dobkini* y *T. manningi* fueron las más representativas en todos los sitios de colecta y en ambas épocas del año.

Estas especies presentan los porcentajes más altos de abundancia, aunque su composición en las diferentes épocas del año difiere al aumentar el número de individuos en la primavera con respecto a la colecta de otoño.

Tabla 13. Proporción sexual de las especies más abundantes de la comunidad de carideos en la bahía del Espíritu Santo, Quintana Roo, México, en Mayo y Noviembre de 2001.

Especies	N Total	Mayo				χ² alfa= 0.05	N Total	Noviembre			
		♂ (%)	♀ (%)	Proporción sexual M:H	χ² alfa= 0.05			♂ (%)	♀ (%)	Proporción sexual M:H	χ² alfa= 0.05
<i>L. fucorum</i>	39	54	46	1.17	0.23 N.S.	125	31	69	0.44	17.67 S.	
<i>T. parvulus</i>	16	21	79	0.26	6.25 S.	27	20	80	0.25	10.70 S.	
<i>T. carolinense</i>	1725	25	75	0.33	431.74 S.	496	18	82	0.21	203.8 S.	
<i>P. iridescens</i>	2720	34	66	0.51	278.26 S.	194	51	49	1.04	0.08 N.S.	
<i>P. americanus</i>	3016	59	41	1.43	97.40 S.	404	66	34	1.94	41.80 S.	
<i>H. zostericola</i>	2284	27	73	0.36	482.7 S.	154	26	74	0.35	35.54 S.	
<i>T. floridanus</i>	4585	39	61	0.63	22.40 S.	847	27	73	0.36	178.60 S.	
<i>T. dobkini</i>	4151	20	80	0.25	1493.64 S.	50	13	87	0.14	25.92 S.	
<i>T. manningi</i>	484	22	78	0.28	152.84 S.	34	10	90	0.11	23.04 S.	

N.S.: No hay diferencias significativas

S.: Si hay diferencias significativas



Proporción Sexual

Tabla 14. Comparación de la proporción sexual de las especies más abundantes entre las dos épocas de muestreo.

Especie	Proporción sexual		χ^2	alfa= 0.05
	M:H (mayo)	M:H (noviembre)		
<i>L. fucorum</i>	1.17	0.45	10.820	S.
<i>L. parvulus</i>	0.26	0.25	0.031	N.S.
<i>T. carolinense</i>	0.33	0.22	1.451	N.S.
<i>P. iridescens</i>	0.51	1.04	8	S.
<i>P. americanus</i>	1.43	1.94	1.044	N.S.
<i>H. zostericola</i>	0.37	0.35	0.024	N.S.
<i>T. floridanus</i>	0.64	0.37	3.254	N.S.
<i>T. dobkini</i>	0.25	0.15	1.744	N.S.
<i>T. manningi</i>	0.28	0.11	5.357	S.

N.S.: No hay diferencias significativas

S.: Si hay diferencias significativas

La proporción sexual de las especies más abundantes de carideos para mayo y noviembre se observa en la Tabla 13. Mediante un análisis de Chi cuadrada se encontró que a excepción de *L. fucorum*, *L. parvulus* y *P. iridiscens*, en el resto de las especies la proporción sexual difirió significativamente en cada una de las épocas de muestreo. Más aún, se encontró que solo *L. fucorum*, *P. iridiscens* y *T. manningi* presentaron diferencias significativas en la proporción sexual entre las dos épocas de muestreo (tabla 14), lo que podría sugerir que en la mayoría de estas especies el número de hembras siempre es mayor que el de machos, a excepción de *P. americanus* que presenta una mayoría de machos (tabla 13)

Relación de Hembras Ovíferas

La proporción de hembras ovíferas con respecto a las no ovíferas en cada una de las especies más abundantes se comparó entre las dos épocas de muestreo mediante tablas de contingencia con χ^2 . Los resultados indican que en la mayoría de las especies hubo una proporción similar de hembras ovíferas en ambas épocas, a excepción de *L. parvulus*, *T. dobkini* y *T. manningi*, que presentaron una mayor proporción de hembras ovíferas en mayo (tabla 15).



Tabla 15. Comparación de la proporción de hembras ovígeras en las principales especies entre las dos épocas de muestreo.

Especie	% Hembras Ovígeras (Mayo)	% Hembras Ovígeras (Noviembre)	χ^2	alfa= 0.05
<i>L. fucorum</i>	61	56	0.514	N.S.
<i>L. parvulus</i>	96	60	37.76	S.
<i>T. carolinense</i>	19	16	0.311	N.S.
<i>P. iridescens</i>	45	58	3.382	N.S.
<i>P. americanus</i>	42	40	0.081	N.S.
<i>H. zostericola</i>	72	65	1.134	N.S.
<i>T. floridanus</i>	41	28	3.094	N.S.
<i>T. dobkini</i>	64	7	70.946	S.
<i>T. manningi</i>	72	13	71.219	S.

N.S.: No hay diferencias significativas

S.: Si hay diferencias significativas

INCIDENCIA DE PARASITISMO

El porcentaje de especies de carideos con bopyridos parásitos por mes fue notable, 25% en mayo (5 especies) y 17.8% Noviembre (3 especies) (tabla 16). Sin embargo, en general el número de organismos parasitados por especie fue reducido (Tablas 16 y 17). Del total de seis especies parasitadas, sólo *T. floridanus* y *H. zostericola* presentaron parasitismo en las dos épocas del año.

Markham et al. (1990) reportaron como hospederos de bopyridos miembros de la familia Hippolytidae únicamente; en este trabajo se colectaron también especies de la familia Palaemonidae como *P. iridescens* y *P. americanus*.

Tabla 16. Incidencia del parasitismo en especies de carideos de la bahía de Espíritu Santo, Mayo de 2001.

Especies	Total de Individuos	Hospederos parasitados	Incidencia de parasitismo (%)
<i>Tozeuma carolinense</i>	1724	1	0.05
<i>Periclimenes iridescens</i>	2664	56	2
<i>Periclimenes americanus</i>	2985	31	1
<i>Hippolyte zostericola</i>	2277	7	0.3
<i>Thor floridanus</i>	4543	42	0.9



Tabla 17. Incidencia del parasitismo en especies de carideos de la bahía de Espíritu Santo, Noviembre de 2001.

Especies	Total de Individuos	Hospederos parasitados	Incidencia de parasitismo (%)
<i>Hippolyte zostericola</i>	154	1	0.64
<i>Thor floridanus</i>	847	13	1.5
<i>Thor dobkini</i>	50	1	0.2



DISCUSION

Las estaciones de colecta, en general, se caracterizaron por la presencia de parches de pastizales marinos con predominancia de *T. testudinum*, aguas someras, poca sedimentación del suelo y amplias formaciones de *Rhizophora mangle* en la línea costera.

Los valores de la temperatura del agua no mostraron variaciones (Tablas 1 y 2) entre las dos épocas del año muestreadas, y dado que en los trópicos en general no se presenta una marcada variación (Bauer 1989), es posible que la variación de la abundancia de organismos en la colecta de mayo respecto a la de noviembre sea el resultado de los individuos que se reclutan una vez terminado el período de lluvias, así como al aumento en la disponibilidad de recursos alimenticios (Covich et al. 1991).

El desarrollo de estudios sobre abundancia, composición, y estacionalidad de los decápodos carideos que habitan los pastizales marinos ha incrementado el entendimiento de diversas tramas tróficas (Virnstein 1977; Orth 1977; Greenway 1995); por ello, el reporte de la existencia de una comunidad de carideos para la bahía de Espíritu Santo, donde se colectaron 21 especies, permite suponer que estas especies al ser presas o depredadores, podrían influir en la abundancia de otros invertebrados como poliquetos, moluscos y otros crustáceos (Virnstein 1977; Orth 1977a; Greenway 1995), en el ecosistema de pastizales marinos del Caribe Mexicano.

El listado de carideos previo para la bahía lo conformaban *L. parvulus*, *T. manningi*, *L. tenuicornis* (Chace 1972), *P. americanus* e *H. zostericola* (Markham y Donath-Hernández 1990). Este listado se amplía en el presente trabajo con 15 especies más (Tablas 4 y 5), pertenecientes a las familias Palaemonidae, Hippolytidae, Pasiphaeidae, Alpheidae y Processidae. Sin embargo, todas las especies encontradas habían sido registradas con anterioridad en otros sitios de la costa mexicana del caribe (Chace 1972; Markham y Donath-Hernández 1990; Markham et al. 1990; Estrada-Olivo 1999; Monroy-Velázquez 2000; Briones-Fourzan y Lozano-Alvarez 2002), lo que significa una ampliación de los sitios de distribución regional de este grupo de crustáceos a lo largo de la costa del estado de Quintana Roo.

Es posible que la poca abundancia de las especies *A. floridanus*, *A. normanni*, *A. armillatus*, *S. apioceros*, *T. restrictus* y *L. tenuicornis* se deba a la escasa presencia



de los sustratos que favorezcan estas especies, tales como fondos rocosos y zonas de coral (Chace 1972, Rodríguez 1980, Wicksten 1983, Delgado 2004).

Entre las familias de carideos colectadas en la bahía del Espíritu Santo, la familia Hippolytidae fue la más representativa con 11 especies, incluidas en cinco géneros. Los nuevos registros para esta zona son *L. wurdemanni*, *H. pleuracanthus*, *H. obliquimanus*, *L. fucorum*, *T. restrictus*, *T. carolinense*, *T. dobkini* y *T. floridanus*. Por otra parte, la familia Alpheidae presentó seis especies; la familia Palaemonidae, tres; la familia Pasiphaeidae, una; y la familia Processidae, una especie.

En mayo se encontró una mayor riqueza específica en relación con la colecta de noviembre. De la misma manera, se obtuvo un mayor número de individuos en primavera que en otoño. Los índices de Shannon y Simpson corroboran estos resultados al mostrar que la diversidad en primavera fue mayor. Esto podría darse por una mayor cobertura vegetal en mayo, lo que directamente aumenta los sitios de reproducción y alimento para los organismos (Stoner 1980).

Para el estudio de la diversidad puntual, los índices de diversidad aplicados (fig. 2 y 3), al igual que el análisis de componentes principales, muestran que las zonas con mayor intercambio oceánico (Isla Chal, Punta Nilut e Isla Pobre), integradas con amplias extensiones de pastizales marinos presentaron la mayor diversidad de especies.

Stoner (1980) y Holmquist et al. (1989) muestran que los sitios adyacentes al océano abierto tienen una alta riqueza de especies en comparación con los lechos hacia el interior de una bahía. Estos autores concluyeron que la limitada circulación puede reducir el reclutamiento en las porciones internas de la bahía, como se observó en el presente estudio y que existe por lo general una relación directa entre la biomasa de los pastos y la abundancia de la fauna.

En general, las regiones norte y central del área de colecta, caracterizadas con amplias formaciones de *T. testudinum*; fueron las de mayor diversidad. Trabajos anteriores (Stoner 1980; Holmquist et al. 1989) muestran que en sistemas de pastizales marinos el contenido de especies depende del tamaño de los hábitat individuales en función de la disponibilidad de recursos (McNeill y Fairweather 1993). El hecho de que la zona de muestreo con mayor diversidad, Isla Chal, fue la más abundante, sugiere que la distribución de las especies está directamente relacionada



con las características de cada región; áreas de mayor intercambio oceánico y de protección, presentan mayor riqueza y abundancia en comparación con áreas abiertas en la boca de la bahía y zonas al interior de la misma (Holmquist et. al. 1989).

Las curvas de rarefacción (Figuras 3 y 4) muestran que con excepción de las estaciones de Isla Pobre y Punta Nilut, en el resto de las estaciones de colecta se obtuvo el número de especies esperado.

Las especies con una distribución más amplia, una mayor abundancia, y los menores cambios estacionales fueron *L. fucorum*, *L. parvulus*, *L. wurdemanni*, *L. tenuicornis*, *T. carolinense*, *P. iridiscens*, *P. americanus*, *H. zostericola*, *T. floridanus*, *T. dobkini* y *Thor manningi* (Tabla 7 y 8), lo que podría explicarse por sus requerimientos ecológicos (Chace 1972 Y Rodríguez 1980), que incluyen la presencia de pastizales marinos para ser utilizados como refugio y sitios de alimentación (Raz-Guzmán y Sánchez 1996).

En contraste, otras especies, como las del género *Alpheus* presentaron una distribución al azar (tabla 8), y una abundancia escasa, lo que sugiere que estas especies son esporádicas en la bahía del Espíritu Santo. Sin embargo, estas especies fueron registradas por Salazar (1995) en diferentes localidades de la costa del Caribe mexicano y asociadas a diferentes tipos de sustrato.

Por otra parte, el género *Thor* podría ser un bioindicador de la calidad del hábitat, pues fue representativo en la mayoría de los sitios de muestreo con abundancias mayores en relación a las demás especies, además de las características básicas que presenta como un ciclo de vida corto, y el requerimiento de diferentes hábitats y alimentos en su estado larval y adulto (Salazar-Vallejo y González 2000, Bauer 1989).

Las diferencias en la riqueza de las especies en los sitios con hábitats homogéneos, con aquellos al Sur de la bahía donde los sitios son más heterogéneos debido a la sedimentación del suelo, implican que las distintas especies pueden verse afectadas por el grado de transformación del hábitat, representado por la disminución de la cubierta vegetal en los sitios de muestreo (Stoner 1980), y evidenciado en el periodo transcurrido entre los meses de colecta.

Es probable que la composición de la comunidad de carideos tienda a cambiar a medida que la cubierta vegetal disminuye; en cambio, en los sitios donde la cubierta vegetal es más homogénea, el número de especies no varía de un sitio de colecta a otro.



La variación estacional de la abundancia y composición de especies de decápodos en ecosistemas de pastizales marinos ha sido estudiada por Heck (1979) y Gore et al. (1981). Estos autores encontraron que el número de individuos puede disminuir en la época de invierno cuando las macrofitas experimentan un proceso de exfoliación, lo cual reduce en gran medida el espacio habitable en los ambientes de pastizales marinos (Hooks et al. 1976; Heck 1997). Si en la Bahía de la Ascensión se presenta un fenómeno similar de exfoliación de macrofitas que produzca una pérdida de espacio habitable, es posible que esto influya en la biología de los carideos y que también se relacione con la disminución en los porcentajes de hembras ovígeras en noviembre en algunas de las especies más abundantes.

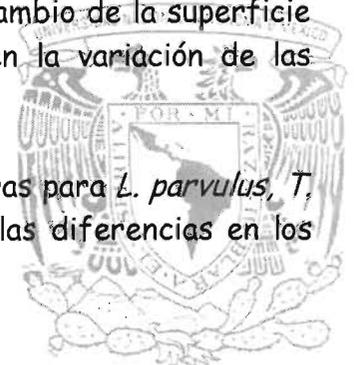
El comportamiento de las especies más abundantes en relación con la proporción sexual y el porcentaje de hembras en las condiciones reproductivas, reflejan los ciclos biológicos propios de estas especies en zonas tropicales (Bauer 2001)

De manera general, los carideos de zonas someras tienen ciclos e historias de vida similares que incluyen un rápido desarrollo, talla pequeña y un ciclo de vida corto. La mayoría de estas especies no presenta por lo general picos en la reproducción pues las hembras se reproducen continuamente una vez que alcanzan la madurez, originando nuevas progenes en intervalos cortos de tiempo (Young y Young 1997; Bauer 1989).

Aunque la mayoría de los carideos tienen sexos separados (gonocoria) aproximadamente 10 - 15% de las 2500 especies son hermafroditas protándricos, entre éstas, unas presentan hermafroditismo secuencial y otras hermafroditismo simultáneo (particular del género *Lysmata*) (Bauer 2001); *L. wurdemanni* presenta hermafroditismo simultáneo, en el que un individuo comienza la vida bentónica como macho y posteriormente cambia a hermafrodita simultáneo con características femeninas (Bauer 2000).

En una distribución de frecuencia de tallas de una muestra, por lo general los individuos más pequeños son machos mientras que los individuos más grandes son hembras (Bauer 2001), esta característica relacionada con el cambio de la superficie foliar de un periodo al otro, podría ser una posible causa en la variación de las proporciones de algunas de las especies observadas.

Las diferencias estacionales en el porcentaje de hembras ovígeras para *L. parvulus*, *T. dobkini* y *T. manningi* podrían también estar relacionadas con las diferencias en los



ciclos de vida de algunas de las especies de carideos colectados, ya que organismos con mayor estacionalidad y lenta maduración requieren de más tiempo para contar con generaciones traslapadas para asegurar una reproducción continua (Salazar y González 2000).

En términos poblacionales se encontró que en general el porcentaje de hembras ovígeras en las poblaciones de carideos colectadas fue similar en las dos épocas del año, siendo una razón probable el hecho que en las zonas tropicales el gasto de energía en función de la búsqueda de alimento es menor (Bauer 2001).

En la bahía de la Ascensión se ha comprobado la presencia de relaciones simbióticas en crustáceos y se han registrado 10 especies de bopyridos parasitando crustáceos decápodos (Markham y Donath-Hernández 1990; Markham et al. 1990). La mayoría son parásitos de carideos: seis de ellas han sido encontradas parasitando carideos colectados en Bahía de la Ascensión, en particular *T. floridanus* y *L. fucurum* (Markham et al., 1990). En el presente trabajo se obtuvieron nuevos registros de parasitismo por bopyridos en la bahía del Espíritu Santo para *T. carolinense*, *P. iridiscens*, *P. americanus*, *H. zostericola*, *T. floridanus* y *T. dobkini*. Entre estos, *T. floridanus* y *H. zostericola* presentaron parasitismo durante las dos épocas del año.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**



CONCLUSIONES

- Los sitios de colecta en la bahía del Espíritu Santo se caracterizaron por la presencia de parches de pastizales marinos con predominancia de *Thalassia testudinum* cercanos a la costa con formaciones amplias de mangle.
- La riqueza específica de la fauna de carideos estuvo integrada por 22 especies incluidas en 12 géneros de las familias Palaemonidae, Hippolytidae, Pasiphaeidae, Alpheidae y Processidae.
- En relación con la abundancia de organismos, en la colecta de Mayo se obtuvo un total de 18955 individuos repartidos en 20 especies, y para la colecta de noviembre, 2349 individuos repartidos en 16 especies.
- La familia Hippolytidae fue la mas representativa, con el 50 % de las especies incluidas en cinco géneros.
- La diversidad local mostró en Mayo una mayor riqueza específica en relación con la recolecta de noviembre.
- Las regiones norte y central del área de colecta presentaron en general un mayor número de especies y organismos en relación a la cubierta vegetal, caracterizada principalmente por formaciones abundantes de *T. testudinum*.
- Las diferencias en la riqueza de especies en los sitios con hábitat homogéneos de las zonas norte y central comparados con aquellos al sur de la bahía, con sitios mas heterogéneos debido a la sedimentación del suelo, podría sugerir que las distintas especies responden directamente al grado de transformación de los habitat.
- En términos poblacionales se encontró que el porcentaje de hembras ovígeras en las poblaciones de carideos colectadas fue similar en las dos épocas del año, a excepción de *Latreutes parvulus*, *Thor dobkini* y *T. manningi*, que presentaron una mayor propoción de hembras ovígeras en mayo.
- *Tozeuma carolinense*, *P. iridiscens*, *P. americanus*, *H. zostericola*, *T. floridanus* y *T. dobkini* presentaron parasitismo por bopiridos; se destaca que *T. floridanus* y *H. zostericola* presentaron parasitismo durante las dos épocas del año en la bahía del Espíritu Santo.



LITERATURA CITADA

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.

Alvarez F., Sánchez J.A. y Soto L.A. 1996. Efficiency of two samplers of epibenthic macrofauna in a tropical seagrass meadow. *Revista de Investigaciones Marinas*. 17(1) 17- 27.

Bauer, R.T. 2001. Hermafroditismo en camarones: el sistema sexual y su relación con atributos socioecológicos. *Interciencia*. Vol. 26 (10): 434-438.

Bauer, R.T. 2000. Simultaneous hermaphroditism in caridean shrimps: a unique and puzzling sexual system in the Decapoda. *Journal of Crustacean Biology*. Special Number 2: 116-128.

Bauer, R.T. 1989. Continuous reproduction and episodic recruitment in nine shrimp species in habiting a tropical seagrass meadow. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 127: 175-187.

Bauer, R.T. 1986. Sex change and life history pattern in the shrimp *Thor manningi* (Decapoda: Caridea): a novel case of partial protandric hermaphroditism. *Biological Bulletin* 170: 11-31.

Briones-Fourzan, P. 1995. Diferencias y similitudes entre *Panulirus argus* y *P. guttatus*, dos especies de langosta comunes en el caribe mexicano. *Revista Cubana de Investigaciones Pesqueras*. 19 (2): 14-20.

Briones-Fourzan, P & E. Lozano-Alvarez. 2002. Shallow-water benthic decapod crustaceans of Chankanaab Park, Cozumel Island, México. Pp. 197-204 in: E. Escobar-Briones & F. Alvarez (eds.) *Modern Approaches to the study of Crustaceans*. Kluwer, Amsterdam.

Carranza-Edwards, A. R. Gutiérrez-Estrada, M. & R. Rodríguez-Torres. 1975. Unidades morfo-tectónicas continentales de las costas mexicanas. *Anales del Centro Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México, 2 (1): 82-88.



Chace Jr. F.A. 1972. The Shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean Expeditions with Summary of the West Indian Shallow-water Species (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Smithsonian Contributions to Zoology*. 98 : 179.

Chace Jr., F.A. & H.H. Hobbs Jr.. 1969. The Freshwater and Terrestrial Decapod Crustaceans of the West Indies with Special Reference to Dominica. *Smithsonian Institution Press*. Washington, D.C. 292 pp.

Christoffersen, M. L. 1979. Decapod Crustacea: Alpheoidea. Résultats Scientifiques des Campagne de la *Calypso* au large des Côtes Atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). I. Number 36. *Annales de l'Institut Océanographique*, nouvelle series 55, fascicule supplement : 297-377.

Covich, A.P., T.A. Crowl, S.L. Johnson, D. Varza & D.L. Certain, 1991. PostHurricane Hugo increases in atyid shrimp abundances in a Puerto Rican montane stream. *Biotropica*, 23: 448-454.

Criales, M. M. 1980. Commensal caridean shrimps of Octocorallia and Antipatharia in Curaçao and Bonaire. *Studies of the Fauna of Curaçao and Other Caribbean Islands* 61: 68-85.

Delgado, P. 2004. La región del Caribe Estadounidense. Humedales y Peces: Una Conexión Vital. Peces, Crustáceos y Moluscos Encontrados en el Caribe Estadounidense. Administración Nacional de los Océanos y las Atmósfera (NOAA). Oficina Nacional de Pesquerías de NOAA. Silver Spring, Maryland 20910. 99 pp.

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. In: Short, F. T. & R. G. Coles (eds.). 2001. *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier Science B.V., Amsterdam. 254-269.

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 (Biología), Facultad de Ciencias, UNAM. 67 pp.

Fernández F.A.S., E. Evans & L. Dunstone, 1994. Ordenação de comunidades usando DCA e CCA. *Ecography* 17(4): 305-313.

Fonseca M.S. & J.A. Calahan. 1992. A preliminary evaluation of wave attenuation by four species of seagrasses. *Estuarine Coastal Shelf Science*. 35: 565-576.



Gore, R.H., E.E. Gallaher, L.E. Scotto & K.A. Wilson. 1981. Studies on decapods of the Indian River region off Florida. XI. Community composition, structure, biomass and species-area relationship of seagrass and drift algae-associated macrocrustaceans. *Estuarine, and Coastal Shelf Science*. 12: 458-503.

Greenway M. 1995. Trophic relationships of macrofauna within a Jamaican seagrass meadow and the role of the echinoid *Lytechinus variegatus* (Lamarck). *Bulletin of Marine Science*.: 719-736.

Gray, J.S. 2000. The Measurement of marine diversity, with an application to the benthic fauna of the Norwegian continental shelf. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 250, 23-49.

Heck, Jr. K.L. 1977. Comparative species richness, composition and abundance of invertebrates in Caribbean Seagrass (*Thalassia testudinum*) meadows (Panama). *Marine Biology*. 42: 335-348.

Hemminga M.A. & C.M. Duarte C. M. 2000. Fauna associated with seagrass systems. In: *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press. 199-240.

Hendrix, G. Y. 1971. A systematic study of the genus *Alpheus* (Crustacea: Decapoda: Alpheidae) in south Florida. Ph. D. Dissertation, University of Miami, Coral Gables, Florida, 184 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. *Bulletin of Marine Science*. 44: 251-262.

Hooks T.A., Jr. Heck & R.J. Livingston. 1976. An inshore marine invertebrate community: structure and habitat associations in the north-eastern Gulf of México. *Bulletin of Marine Science*. 26:99-109.

Instituto Nacional de Ecología (INE). 1992. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an. México.

Jordán-Dahlgren, E., E. Martín-Chávez, M. Sánchez-Segura & A. González de la Parra. 1994. The Sian Ka'an Biosphere Reserve Coral Reef System, Yucatán Peninsula, México. *Atoll Research Bulletin*. 423: 01-31.



Jordán-Dahlgren E. 1979. Estructura y composición de arrecifes coralinos en la región noreste de la Península de Yucatán. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México.* 6:69-86.

Kikuchi T. & J.M. Perés. 1997. Consumer ecology of seagrass beds. Pp 147 - 193 In: C.P. McRoy & G. Helfferich (eds.). *Seagrass ecosystems.* Marcel Dekker, Nueva York.

Lankford R.R. 1977. Coastal lagoons of México. Their origin and coastal classification. (Lagunas costeras de México. Su origen y clasificación). En: Wiley (ed.). *Estuarine Processes, Vol. 2.* Academic Press, Nueva York: 182-215.

Logan, B. W., J. L. Harding, W. M. Ahr, J. D. Williams & R. G. Snead. 1969. Late Quaternary sediments of Yucatán shelf, México. In: Mc. Birney, A.R. (Ed.) Carbonate Sediments and Reefs, Yucatán Shelf, México. *American Association of Petroleum Geologists Memories.* 11: 5-128.

López-Ornat, A. 1990. Avifauna de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an . En: D. Navarro y J. G. Robinson (comps.) Diversidad biológica en la Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an Quintana Roo, México. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, México. 332-370 pp.

Ludwing, J.A. & J.F. Reynolds, 1998. Statistical Ecology. John Wiley and Sons. New York. N.Y. 337 p.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princenton University Press, New Jersey, 179 pp.

Margalef R. 1972. El Ecosistema. *Ecología Marina.* Ed . Dossat. Barcelona. 321 p.

Markham, J.C. 1979. Epicaridian isopods of Bermuda. *Bulletin of Marine Science.* 29 (4): 522-529.

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, México. *Anales del Instituto de Biología. Universidad Nacional. Autónoma de México.* Ser. Zool. 61: 405-446.



Markham, J.C. & F.E. Donath-Hernández, 1990. Crustacea of Sian Ka'an, including orders Nectiopoda, Stomatopoda, Thermosbaena, Mysidacea, Cumacea, Tanaidacea, Isopoda and Decapoda. In: *Diversidad Biológica en la reserva de la biosfera de Sian ka'an Quintana Roo, México.* (ed.) Navarro D. & Robinson J. G. Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). Vol 1. 239:256.

Martínez-Guzmán, L.A. & J.L. Hernández-Aguilera. 1993. Crustáceos estomatópodos y decápodos del arrecife Alacrán, Yucatán. Pp. . 609-629 En: S. I. Salazar-Vallejo & N. E. Gonzales (eds.) Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO y CIQRO, México.

McAleece, N. 1997. BioDiversityPro.

(<http://www.sams.ac.uk/dml/projects/benthic/bdpro/index.htm>)

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, Australia. *Journal Marine Freshwater Researche* : 44 : 183-191.

Monroy-Velázquez, L. 2000. Variaciones en la composición y abundancia en la fauna de decápodos asociados a pastizales marinos en el Caribe Mexicano. Tesis Maestría (Biología Marina). Posgrado en Ciencias del mar y Limnología, UNAM. 77p.

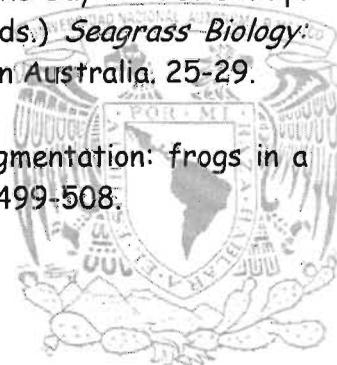
Moreno, C.E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T- Manuales y Tesis SEA, Vol. I Zaragoza, 84 pp.

Orth R.J. 1977a. The importance of sediment stability in seagrass communities. Pp. 281-300. In : B. C. Coull (ed.). *Ecology of Marine Benthos*. Univ. Of South Carolina, Press, Columbia.

Orth R.J. 1977b. Effect of nutrient enrichment on growth of eelgrass *Zostera marina* in the Chesapeake Bay, Virginia, U.S.A. *Marine Biology*. 44 : 187-194.

Orth, R.J., J. Van Montfrans, R.N. Lipcius & K.S. Metcalf. 1996. Utilization of seagrass habitat by the blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, in Chesapeake Bay : A review. Pp. 213-224. In: J. Kuo, R.C. Phillips, D.I. Walker and H. Kirkman (eds.) *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop*. Rottneest Island, Western Australia. 25-29.

Pineda E. & Halffter G. 2004. Species diversity and habitat fragmentation: frogs in a tropical montane landscape in Mexico. *Biological Conservation* 117. 499-508.



Powell G.V.N. & F.C. Schaffner. 1991. Water trapping by seagrasses occupying bank habitats in Florida Bay. *Estuarine Coastal Shelf Science*. 32: 43-60

Ramírez, G. P. 1993. Abundancia de especies de fauna silvestre y su aprovechamiento en los asentamientos humanos cercanos a la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an, Quintana Roo. Amigos de Sian Ka'an, A. C., México. 37 pp.

Raz-Guzmán, A. & A.J. Sánchez. 1996. Trophic structure related to seagrass habitat complexity. Pp 241-248. In: Kuo, R. C. Phillips, D.I. Walker and H. Kikman (eds.) *Seagrass Biology: Proceedings of an International Workshop*. Rottneest Island, Western Australia, 25-29 .

Rodríguez, G. 1980. Los crustáceos decápodos de Venezuela. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas, 494 pp.

Ross, D.M. 1983. Symbiotic Relations. *Irr*: D. E. Bliss (ed.) *The Biology of Crustacea*, vol. 7. Academic Press. Nueva York. 163-212.

Salazar, R. 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, 110 p.

Salazar-Vallejo, S.I., S. Jimenez, J.J. Oliva & E. González. 1991. Fauna Béntica. En: Camarena-Luhrs T. & S.I. Salazar-Vallejo. Estudios ecológicos preliminares de la zona sur de Quintana Roo. (ed). Centro de Investigaciones de Quintana Roo (CIQRO). 117-134 pp.

Salazar-Vallejo, S.I. & E. N. González E. N. 2000. Pastos Marinos: Importancia de cambios ambientales y regeneración. *AvaCient*. 3-12 pp.

Solis-Weiss V. & F. Carreño. 1985. Estudio prospectivo de la macrofauna béntica asociada a las praderas de *Thalassia testudinum* en la laguna de Términos, Campeche, México. *Anales del Centro de Ciencias del Mar y Limnología Universidad Nacional Autónoma de México*. 201-216.

Stoner, A. W. 1980. The role of seagrass biomass in the organization of benthic macrofaunal assemblages. *Bulletin of Marine Science*. 30: 537-551.



Tsokos J.O. & J. S. Milton. 2001. Estadística para biología y ciencias de la salud. Madrid: Interamericana Mc Graw Hill. 76-81.

Virnstain, R.W. 1977. The importance on predation by crabs and fishes on benthic fauna in Chesapeake Bay. *Ecology* 58: 1199-1217

Wass, M. L. 1955. The decapod crustaceans of Alligator Harbor and adjacent inshore areas of northwestern Florida. *The Quarterly Journal of the Florida Academy of Sciences*, 18 (3): 129-176.

Whittaker R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21 (2/3): 213-251.

Whittaker R.H. 1977. Evolution of species diversity in land communities. *Evolutionary Biology*. 10: 1-67.

Williams, A.B. 1984. Shrimps, Lobsters, and Crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press. Washington. D.C., 550 pp.

Wilson, M.V. & A. Shimida. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*. 72: 1055 - 1064.

Young, A. M. 1978. Superorder Eucaridae, order Decapoda. 171-185 En: R. G. Zingmark (ed.) An Annotated checklist of the biota of the coastal zone of South Carolina. University of South Carolina Press, Columbia. 364 pp.

Young D.K. & M.W. Young. 1977. Community structure of the macrobenthos associated with seagrass of the Indian River Estuary, Florida. In: B.C. Coull (eds.). *Ecology of Marine Benthos*. Univ. of South Carolina Press. Columbia. 359 -382

Zieman J. C. 1982. The ecology of seagrasses of South Florida : A community Profile. U.S. Fish and Wildlife Services, Office of Biological Services, Wash., 158 pp.

