

[Ir a Tabla de Contenido](#)

EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA EPIBENTÓNICA ASOCIADA A PRADERAS DE *Thalassia testudinum* (Banks ex König) EN EL CARIBE COLOMBIANO



PHANOR MONTOYA-MAYA

UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO

FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA

AREA DE INGENIERIA Y RECURSOS NATURALES

SANTA MARTA, D.T.C.H.

2002

**EVALUACIÓN DE LA MACROFAUNA EPIBENTÓNICA ASOCIADA A PRADERAS DE
Thalassia testudinum (Banks ex König) EN EL CARIBE COLOMBIANO**

PHANOR MONTOYA-MAYA

**Trabajo de grado presentado como requisito
para optar al título de Biólogo Marino.**

Director

**LINA MARIA BARRIOS SUAREZ
M. Sc. INVEMAR**

Codirector

**JUAN MANUEL DÍAZ MERLANO Dr. Rec. Nat.
Jefe Programa Biodiversidad y Ecosistemas Marinos-INVEMAR**

UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO

FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA

AREA DE INGENIERIA Y RECURSOS NATURALES

SANTA MARTA, D.T.C.H.

2002

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Santa Marta, 12 de abril de 2002

A Él, a quien le debo todo...

**A mi madre, por demostrarme que vivir es una lucha constante por el mañana;
enseñarme a sobreponerse, sonreír y aprender de los golpes que nos da la vida.
Bases sólidas para iniciar esta nueva etapa.**

**A mi padre, hermanos y amigos,
quienes, a pesar de la innata ingratitud del hombre,
hemos aprendido a aprovechar los instantes juntos,
dejando en cada uno lo mejor de nosotros.**

**A Maria Paula, trabajare porque vivas
cada día, en un mejor mundo.**

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Instituto de Investigaciones Marinas José Benito Vives D'Andreis, INVEMAR, y a su director, Capitán de Fragata Francisco Arias Isaza, por el proyecto Fanerógamas y el apoyo logístico, económico e institucional suministrado, y a todas las personas del instituto que en algún momento me colaboraron.

Al Oceanario Islas del Rosario y su director Rafael Vieira, al CIOH, INTERCOR, y a Álvaro Roldan (centro de buceo El Golfo, San Bernardo) por su apoyo logístico durante el trabajo en campo.

A Eduardo Bilarete y José González por su colaboración durante los muestreos.

A los doctores Néstor Campos (investigador asociado de la U. Nacional-INVEMAR, crustáceos), Arturo Acero (investigador asociado de la U. Nacional-INVEMAR, peces) y Sven Zea (investigador asociado de la U. Nacional-INVEMAR, esponjas), a Guiomar Borrero y Milena Benavides (investigadores asociados INVEMAR, equinodermos), y Adriana Bermúdez (investigador asociado INVEMAR, crustáceos) por su ayuda en la identificación y confirmación de la fauna colectada, así como por facilitarme bibliografía para ello.

Al doctor Camilo García (investigador asociado de la U. Nacional-INVEMAR), a Andrés Franco, (investigador y profesor de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, seccional Santa Marta), y de nuevo al doctor Sven Zea, por su asesoría en la metodología y elaboración de pruebas estadísticas.

Al Centro de Documentación de INVEMAR, a Olga Lucia Baena y Juan Carlos Diez, y a la bibliotecóloga de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, seccional Santa Marta, Alexi Torres, por su colaboración para la adquisición de bibliografía.

A todos mis compañeros y amigos, en especial al “grupito chévere”, por su amistad y los invaluables momentos compartidos.

A mi directora Lina Maria Barrios Suárez y mi codirector Juan Manuel Díaz, por su colaboración, la confianza depositada en mi, y sobretodo, su paciencia. Además, su asesoría y consejos me han abierto las puertas para seguir mejorando.

Finalmente, quiero ofrecer mis más sinceros agradecimientos al equipo “fanerógamas”, Lina Maria Barrios, Paula Castillo, Diana Isabel Gómez y Juan Manuel Díaz por su ayuda en el trabajo de campo, y las vivencias compartidas en cada uno de nuestros “paseos”. Juan Manuel, gracias por permitirme conocer todo el Caribe colombiano!

CONTENIDO

	Pág.
<u>INTRODUCCIÓN</u>	1
<u>2. METODOLOGÍA</u>	8
<u>2.1. PRE-MUESTREO</u>	8
<u>2.2. TRABAJO DE CAMPO</u>	9
<u>2.2.1. Censos visuales</u>	12
<u>2.2.2. Arrastres</u>	13
<u>2.2.3. Estructura de las praderas y variables ambientales</u>	15
<u>2.2.4. Censos rápidos</u>	16
<u>2.3. TRABAJO DE LABORATORIO</u>	16
<u>2.3.1. Material biológico</u>	16
<u>2.4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</u>	17
<u>2.4.1. Estructura de las praderas y variables ambientales</u>	17
<u>2.4.2. Estructura de la macrofauna asociada</u>	18
<u>2.4.3. Análisis de comunidades</u>	21
<u>2.4.3.1. Clasificación</u>	21
<u>2.4.3.2. Análisis inverso</u>	22
<u>2.4.3.3. Ordenación</u>	23
<u>3. RESULTADOS</u>	26
<u>3.1. ESTRUCTURA DE LAS PRADERAS Y VARIABLES AMBIENTALES</u>	27
<u>3.1.1. Cobertura</u>	27
<u>3.1.2. Densidad de vástagos</u>	27
<u>3.1.3. Biomasa foliar</u>	28
<u>3.1.4. Longitud de hojas</u>	28
<u>3.1.5. Ancho de hojas</u>	28
<u>3.1.6. Porcentaje en peso de epífitos</u>	30

3.1.7. Tamaño y origen del sedimento	30
3.1.8. Biotopos adyacentes	30
3.2. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD	31
3.2.1. Composición general	31
3.2.1.1. Frecuencia de especies	32
3.2.1.2. Abundancia	33
3.2.1.3. Relación de la frecuencia con la abundancia de especies	36
3.2.1.4. Estrategias de vida y alimentación	37
3.2.2. Grupos taxonómicos	39
3.2.2.1. Cnidarios	39
3.2.2.2. Crustáceos	41
3.2.2.3. Equinodermos	41
3.2.2.4. Esponjas	43
3.2.2.5. Moluscos	43
3.2.2.6. Peces	44
3.2.2.7. Poliquetos	45
3.2.2.8. Tunicados	45
3.3. ANÁLISIS MULTIVARIADO	45
3.3.1. Asociaciones	45
3.3.1.1. Descripción de las asociaciones	46
3.4. RELACIÓN CON LAS VARIABLES AMBIENTALES Y LA ESTRUCTURA DE LAS PRADERAS	51
4. DISCUSIÓN	58
4.1. ESTRUCTURA DE LAS PRADERAS Y VARIABLES AMBIENTALES	58
4.2. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD	60
4.3. RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES Y LA ESTRUCTURA DE LAS	

PRADERAS	65
5. <u>CONCLUSIONES</u>	71
6. <u>RECOMENDACIONES</u>	73
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	74
<u>ANEXOS</u>	
<u>LISTA DE TABLAS</u>	
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Número de sitios de muestreo establecidos en cada una de las áreas. Se discriminan por profundidad: Profunda (4-5 m), Media (2-4 m) y Someras 1-2 m.	27
Tabla 2. Influencia de los diferentes biotopos y grado de mosaicismo promedio en las estaciones de las áreas de muestreo.	32
Tabla 3. Características estructurales de las estaciones de muestreo. <i>E</i> : estación, <i>S</i> : número de especies, <i>N</i> : número de individuos en cada estación y %: porcentaje de la especie mas abundante en la estación.	34
Tabla 4. Comparación por grupo de las categorías según la relación frecuencia-abundancia de especies, estrategia de vida y de alimentación. Se muestran para cada grupo y atributo la categoría mas frecuente y la que presentó un mayor numero de individuos.	40
Tabla 5. Características estructurales de cada grupo o asociación encontrada. Riqueza de especies del grupo (<i>R</i>), Riqueza promedio de especies por estación (<i>R</i>), Número de individuos (<i>N</i>), Abundancia promedio de individuos por estación (<i>N</i>), Índice de Diversidad de Shannon-Weiner, Índice de dominancia de Berger-Parker (<i>Dd</i>), Dominancia relativa (%).	47
Tabla 6. Características estructurales y variables ambientales de las praderas de las asociaciones resultantes del análisis de clasificación. El valor mostrado es el corresponde al promedio de las estaciones y su desviación estándar.	49
Tabla 7. Matriz de asociación de las variables estructurales y ambientales de las praderas empleando el coeficiente de correlación de Spearman (ρ). Los variables que se encuentran correlacionadas presentan el coeficiente en negrilla. Un asterisco (*) indica un valor de $p < 0.05$, dos asteriscos (**) $p < 0.01$ y tres asteriscos $p < 0.001$. La variable origen del sedimento presenta 4 categorías (1= bioclástico, 2= biolitoclástico, 3= litobioclástico y 4= litoclástico) y tamaño del sedimento 7 categorías en una escala de 1= lodo a 7= bloques.	52
Tabla 8. Resultados del análisis canónico de correspondencia (CCA) para los cinco ejes.	53
Tabla 9. Coeficientes de correlación de las variables estructurales y ambientales de las praderas con los cinco ejes del análisis canónico de correspondencia (CCA). Las variables fueron estandarizadas a varianza homogénea.	63

Tabla 10. Resumen del número de especies (S), número (N) y densidad (D) de individuos, técnica de muestreo empleada, fauna objeto de estudio y taxa dominante de la macrofauna asociada a praderas de *Thalassia testudinum* encontradas en el Gran Caribe. 62

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Zona de estudio mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de las áreas de muestreo. 1) Puerto López (Guajira), 2) Bahía de Portete, 3) Cabo de La Vela a Riohacha, 4) Parque Tayrona, 5) Cartagena, 6) Barú e Islas del Rosario, 7) Golfo de Morrosquillo, 8) Islas de San Bernardo, 9) Isla Fuerte e Isla Tortuguilla, 10) Choco caribeño, 11) Isla de San Andrés y 12) Islas de Providencia y Santa Catalina. Para ver las áreas de estudio ampliada ver los Anexos G-U. Fuente: Base de datos proyecto Fanerógamas-INVEMAR.	10
Figura 2. Curva de diversidad acumulada (H') para estimar el área mínima de muestreo.	11
Figura 3. Representación esquemática de la escala de Dahl (1981), modificada para ser empleada en la determinación de la cobertura de pastos marinos. Tomado y modificado de Wilkinson y Baker (1997).	12
Figura 4. Esquema de la rastra empleada para la recolección de macrofauna asociada a praderas de <i>Thalassia testudinum</i> en el Caribe colombiano. Tomado y modificado de McNeill y Bell (1992).	14
Figura 5. Variación espacial de la estructura de las praderas de <i>T. testudinum</i> en el Caribe colombiano. a) Cobertura relativa, b) densidad de vástagos, c) Biomasa foliar, d) longitud de hojas, e) ancho de hojas y f) Epifitismo. Las barras representan el valor promedio de las estaciones de cada área.	29
Figura 6. Frecuencia del tipo y origen de sedimento predominante en las praderas de <i>T. testudinum</i> en el Caribe colombiano. a) Tipo de sedimento; b) Origen del sedimento.	31
Figura 7. Riqueza de especies y abundancia de individuos para cada uno de los grupos taxonómicos colectados. La densidad de las esponjas corresponde a un estimativo de la abundancia de éstas obtenida a partir de la sumatoria de los promedios de los intervalos de cada estación. La densidad total de peces corresponde a la suma de los valores promedio de intervalos y de los conteos por estación.	35
Figura 8. Relación entre la abundancia de individuos y la frecuencia de ocurrencia de las especies de la macrofauna asociada a <i>Thalassia testudinum</i> en el Caribe colombiano. En el anexo D se encuentra la lista de las especies que pertenecen a cada categoría.	38
Figura 9. Distribución de las especies y la abundancia de individuos de acuerdo a la estrategia de vida (a) y estrategia de alimentación (b).	39

Figura 10. Distribución porcentual de la abundancia de especies en: a) Cnidarios, b) crustáceos, c) equinodermos, d) esponjas, e) moluscos, f) peces (se fusionaron los datos de las especies pelágicas con las bentónicas y demersales), g) poliquetos. 42

Figura 11. Dendrograma de clasificación de las 55 estaciones de muestreo, utilizando la matriz reducida (solo conteos e intervalos) de abundancia de especies por estación (291 especies), con transformación de $\ln(X+1)$. La técnica de ligamiento empleada fue el promedio no ponderado (UPGMA). 48

Figura 12. Diagrama de ordenación resultante del análisis canónico de correspondencia (CCA) mostrando las estaciones (a) y las especies (b). Los vectores corresponden a las variables ambientales (P: profundidad e I: influencia de biotopos adyacentes) y de la estructura de las praderas (L: longitud de hojas, C: cobertura y E: epifitismo). Las especies (98) incluidas en el análisis son aquellas que en el menos una estación aportaron el 3% de abundancia. 56

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Ubicación geográfica de las 55 estaciones de muestreo realizadas en el Caribe colombiano. La profundidad de cada estación es: S somera y P profunda.

Anexo B. Características estructurales y ambientales de las praderas de pastos marinos del Caribe colombiano. Estación (E), profundidad (Pf; P: 4-5 metros y S: 1-2 metros), densidad de vastagos por m² (D), biomasa foliar en gramos de peso seco por m² (BF), porcentaje de epífitos (E), porcentaje de cobertura (C), ancho de hojas en cm (A), longitud de hojas en cm (L), origen de sedimento (OS), tipo de sedimento (TS) y grado de influencia de otros biotopos (I).

Anexo C. Cuadro taxonómico de las especies de la macrofauna asociada a praderas de *Thalassia testudinum* en el Caribe colombiano. El orden sistemático sigue a ITIS 2002.

Anexo D. Principales características de las especies de la macrofauna encontradas asociadas a praderas de *Thalassia testudinum* en el Caribe colombiano. Las especies están organizadas por grupos taxonómicos y en orden de acuerdo a su frecuencia (F= número de estaciones en las cuales esta presente) en los muestreos. Las especies que presentan abundancias (N) con decimales corresponden a las especies que les fue estimada su abundancia en intervalos, y el valor mostrado es la sumatoria de las media de los intervalos de individuos estimados. La dominancia (%) corresponde a la proporción que representa la especie con respecto al total de individuos muestreados. Las categorías para la relación frecuencia-abundancia corresponden a poco abundantes pero ampliamente distribuidas (A/AD), muy abundantes pero poco distribuidas (MA/D), poco abundantes y poco distribuidas (A/D), muy abundantes y restringidas (MA/R), poco abundantes y restringidas (A/R) y escasas y restringidas (E/R). Las especies que fueron utilizadas en el análisis de ordenación presentan una abreviatura, la cual indica la especie dentro del diagrama de la ordenación (ver Figura 12 y Metodología).

Anexo E. Análisis de clasificación inverso mostrando las especies que conforman cada asociación o conjunto de asociaciones definidos por el análisis normal. Los datos son la abundancia promedio por estación y su desviación estándar. Las especies exclusivas de una asociación se encuentran subrayadas, las características (abundancia >70% y frecuencia >60) tienen dos asteriscos y las generalistas en negrilla. Las especies con asterisco son aquellas registradas en la asociación a partir de los censos rápidos

[Anexo F.](#) Especificaciones de la rastra empleada en los arrastres.

[Anexo G.](#) Área de estudio (Puerto López) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

[Anexo H.](#) Área de estudio (Bahía Portete) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

[Anexo I.](#) Área de estudio (Cabo de La Vela-Riohacha) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

[Anexo J.](#) Área de estudio (Parque Tayrona, Sector Bahía de Gayraca-Arrecifes) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

[Anexo K.](#) Área de estudio (Cartagena) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

[Anexo L.](#) Área de estudio (Barú e Islas del Rosario) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

[Anexo M.](#) Área de estudio (Islas de San Bernardo y Golfo de Morrosquillo, Sector Punta San Bernardo) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

[Anexo N.](#) Área de estudio (Golfo de Morrosquillo, Sector Bahía Cispata) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

[Anexo O.](#) Área de estudio (Isla Fuerte) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

[Anexo P.](#) Área de estudio (Choco Caribeño) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

Anexo Q. Área de estudio (Isla de San Andrés) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

Anexo R. Área de estudio (Islas de Providencia y Santa Catalina) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.

Anexo S. Dendrograma de clasificación de las 55 estaciones de muestreo, empleando el índice de similaridad de Bray-Curtis sobre una matriz con solo datos provenientes de los censos visuales. Los datos fueron transformados con $\ln(x + 1)$ y como técnica de ligamiento se empleó el promedio no ponderado (UPGMA).

Anexo T. Dendrograma de clasificación de las 55 estaciones de muestreo, empleando el índice de similaridad de Sorensen sobre una matriz donde se han fusionado los datos provenientes de los censos visuales y arrastres. La técnica de ligamiento empleada fue el promedio no ponderado (UPGMA).

Anexo U. Dendrograma de clasificación de las 55 estaciones de muestreo, empleando el Coeficiente de Similaridad General de Gower (CGS) sobre una matriz donde se han fusionado los datos provenientes de los censos visuales y arrastres. La técnica de ligamiento empleada fue el promedio no ponderado (UPGMA).

RESUMEN

La macrofauna epibentónica asociada a praderas de *Thalassia testudinum* del Caribe colombiano (desde Cabo Tiburón, en el Choco, hasta Castilletes, en la Guajira) fue estudiada durante la época de transición climática, de mayo a septiembre, del año 2001. Se evaluó la fauna mediante censos visuales y arrastres en estaciones (60m²) instaladas en praderas con una cobertura mínima de *T. testudinum* del 30% y a profundidades de 1-2 m (estación somera) y 4-5 m (estación profunda). Se consideró como macrofauna a los organismos retenidos en un tamiz de 5 mm, los cuales fueron identificados y contados. En lo posible, las especies fueron identificadas en campo, en caso contrario, fueron colectadas, almacenadas en alcohol al 70% y transportadas al laboratorio para su identificación.

Se registraron un total de 301 especies y 17766 entre invertebrados y otros grupos bentónicos (tunicados) y pelágicos (peces). La comunidad estudiada, a nivel de grupos, estuvo dominada por los moluscos, crustáceos y peces, que aportaron el mayor número de especies (61,8% del total). Sin embargo, en cuanto al número de individuos las esponjas, moluscos y cnidarios fueron los más destacados con el 67.4% del total. A nivel de especies, sobresalieron *Lytechinus variegatus*, *Brachidontes modiolus*, *Siderastrea radians*, *Porites porites*, *Bartholomea annulata* y *Cerithium litteratum*, quienes aportaron el 39% de los individuos. La macrofauna registrada se caracterizó por estar constituida de especies restringidas a ciertas áreas, ser escasas, sedentarias y sésiles sobre el sustrato y de hábitos alimentarios detritívoros principalmente. Por otra parte, la composición de la macrofauna asociada a los pastos del Caribe colombiano fue similar a la de otras regiones del Gran Caribe.

Los análisis de clasificación, ordenación (CCA) y el análisis inverso mostraron una enorme variación en la composición y abundancia de la macrofauna asociada a *T. testudinum*, aun en áreas geográficamente cercanas, que se vio sustentada en la baja similaridad de las estaciones arrojada por la prueba de clasificación, la casi ausencia de especies generalistas, en este caso *Lytechinus variegatus* y el pez *Sparisoma radians*, y en un posible patrón de distribución agregado de las especies mostrado a partir del análisis inverso. Además, no se observó que una variable estructural de las praderas o ambiental explique por si sola la estructura de la macrofauna, siendo, probablemente la complejidad del hábitat, como un factor que integra varias de las variables estructurales medidas, la que controle dicha estructura. La presencia de biotopos adyacentes a las praderas, en especial de formaciones coralinas, resultó influir positivamente en la diversidad y negativamente en la dominancia de la fauna asociada a las praderas. No se descarta que variables no medidas en este estudio (turbidez del agua, régimen de corrientes, extensión del terreno potencial disponible para el desarrollo de praderas y la calidad del agua), y características biológicas (ciclos de reproducción, y de reclutamiento) y ecológicas (relaciones depredador-presa, competencia intra e interespecífica y fenómenos de migración, entre otros) de la fauna asociada a las praderas, actuando de manera sinérgica, sean los responsables de los patrones de asociación observados, por lo que se recomienda su inclusión en posteriores estudios.

INTRODUCCIÓN

Los pastos marinos son angiospermas monocotiledóneas que están adaptadas a vivir en condiciones submarinas y forman lechos o praderas en las áreas someras submareales (Dawes, 1986). En el Caribe colombiano se encuentran cinco especies de pastos: *Thalassia testudinum*, *Syringodium filiforme*, *Halodule wrightii*, *Halophila decipiens* y *H. baillonis*, siendo *T. testudinum* la fanerógama dominante de las praderas. Las praderas formadas por estos pastos pueden ser monoespecíficas y se encuentran a lo largo de la costa Caribe con una distribución generalmente discontinua (Díaz-Pulido, 1997).

Las praderas de pastos marinos cumplen un sinnúmero de funciones ecológicas, entre las que se destacan: a) generar alta productividad, b) producir fuentes directas e indirectas de alimento, c) proveer sustrato para la fijación de epífitos, d) recircular nutrientes, e) estabilizar sedimentos y f) dar hábitat y refugio para especies animales (Zieman, 1975; Young y Young, 1982; Dawes, 1986). Gracias a estas funciones, los lechos de pastos marinos soportan una diversa comunidad de fauna, incluyendo especies de invertebrados y vertebrados de importancia comercial y ecológica, actuando como sitios de alimentación, crianza y protección (McNeill y Bell, 1992), lo que convierte a estos ecosistemas en estratégicos.

Dentro de la macrofauna que alojan las praderas de fanerógamas marinas se encuentran diferentes grupos taxonómicos, principalmente equinodermos (p. ej. *Lytechinus variegatus*, *Tripneustes ventricosus*, *Oreaster reticulatus*), moluscos (p. ej. *Strombus gigas*, *Cerithium* spp, *Modulus modulus*), crustáceos (p. ej. *Tozeuma carolinense*, *Panulirus argus*, *Portunus* spp) y peces (p. ej. *Acanthurus bahianus*, *Malacoctenus macroporus*, *Sparisoma radians*, *Halichoeres*

bivittatus; Greenway, 1995). También albergan especies de corales como *Diploria clivosa*, *Porites porites*, *P. astreoides*, *Manicina areolata*, *Siderastrea radicans*, *Cladocora arbuscula* y *Millepora* spp (Díaz-Pulido, 1997). Así mismo, las mayores abundancias para meio y macrobentos han sido registradas en sedimentos de praderas de pastos marinos (Castel *et al.*, 1989). La mayoría de estas especies animales obtienen de los epífitos y del detritos las principales vías por las cuales adquirir energía (McRoy y Lloyd, 1981).

En contraste con otros países, y con otros ambientes como los arrecifes coralinos y los manglares, es poca la información existente en Colombia referente a las praderas de pastos marinos, especialmente en cuanto a sus características bióticas y abióticas. Hasta la fecha no se tiene un conocimiento real de la distribución y extensión de este ecosistema en Colombia, las características estructurales y la diversidad de la macrofauna asociada a estos, así como tampoco existe mayor información acerca del estado de salud y de intervención antrópica en las mismas (Díaz-Pulido, 1997).

Los estudios sobre la diversidad faunística en praderas de fanerógamas marinas en el Caribe colombiano han sido de carácter local, concentrados especialmente en el área del Parque Tayrona. En la bahía de Neguanje, Aubad (1981) halló 187 especies de invertebrados asociados a una pradera de *Thalassia testudinum*, siendo los moluscos el grupo de mayor diversidad con 53 especies, seguido por los crustáceos con 43. Acero (1977) por su parte, evaluó la ictiofauna asociada a una pradera del mismo tipo en Neguanje, registrando alrededor de 125 especies de peces y estableciendo relaciones ecológicas en cuanto a espacio y alimento. En la ciénaga de Cocoliso (Islas del Rosario), González *et al.* (1992) registraron un total de 63 especies de peces y sugirieron que la pradera de *T. testudinum* era utilizada en su mayor parte como sitio de refugio, crianza y alimentación.

La fauna asociada a los pastos marinos también ha sido ampliamente documentada en el Gran Caribe. En uno de los últimos trabajos, Ansari *et al.* (1991) mencionan que se han encontrado densidades de macrofauna asociada de hasta 17.479 ind/m² en praderas compuestas por *Thalassia* y *Halodule* en la Florida. Young y Young (1982) estudiaron los invertebrados macrobentónicos asociados a *Thalassia testudinum* en Belice, obteniendo que los poliquetos y moluscos representaban el 51% de todos los individuos colectados; nemátodos, oligoquetos y artrópodos el 47% y otros grupos como sipuncúlidos, antozoos y equinodermos, el 2% restante. Estos resultados contrastan con lo encontrado por Heck Jr. (1976) en praderas de *Thalassia*, *Syringodium* y *Halodule* de los estuarios de la bahía Apalache, parte noroccidental de la Florida, quien determinó que el 90% de los individuos y el 67% de las especies eran crustáceos decápodos.

Al parecer, la diversidad faunística que albergan las praderas está relacionada estrechamente con la estructura fenológica de las mismas (Homziak *et al.*, 1982; Lewis y Stoner, 1983), ya que puede ser específica para algunas praderas (Echeverry, 1982) y/o diferir enormemente aun en áreas geográficamente cercanas (Brook, 1978). En Colombia algunos de los trabajos que trataron de explicar esta relación son los de Rodríguez (1996), quien estableció una correlación positiva y significativa entre la densidad de peces y el índice de área foliar en las islas del Rosario. Sin embargo, el mismo autor no encontró una relación clara de la densidad de peces con la cobertura. Laverde-Castillo (1992), en un trabajo sobre los microhábitats en lechos de *T. testudinum* en el área de Santa Marta, sugirió que factores como el patrón de distribución y las características estructurales de las plántulas debían ser tenidos en cuenta al evaluar la abundancia y diversidad de la fauna presente en las praderas. Puentes y Campos (1992) colectaron en la misma región 2.177 individuos pertenecientes a 35 especies de camarones peneidos y observaron que variables como abundancia, densidad, riqueza y diversidad de especies se incrementaban cuando los valores de biomasa y densidad de hojas eran bajos.

Homziak *et al.* (1982) encontraron en otras latitudes que la dominancia de fauna asociada a *Zostera marina* disminuía con el aumento en la densidad de vástagos. Adicionalmente, estos autores llegaron a la conclusión de que la alta productividad de este pasto, junto con sus epífitos, la densidad de vástagos y su influencia en el ambiente, afectaban de manera positiva la densidad de macrofauna y el número y diversidad de especies. Los anteriores resultados fueron contrastantes con los encontrados por Young y Young (1982), quienes determinaron que no existía en Belice relación alguna entre la densidad de vástagos de *Thalassia* y la densidad de especies de invertebrados, sugiriendo que la depredación es su principal mecanismo regulador. Así mismo Brook (1978), al comparar la abundancia de macrofauna en las comunidades de *Thalassia* en el sur de la Florida, concluyó que la abundancia faunística no se encontraba afectada directamente por la densidad de vástagos, y que la diversidad taxonómica podía variar enormemente entre praderas, aún estando éstas geográficamente cerca. Por otra parte, Heck Jr. (1977) concluyó que existían diferencias en la composición y abundancia de especies faunísticas debido a la proximidad de otros hábitats, especialmente arrecifes coralinos, en las praderas del Caribe de Panamá.

Con respecto a los grupos tróficos de la macrofauna asociada a una pradera de pastos en Jamaica, Greenway (1995) encontró que los gasterópodos eran los consumidores de epífitos más dominantes, mientras que el erizo *Lytechinus variegatus* era el mayor herbívoro, siendo los peces, tortugas y manatíes los macro-herbívoros. La herbivoría y pastoreo como principales vías de alimentación han dado origen, según Van Montfrans *et al.* (1984), a una hipótesis sobre la función que cumplen los organismos como controladores naturales del epifitismo en las praderas, así como en la estimulación para la renovación y crecimiento de las hojas.

El área de estudio ([Figura 1](#)), perteneciente a la provincia biogeográfica del Caribe, está dividida en dos sectores: 1) La costa y plataforma continental del Caribe colombiano, comprendida entre las coordenadas 7° 54' - 12° 40' N y 71° 10' - 77° 21' W, abarcando desde cabo Tiburón (Urabá chocoano) hasta Puerto López (La Guajira); en este último sector es donde las praderas de pastos

marinos se encuentran mejor desarrolladas (Díaz-Pulido, 1997). 2) El sector oceánico, específicamente las islas de San Andrés y Providencia (12° 28' - 13° 31' N y 81° 18' - 81° 45' W).

El área presenta dos periodos climáticos bien diferenciados; una época seca de diciembre a abril y una lluviosa de mayo a noviembre, con un periodo semiseco entre julio y agosto (Ramírez, 1990). Adicionalmente, en los primeros meses del año las aguas son considerablemente frías en algunos sectores de la mitad septentrional del Caribe colombiano (Parque Tayrona, La Guajira) debido a la surgencia de aguas profundas (Díaz y Puyana, 1994). Este fenómeno ha sido descrito desde el punto de vista físico-químico (Ramírez, 1990) y con base en anomalías distributivas de ciertos grupos de algas (Bula-Meyer, 1985).

La parte más meridional del Caribe, conocida como la ecorregion Darién y que abarca las áreas de Capurganá, Arboletes y Atrato (Díaz *et al.*, 2000), se caracteriza por presentar una línea de costa en un alto porcentaje rocosa, delimitada por acantilados empinados de naturaleza ígneo-sedimentaria que se sumergen rápidamente en el mar, y por presentar importantes descargas de agua dulce y sedimentos por parte del río Atrato. En los sectores de Capurganá, Sapzurro y Pinorroa, la costa acantilada se interrumpe con frecuencia para dar paso a playas y ensenadas. Así mismo, cuando aparece la plataforma continental es de naturaleza arrecifal (Martínez *et al.*, 1992). Hacia las ensenadas de Sapzurro y Capurganá (golfo de Urabá), se han encontrado praderas de *T. testudinum*, *S. filiforme*, *Halophila decipiens* y *H. baillonis* (Díaz-Pulido, 1997).

La parte central del Caribe continental colombiano incluye los archipiélagos de las islas del Rosario y San Bernardo, Isla Fuerte, Barú, Cartagena, al igual que el golfo de Morrosquillo. Las islas de San Bernardo y del Rosario, al igual que Isla Fuerte, son parte de las estructuras de origen diapírico constituidas por depósitos pelágicos y turbidíticos del Mioceno sobre los que se desarrollan actualmente formaciones coralinas (Díaz *et al.*, 2000; López-Victoria y Díaz, 2000). Estos archipiélagos presentan amplias praderas compuestas por los pastos *T. testudinum*, *S.*

filiforme y *H. wrightii* (Patiño y Flórez, 1993; Ramírez *et al*, 1994), mientras que en el área de Isla Fuerte se desarrolla una pradera extensa de *T. testudinum* en el costado sur-suroeste de la isla (Díaz *et al.*, 2000).

Por su parte, la Sierra Nevada de Santa Marta condiciona una parte del Caribe norte, el Parque Tayrona, otorgándole características de costas rocosas y heterogéneas, de relieve inclinado y playas arenosas con una plataforma bastante estrecha (Villa, 2001). En algunas de las bahías del parque se desarrollan praderas de los géneros *Thalassia* y *Syringodium* y también algunas de *Halophila*. En ciertos sectores de la bahía de Gaira (Santa Marta) se conocen fondos vegetados con *Halodule* y *Halophila* (Observación Personal).

En áreas de la Guajira y Palomino las costas son bajas, con planos arenosos y salinas. La plataforma ancha, con fondos predominantemente arenosos, promueve el desarrollo de extensas praderas de los géneros *Thalassia*, *Syringodium* y *Halophila*. Estas áreas se encuentran influenciadas por fenómenos de surgencia y sedimentos locales. Así mismo, los fuertes vientos de E y NE, que caracterizan y condicionan el clima de la región, transportan continuamente grandes cantidades de partículas del suelo arcilloso que se depositan sobre el mar y contribuyen a la turbidez de las aguas (Díaz *et al.*, 2000).

El sector oceánico está constituido por las islas de San Andrés y Providencia. La plataforma de San Andrés es muy angosta en la mitad sur del costado de barlovento de la isla. No obstante, a sotavento de la cresta de la barrera arrecifal (al NE de la isla) se extiende una laguna con amplias praderas de pastos marinos. Providencia por su parte, tiene influencia oceánica con aportes terrígenos de la isla, que posibilitan la presencia de variados ambientes submarinos y litorales. Sus praderas se desarrollan solamente en algunos lugares aledaños a la costa. La terraza lagunar está cubierta en su mayoría por arenas blancas y localmente por escombros coralinos (Díaz *et al.*, 2000).

El presente trabajo esta enmarcado dentro del macroproyecto "Distribución, estructura y clasificación de las praderas de fanerógamas marinas en el Caribe colombiano" del programa BEM-INVEMAR, y buscó determinar la comunidad macrofaunística asociada a las praderas de *T. testudinum* del Caribe colombiano y establecer eventuales diferencias en su estructura (composición, riqueza, abundancia, dominancia), relacionando las características estructurales de la comunidad con los atributos bióticos (cobertura, densidad de vástagos, biomasa foliar, largo y ancho de hojas) y ambientales (profundidad, origen y tipo de sedimentos, número y distancia de biotopos adyacentes) de las praderas. El trabajo se llevó a cabo durante la época climática de transición, comprendida entre los meses de mayo a septiembre.

Los resultados de este trabajo constituyen un aporte importante para el cumplimiento de los objetivos 1 (Definición de potenciales indicadores del estado de "salud" o grado de intervención de los ecosistemas) y 2 (Realización de inventarios y estudios taxonómicos) del Plan de acción 1999-2004 del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar (COLCIENCIAS, 1999). A su vez, es una contribución para suplir las necesidades de información y prioridades de investigación definidas en el informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia (Díaz-Pulido, 1997) y en el Plan Nacional de Investigación en Biodiversidad Marina-PNIBM (INVEMAR, 2000).

2. METODOLOGÍA

Dentro del proyecto INVEMAR-COLCIENCIAS (210509-10400) "Distribución, estructura y clasificación de las praderas de fanerógamas marinas en el Caribe colombiano", se elaboraron mapas preliminares de distribución de las praderas a partir de varias fuentes de información (bibliografía, fotografías aéreas e imágenes satelitales), los cuales fueron almacenados en un Sistema de Información Geográfica (ARC-INFO). Estos mapas contenían información aproximada de la ubicación y extensión de las praderas de pastos marinos.

A partir de la información obtenida y por razones netamente logísticas se decidió dividir el Caribe colombiano ([Figura 1](#)) en las siguientes áreas: 1) Puerto López (Guajira), que comprendió desde Castilletes hasta Punta Estrella, 2) Bahía de Portete, en la cual se incluyeron también las bahías de Honda y Hondita, 3) Cabo de La Vela a Riohacha, 4) Parque Tayrona, incluyendo todas sus bahías, 5) Cartagena, que contempló además de la bahía, Tierra Bomba e Isla Arena, 6) Barú e Islas del Rosario, 7) Golfo de Morrosquillo, desde Bahía Cispata hasta Punta San Bernardo, Isla Cabruna y Puerto Rincón, 8) Islas de San Bernardo, 9) Isla Fuerte e Isla Tortuguilla, 10) Choco caribeño, comprendido desde la Ensenada Pinorroa hasta Sapzurro, 11) Isla de San Andrés y 12) Islas de Providencia y Santa Catalina.

2.1. PRE-MUESTREO

Con el fin de estimar el área mínima de muestreo, adiestrar a los observadores en el reconocimiento e identificación visual de especies, así como estandarizar los métodos de conteo

de individuos (reduciendo así la variabilidad generada entre observadores) se realizó un pre-muestreo en la bahía de Chengue (Parque Tayrona). En campo, se procedió a ubicar a lo largo de la pradera y paralelamente a la línea de costa una cinta métrica de 30 m de largo, para formar finalmente dos transectos, de un metro de ancho cada uno, a lado y lado de la cinta métrica. Dos investigadores, uno en cada corredor, se encargaron de identificar y contar todas las especies animales observadas dentro del primer metro cuadrado de cada corredor. La tarea se repitió en cada metro hasta alcanzar el largo total del transecto (30 m).

La estimación del área mínima de muestreo se realizó mediante curvas de diversidad acumulada por incremento del área de muestreo cada 2m^2 . Para ello, los datos obtenidos por el primer investigador para el primer cuadrante de 1m^2 se sumaron con los obtenidos por el segundo investigador para su respectivo cuadrante, obteniendo así un área de 2m^2 , siendo este el primer punto de la curva. Lo mismo se hizo con cada uno de los cuadrantes respectivos hasta completar el total de cuadrantes realizados por los dos investigadores. Con esta información se calculó el Índice de Diversidad acumulado de Shannon-Wiener (Ludwig y Reynolds, 1988). Los resultados mostraron que el punto de inflexión de la curva se alcanzaba antes de los 40m^2 (Figura 2). A partir de estos resultados, de la variabilidad en la extensión, estructura y densidad de las praderas, y condiciones impuestas por la logística de campo, se decidió tomar 60m^2 como la unidad de muestra del trabajo, la cual se denominó estación de muestreo.

2.2. TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se efectuó en todas las áreas visitadas en forma intensiva entre los meses de mayo y septiembre del 2001, época que correspondió a la temporada de transición climática de la provincia del Caribe (Ramírez, 1990). Los muestreos se realizaron en forma paralela a la evaluación de la estructura de las praderas de fanerógamas.

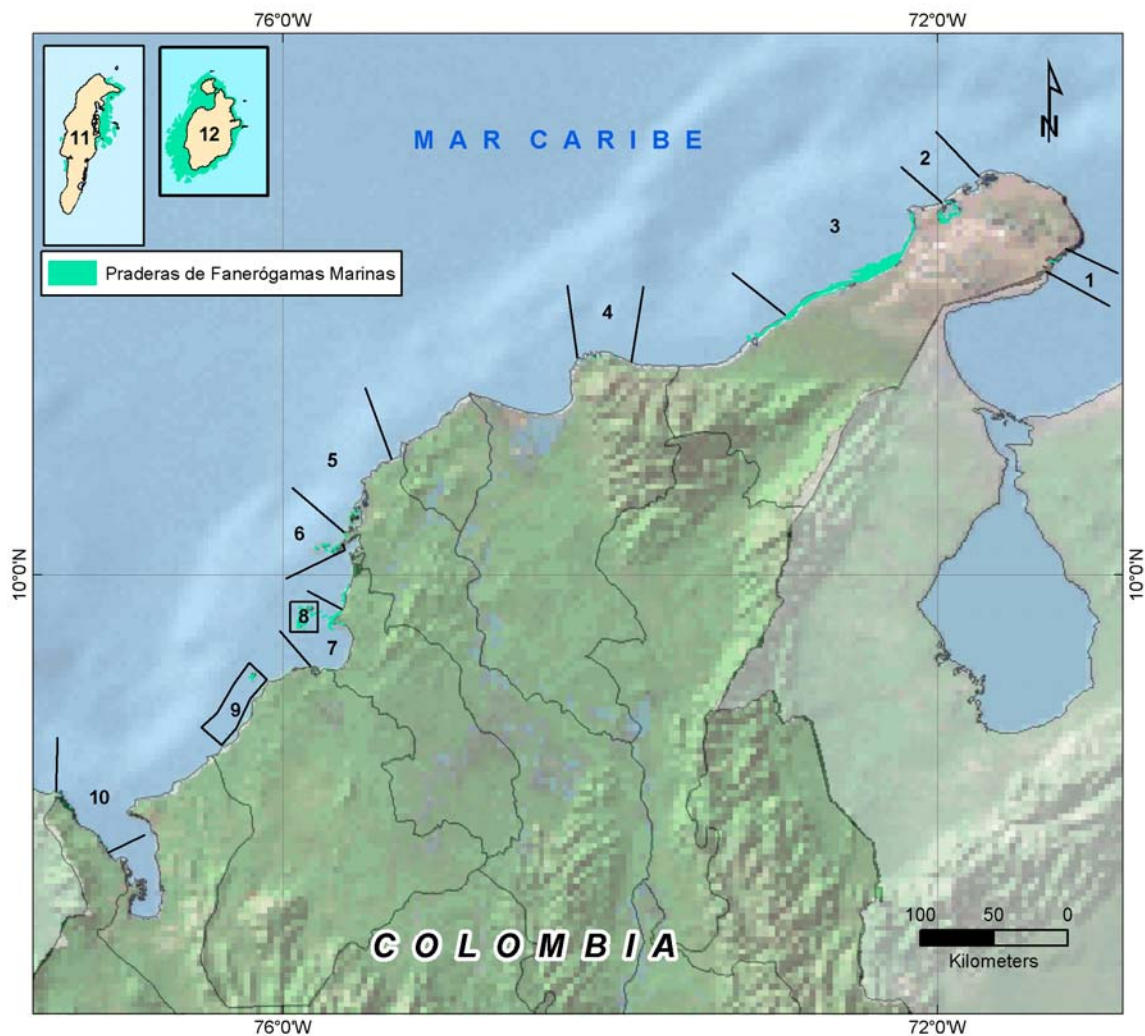


Figura 1. Zona de estudio mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de las áreas de muestreo. 1) Puerto López (Guajira), 2) Bahía de Portete, 3) Cabo de La Vela a Rihacha, 4) Parque Tayrona, 5) Cartagena, 6) Barú e Islas del Rosario, 7) Golfo de Morrosquillo, 8) Islas de San Bernardo, 9) Isla Fuerte e Isla Tortuguilla, 10) Choco caribeño, 11) Isla de San Andrés y 12) Islas de Providencia y Santa Catalina. Para ver las áreas de estudio ampliada ver los Anexos G-U. Fuente: Base de datos proyecto Fanerógamas-INVEMAR.

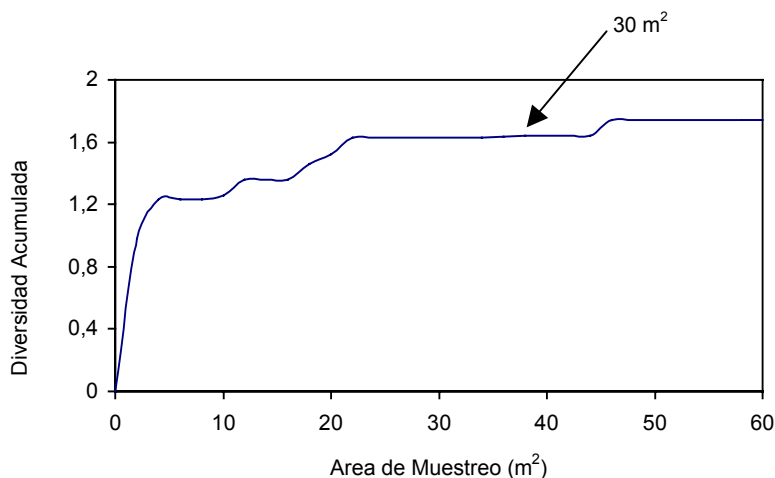


Figura 2. Curva de diversidad acumulada (H') para estimar el área mínima de muestreo.

Las estaciones de muestreo se seleccionaron en cada una de las áreas teniendo como criterios ambientes exuberantes con una cobertura de *T. testudinum* mayor al 30%, según la escala de Dahl (ver Wilkinson y Baker, 1997; [Figura 3](#)) y que se encontrasen a profundidades de 1-2 y/o 4-5 m, con el fin de tener estaciones someras y profundas respectivamente. En los sitios donde no fue posible encontrar praderas monoespecíficas de *T. testudinum* o ésta presentó una cobertura menor a la establecida, se decidió definir como criterio para la selección de estaciones la presencia de *T. testudinum* en más del 50% de la cobertura total de pastos y/o sectores donde esta especie presentara la mayor cobertura. La escala de cobertura de Dahl (ver Wilkinson y Baker, 1997), utilizada regularmente para corales, fue modificada para ser empleada en pastos. Esta escala permitió una valoración visual rápida y confiable de la cobertura.

Únicamente se evaluó la macrofauna epibentónica por ser la que responde de una manera más evidente y rápida a los cambios en la estructura de las praderas. Para ello se definió aquí como aquellos organismos de la epifauna que son retenidos en un tamiz de 5 mm. Todas las especies

de crustáceos, equinodermos, moluscos, cnidarios, esponjas y peces (incluidos algunos pelágicos) fueron tenidas en cuenta. Los únicos poliquetos que fueron censados fueron *Hermodice carunculata*, *Eupolyornia* sp y algunos sabélidos epibentónicos como *Bispira* spp. Así mismo, se hicieron estimaciones (categorías) de algunos tunicados del grupo de las ascidias y ciertas especies de hidroides. Con el fin de realizar un muestreo lo más completo posible y dado que no existe una sola metodología que permita estimar todo el rango de distribución de la macrofauna asociada a praderas de pastos marinos, se decidió emplear dos métodos complementarios, censos visuales y arrastres.

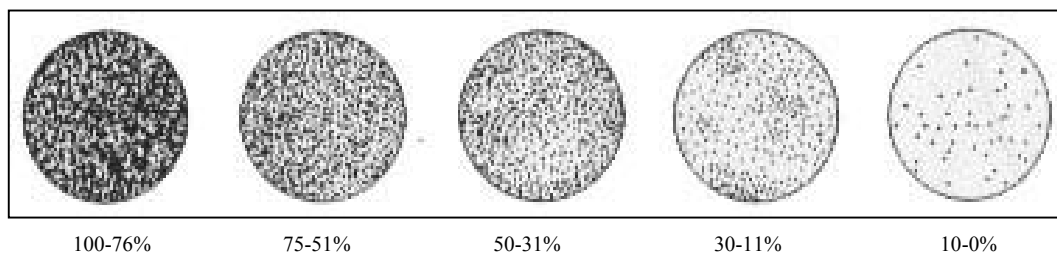


Figura 3. Representación esquemática de la escala de Dahl (1981), modificada para ser empleada en la determinación de la cobertura de pastos marinos. Tomado y modificado de Wilkinson y Baker (1997).

2.2.1. Censos visuales. Mediante esta metodología se pretendió hacer un muestreo de la macrofauna de tipo vágil o sésil, conspicua y de gran tamaño. Así mismo, permitió censar una diversa gama de organismos que son subestimados o evitados al emplear otras técnicas (p. ej. esponjas y corales).

En las estaciones, dos observadores identificaron y contaron, cada uno dentro de un transecto de 30 x 1 m (30 m²), ubicados uno al lado del otro, todas las especies animales observadas. Se decidió estimar la abundancia de las esponjas y de algunos peces pelágicos mediante intervalos del número de individuos (1-5 individuos, 6-10, 11-20, 21-30, 31-50, 51-70 y 71-100), establecidos

a partir del premuestro y de la experiencia adquirida por los investigadores en otros trabajos relacionados con evaluación de macrofauna bentónica. Esto, debido a que durante los muestreos fue frecuente encontrar las esponjas fragmentadas, hecho que dificultaba diferenciar si hacían parte de un solo individuo o provenían de individuos diferentes. Además, al igual que algunos hidroides sésiles y tunicados, las esponjas son organismos que se pueden asumir como colonias o individuos. Algunas especies de peces (cirujanos, roncós, entre otros) se caracterizan por agregarse en grandes grupos, lo que dificulta la estimación de su abundancia. Estos peces juegan un papel importante en las praderas, al constituirse como uno de los principales herbívoros dentro de éstas. Los intervalos empleados para estimar la abundancia de estos organismos fueron escogidos a criterio de los investigadores pero basados en los conteos directos que se trataron de realizar durante el premuestro. La representatividad de los hidroides y tunicados coloniales en la pradera se estimó mediante la asignación de uno a tres asteriscos (*) para expresar las categorías baja, media o alta, respectivamente.

Las especies que no pudieron ser identificadas en campo se colectaron y transportaron al laboratorio en bolsas y frascos plásticos debidamente rotulados para su posterior identificación con ayuda de literatura especializada. Los datos fueron consignados en formatos previamente diseñados.

2.2.2. Arrastres. Aunque las desventajas del empleo de arrastres en la evaluación cuantitativa de la macrofauna son conocidas (p. ej. subestimación de ciertos tamaños de individuos, poca precisión y deterioro de organismos con tejidos delicados; Virnstein, 1987), se escogió esta metodología como complemento a los censos visuales, ya que es rápida y estaría dirigida sólo a aquellos elementos menos conspicuos de la fauna asociada a la pradera y que pudieron ser omitidos por los censos visuales. Los arrastres se llevaron a cabo con una rastra de hierro, dentro de los mismos corredores utilizados para los censos visuales para incrementar así la complementariedad de las dos metodologías. En cada estación se realizaron dos arrastres de

fondo, uno de ida por un corredor y el otro de regreso por el corredor restante. La rastra fue halada desde una embarcación con motor fuera de borda o manualmente, según lo demandara la profundidad, siempre a velocidad constante y reducida.

Para tal fin se utilizó una red (Figura 4) con ojo de malla en el cuerpo de $\frac{1}{2}$ pulgada (1,25 cm aproximadamente) y en el copo de $\frac{1}{4}$ " (0,6 cm aproximadamente). Las especificaciones de la red corresponden a las sugeridas por McNeill y Bell (1992; ver Anexo F), quienes compararon dos redes de arrastre para el estudio de la macrofauna asociada a praderas de *Posidonia australis* en Australia. A partir de los resultados obtenidos construyeron una nueva red, la cual resultó ser más eficiente en praderas de *Posidonia australis* y *Thalassia* spp.

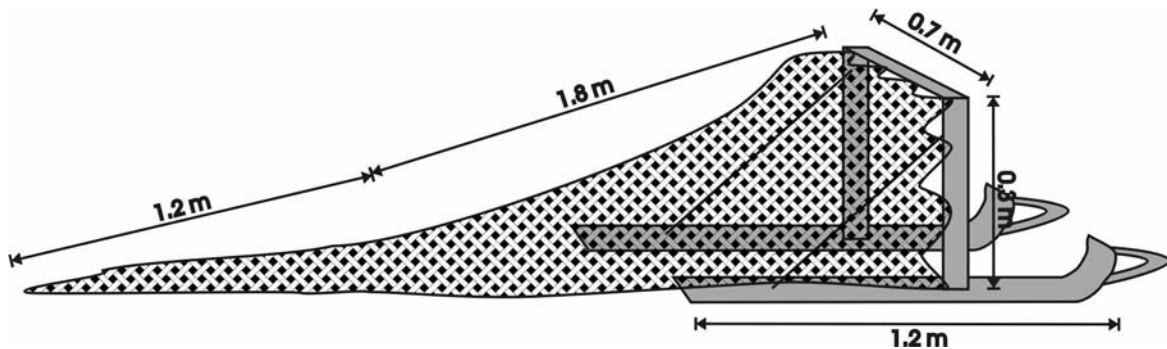


Figura 4. Esquema de la rastra empleada para la recolección de macrofauna asociada a praderas de *Thalassia testudinum* en el Caribe colombiano. Tomado y modificado de McNeill y Bell (1992).

El material colectado con la changa fue tamizado (tamiz de 5 mm) y separado según los principales taxa (moluscos, equinodermos, crustáceos, peces, etc.), teniendo en cuenta que el muestreo estuvo dirigido a coleccionar especies pequeñas de cada grupo, no representadas en el censo visual. En este caso, no se tuvieron en cuenta las esponjas dado que del arrastre sólo se obtenían fragmentos de ellas y no se aseguraba si los mismos hacían parte de una o correspondían a varios

individuos. Sólo se conservaron aquellos organismos que no pudieron ser identificados en campo, fijándolos (formol 4-10% y bórax) y almacenándolos (alcohol 70%) en bolsas y/o frascos plásticos rotulados con la fecha, área y sector de muestreo, número de estación, de muestra y profundidad para luego ser transportados al laboratorio.

2.2.3. Estructura de las praderas y variables ambientales. La información referente a los atributos estructurales y ambientales de las praderas fue tomada de Castillo-Torres (en preparación), trabajo realizado simultáneamente dentro del macroproyecto en el cual se enmarcó la presente investigación. Los atributos estructurales que se tuvieron en cuenta fueron: la cobertura de *T. testudinum* (%), densidad de vástagos (vástagos/m²) biomasa foliar (g.p.s./m²), la longitud (cm) y ancho (cm) de las hojas, y el epifitismo (%).

El origen (litoclástico, litobioclástico, biolitoclástico o bioclástico) y el tamaño del grano del sedimento (fango, arena muy fina, arena fina, arena mixta, arena media, arena gruesa y bloques) se estimó en campo de forma cualitativa. Así mismo, se identificaron los biotopos adyacentes a las praderas (manglares, formaciones coralinas, fondos desnudos y litorales rocosos), determinando la frecuencia de ocurrencia, con respecto a cuatro puntos cardinales, y la distancia de estos al sitio de la estación. Finalmente, cada estación fue geoposicionada. Todos los datos fueron consignados en formatos diseñados para tal fin.

2.2.4. Censos rápidos. Con el fin de ampliar y complementar la información referente a la macrofauna, se realizaron igualmente dentro de cada área observaciones puntuales rápidas de fondo (10 minutos) en los sectores cubiertos por otra especie de pasto marino diferente a *T. testudinum*, donde ésta no presentó una cobertura mayor al 30% o donde se encontraba mezclada con otras especies de pastos en porcentajes muy bajos. La macrofauna asociada se evaluó mediante la identificación (presencia-ausencia) de especies observadas sobre el fondo y la columna de agua. Todos los puntos fueron igualmente geoposicionados (GPS portátil) y en cada

uno de éstos se determinó la composición y cobertura de las especies de pastos, siguiendo la escala de Dahl (Wilkinson y Baker, 1997), así como la profundidad, tamaño y origen de sedimento, y se identificaron los ambientes adyacentes (manglares, formaciones coralinas, fondos desnudos y litorales rocosos). La información obtenida fue empleada de manera complementaria en el proceso de discusión de los resultados arrojados por las pruebas de clasificación y ordenación.

2.3. TRABAJO DE LABORATORIO

2.3.1. Material biológico. El material colectado en campo fue identificado hasta el más bajo nivel taxonómico posible, con ayuda de estereoscopio y microscopio. Los crustáceos fueron identificados con ayuda de las claves de identificación taxonómica diseñadas por Campos (1978), Campos y Manjarres (1988), Chace (1972), Rathbun (1925, 1930), Rodríguez (1982), Sánchez y Campos (1978). Los trabajos Miller y Pawson (1984) y Hendler *et al.* (1995), se emplearon en la identificación de equinodermos. Zea (1987) se utilizó para la identificación de esponjas, y Díaz y Puyana (1994) para moluscos. Para la identificación de peces se empleó a Randall (1968) y Bohlke y Chaplin (1968).

En esta fase, además de literatura especializada, se contó con la asesoría de expertos para la identificación y confirmación de las especies de crustáceos (Néstor Campos, U. Nacional), peces (Arturo Acero, U. Nacional) y esponjas (Sven Zea, U. Nacional). Así como, la colaboración de investigadores asociados a INVEMAR (Guiomar Borrero y Milena Benavides para equinodermos y Adriana Bermúdez para crustáceos).

2.4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

2.4.1. Estructura de las praderas y variables ambientales. Para cada una de las variables estructurales se calcularon estadísticos descriptivos (rango, media y desviación estándar) con el fin de observar el comportamiento entre las estaciones de muestreo y a nivel de áreas.

De otra parte, para hacer una estimación de la influencia que tienen los biotopos adyacentes sobre la fauna de las praderas se creó una escala de puntos ([Cuadro 1](#)) en la cual se relacionó, por biotopo, la frecuencia de ocurrencia respecto a cuatro puntos cardinales (valor 1 a 4) y la distancia en metros de éste a la pradera (0-50=5, 50-100=4, 100-200=3, 200-500=2, 500-1000=1). En caso de que más de dos biotopos estuvieran presentes en la misma dirección, sólo se tuvieron en cuenta los dos más cercanos. El biotopo que obtuviera la mayor puntuación (en una escala de 1=poco influyente a 20=muy influyente) fue considerado el más influyente sobre la fauna de la pradera. Así, por ejemplo, cuando en una estación se presentaban tres biotopos, distribuidos de la siguiente manera: a) formaciones coralinas en tres direcciones, estando en dos, a 0-50m ($2 \times 5 = 10$ puntos) y, en una a 50-100m ($1 \times 4 = 4$ puntos); b) manglar en la dirección restante y a 50-100m ($1 \times 4 = 4$ puntos); y c) fondos desnudos en dos direcciones, en una antecediendo a la formación coralina y en la otra al manglar, a distancias similares de la pradera 0-50m ($2 \times 5 = 10$ puntos). Se consideró entonces, al coral como el biotopo más influyente ($10 + 4 = 14$ puntos), seguido por el fondo desnudo (10) y el manglar (4). El puntaje obtenido para cada biotopo fue sumado. El valor resultante daba entonces un estimativo de qué tan influenciada estaba la pradera por los biotopos o de su grado de mosaicismo en una escala de 1 (poco influenciada) a 40 (muy influenciada). Para el ejemplo mencionado, la pradera entonces obtendría un grado de influencia de 28. Esta valoración se afianzó con datos (extensión, estado de salud, etc. de los biotopos) que se obtuvieron de información secundaria.

2.4.2. Estructura de la macrofauna asociada. Los datos obtenidos de las estaciones de muestreo fueron organizados en una matriz básica de densidad de especies por estación (No. individuos por especie/60m²). Para la construcción de la matriz, los datos obtenidos a partir de las dos metodologías (censos visuales y arrastres) se fusionaron. Para el caso de especies que fueron registradas con ambos métodos, se adoptó únicamente el registro del método en el que la especie estuvo mejor representada en la estación. Este criterio de selección se basó principalmente en las características ecológicas de las especies y en la efectividad de los métodos empleados para capturar los organismos. En campo se observó que los censos visuales fueron más eficientes para el muestreo de organismos grandes, móviles, conspicuos, así como para aquellas especies que habitan preferencialmente en las hojas y entre los vástagos de *T. testudinum* (p. ej. *Cerithium* spp, *Modulus* spp y *Lytechinus variegatus*). Los arrastres son más efectivos para capturar aquellos organismos pequeños, de hábitos crípticos (p. ej. *Tozeuma carolinense*, *Monacanthus* spp y *Columbella mercatoria*).

Con base en la matriz se determinaron las siguientes características estructurales: Número de individuos, número de especies, especie(s) dominante(s) y la frecuencia de ocurrencia tanto para todo el área de estudio, como por taxa y estación. Para el cálculo del número de individuos se excluyeron aquellas taxa cuya abundancia fue estimada por categorías no numéricas (tunicados coloniales e hidroides).

Con el fin de buscar una tipificación de las praderas a partir del tipo de organismos que las habitan, se realizó una clasificación de éstos últimos de acuerdo con su estrategia de vida y hábitos de alimentación. Las categorías seleccionadas para la primera clasificación (estrategias de vida) corresponden a las señaladas por Vegas (1971) para el estudio del bentos. Estas categorías fueron modificadas para un mejor acoplamiento con los organismos encontrados en las praderas, así:

- **Sésiles:** Corresponde a las especies que se fijan sobre una superficie generalmente sólida. Esta categoría fue dividida en dos subcategorías: a) **Sésiles creciendo sobre el sustrato** (p. ej. Corales, algunas esponjas, anémonas y poliquetos) y b) **sésiles sobre los vástagos** de *T. testudinum* (p. ej. *Bunodeopsis* sp, y algunos hidroides).

Cuadro 1. Escala sugerida para la estimación del grado de influencia por biotopo y del grado de mosaicismo de una estación de muestreo en *Thalassia testudinum*.

Distancia del biotopo (m)	Valor	Frecuencia de ocurrencia del biotopo				Estimativo del grado de Mosaicismo
		1	2	3	4	
0-50	5	5	10	15	20	Manglar: Arrecifes coralinos: Fondos desnudos: Litorales rocosos: Total:
50-100	4	4	8	12	16	
100-200	3	3	6	9	12	
200-500	2	2	4	6	8	
500-1000	1	1	2	3	4	

- **Sedentarios:** Los que pueden moverse sobre el sustrato, si bien con amplitud pequeña. De nuevo esta categoría fue dividida en: a) **sedentarios viviendo sobre el sustrato** (p.ej. *Cerithium* spp, *Pseudothyone* sp, *Clibnanarius* spp) y b) **sedentarios sobre los vástagos** (p.ej. *Modulus modulus*, *Phylaplysia* spp, *Tozeuma carolinense* y *Monacanthus ciliatus*).

- **Vágiles:** Aquellos que pueden moverse con mucha mayor amplitud, como diversos crustáceos, peces pelágicos y gastrópodos grandes.

Para clasificar las especies según la estrategia de alimentación se utilizaron las categorías definidas por Greenway (1995) para la fauna macrobentónica de praderas de *T. testudinum* en Jamaica:

- **Herbívoros:** Todos los que se alimentan de material vegetal.

- **Carnívoros:** Los que se alimentan de tejidos animales, ya sean vivos o muertos.
- **Suspensívoros:** Se alimentan de material en suspensión, principalmente por filtración.
- **Depositívoros:** Que ingieren alimento del fondo.
- **Omnívoros:** Los que pueden ingerir alimento de varias de las categorías anteriores.

2.4.3. Análisis de comunidades. Para el análisis de comunidades se construyeron matrices de abundancia de especies por estación, con las cuales se realizaron las pruebas estadísticas empleando los paquetes MULTIVARIATE STATISTICAL PACKAGE (MVSP) 3,1, PRIMER4 y SYSTAT 9,0.

2.4.3.1. Clasificación. Para determinar asociaciones entre estaciones con respecto a la composición y abundancia de especies se realizó un análisis de clasificación normal. En este análisis se utilizaron todas las especies, eliminando sólo aquellas a las cuales les fue estimada su abundancia por categorías nominales (tunicados coloniales e hidroides). Los datos seleccionados fueron transformados usando $\ln(x + 1)$ y comparados mediante el índice de disimilaridad de Bray-Curtis. Como estrategia de ligamiento se utilizó el promedio no ponderado UPGMA (Field *et al.*, 1982; Ludwig y Reynolds, 1988). La transformación empleada es útil cuando muchos de los valores son números pequeños, particularmente cero (Zar, 1984), y tiene el efecto de bajo escalamiento de las especies abundantes, de tal manera que éstos no enmascaren a los demás datos (Field *et al.*, 1982).

Previo a la clasificación utilizada, y con el fin de evaluar el mejor procedimiento, se efectuaron pruebas de clasificación a partir de diferentes matrices, las cuales resultaron de separar y fusionar los datos provenientes de las dos metodologías empleadas, y de la reducción de la información a sólo especies con 3% de abundancia en al menos una estación. Para estas pruebas se emplearon los índices de similaridad CGS de Gower, el Coeficiente de Sorensen y Bray-Curtis. El Coeficiente de Similaridad General de Gower (CGS) permite utilizar variables de diferente tipo (cardinales y

ordinales) en análisis de clasificación (Dibgy y Kempton, 1987). Por su parte, el coeficiente de Sorensen (datos cualitativos) se empleó para asociar las estaciones a partir de la presencia y ausencia de las especies. A partir de los resultados de estas pruebas, se decidió fusionar los datos provenientes de las dos metodologías (censos visuales y arrastres), eliminando únicamente los datos nominales (tunicados e hidroides), dado que no se observaron diferencias significativas en los dendrogramas resultantes, o un patrón claro en cuanto a la asociación de estaciones, con respecto a los obtenidos en las pruebas de clasificación previamente realizadas ([Anexos S, T y U](#)). De esta manera, fue posible utilizar la mayor información posible, ya que con las pruebas de clasificación previas se reducía gran parte de la información a sólo conteos o datos de presencia-ausencia. Además, este tipo de clasificación permitía hacer comparaciones con el análisis de ordenación seleccionado.

Luego de haber definido la prueba de clasificación (con índice de Bray Curtis) y de haber obtenido los diferentes grupos de estaciones, y con el fin de establecer sus características estructurales y poseer herramientas que permitieran compararlos, se recalcularon para cada uno de los grupos los siguientes parámetros: Número de especies e individuos totales por asociación, número promedio de especies e individuos por asociación, especies dominantes y su porcentaje. La dominancia y la diversidad de cada asociación se determinaron promediando los valores hallados para las estaciones que conformaban cada grupo. Los índices empleados fueron: índice de Dominancia Dd de Berger y Parker (Stoner, 1980), definido como $Dd = n_1/N$, donde n_1 es la abundancia de la especie más numerosa y N es la abundancia total de individuos. Índice de Diversidad de Shannon-Wiener (H^i):

$$H^i = -\sum_{i=1}^s (p_i \text{Log} p_i)$$

donde $p_i = \frac{n_i}{N}$, siendo n_i es el número de individuos de la i -ésima especie y N el número total de individuos.

2.4.3.2. Análisis inverso. Se realizó un análisis inverso con el fin de conocer la composición específica de los grupos de estaciones obtenidos a partir del análisis de clasificación. Para ello se utilizó la técnica descrita por Kandoorp (1986; no publicado), la cual permite discriminar las especies generalistas, exclusivas y características (las cuales también pueden llegar a ser generalistas) de los diferentes grupos o asociaciones. Para corroborar la exclusividad de las especies en cada grupo se utilizó la información de presencia-ausencia obtenida con los censos rápidos, eliminando la categoría de exclusiva de un grupo a la especie que fue registrada en otro grupo a partir de censos rápidos.

En términos generales, se siguieron los siguientes pasos: a) a partir de la matriz usada en el análisis de clasificación, se organizaron las estaciones de acuerdo a la secuencia encontrada en la clasificación; b) se promediaron las abundancias de las especies por asociación; c) se determinó el porcentaje de cada especie en las asociaciones formadas con relación al total de la abundancia de la especie; d) se ordenaron de manera decreciente las especies y sus porcentajes de abundancia por grupo, calificándose como exclusivas las que presentaran un 100% y características las especies que en una determinada asociación concentraran al menos el 70% de la abundancia acumulada y obtuvieran una frecuencia de ocurrencia mayor al 60%; e) se reordenó la tabla de abundancia por asociación, juntando las especies de cada asociación según los resultados del dendrograma normal; y f) se eliminó la categoría de exclusiva de un grupo a aquellas especies que fueron registradas a partir de los censos rápidos en sectores pertenecientes a otros grupos o asociaciones.

2.4.3.3. Ordenación. La prueba de ordenación utilizada se denomina Análisis Canónico de Correspondencia (CCA). Este análisis multivariado, una extensión del análisis de correspondencia (promedio recíproco), permite obtener una ordenación de estaciones y especies a partir de sus interrelaciones y con la variación de las variables; por esto es considerado un análisis directo de

gradientes (Ter Braak, 1986; Dibgy y Kempton, 1987). El diagrama resultante muestra los esquemas de variación en la composición de la comunidad que puede ser mejor explicada por las variables ambientales y también visualiza aproximadamente los centros de la distribución de especies a lo largo de cada variable. Los datos de las variables pueden ser cuantitativos y/o nominales, como se presentaron en este trabajo.

Para este análisis se emplearon una matriz de abundancia de especies por estación y una nueva matriz con los atributos ambientales y de la estructura de las praderas por estaciones construida para este fin. La primera matriz es similar a la empleada para la prueba de clasificación. Sin embargo, de ella sólo se tomaron las especies que presentaron al menos el 3% de la abundancia total de una estación (Clarke y Warwick, 1994), eliminando aquellas con porcentaje de abundancia menor, ya fuera por conteo o por intervalos, y a las cuales les fue estimada su abundancia por categorías nominales. Esto, con el fin de que el diagrama resultante no fuera muy denso por el gran número de especies iniciales. De nuevo los datos fueron transformados usando $\ln(x+1)$. Para la construcción de la matriz con las variables ambientales y de la estructura de las praderas, las variables nominales origen y tamaño del sedimento fueron convertidas a variables ordinales estableciendo para la primera un orden de 1= bioclástico a 4= litoclástico y para la segunda de 1= fango a 7= bloques. Con la matriz construida se llevo a cabo inicialmente una prueba de correlación entre las variables mediante el coeficiente no paramétrico de Spearman (ρ), con el fin de eliminar aquellas que estuvieran fuertemente correlacionadas. Así, se evitó el problema de la multicolinealidad o superposición de los efectos de diferentes variables ambientales sobre la variación de la comunidad (Ter Braak, 1986). Posteriormente, todas las variables fueron estandarizadas. Así mismo, dado que el análisis de correspondencia implica una estandarizaron de los datos con relación a las columnas y filas, una transformación de los datos de la matriz abiótica antes del análisis fue innecesaria (Dibgy y Kempton, 1987).

El análisis de ordenación CCA arroja un diagrama en el cual los tipos de puntos representan especies y estaciones, y los vectores representan los atributos ambientales y de la estructura de las praderas. Cada estación está en el punto que corresponde al centroide de las especies que ocurren en ella. Las flechas o vectores indican la dirección del máximo cambio de esa variable a lo largo del diagrama. Si una flecha apunta hacia la derecha del diagrama, indica que la variable que representa se incrementa a lo largo de un gradiente de izquierda a derecha. La longitud de las flechas es proporcional a la tasa de cambio. Así, una flecha larga indica una gran tasa de cambio y que ese cambio está fuertemente correlacionado con el eje de la ordenación y por lo tanto con la variación de la comunidad mostrada por el diagrama. La posición de las especies en relación con las variables indica la preferencia ambiental de las primeras. Por su parte, para interpretar los ejes, en términos de las variables que representan, sólo las que obtengan coeficientes de correlación con los ejes mayores a 0.5 son consideradas (Milstein, 1993). La descripción completa de esta prueba se encuentra en Ter Braak (1986). Así, esta prueba complementa y reafirma los resultados obtenidos con el análisis de clasificación en cuanto a la formación de los grupos de estaciones.

Finalmente, el proceso de interpretación y análisis de los resultados en las diferentes pruebas se complementó con la información de los censos rápidos y de los parámetros antrópicos y geográficos estimados en las estaciones.

3. RESULTADOS

Se establecieron en total 121 sitios de muestreo: 55 estaciones y 66 censos rápidos en las 12 áreas del Caribe colombiano seleccionadas ([Tabla 1](#)). De las 55 estaciones, 23 fueron profundas (4-5m) y 32 someras (1-2m). En algunas zonas no fue posible realizar muestreos profundos dado que, a pesar de que hubiesen praderas dentro de las profundidades establecidas, éstas no cumplieron con los criterios de selección acordados para establecer de las estaciones.

Las áreas del Cabo de La Vela-Riohacha y del Parque Tayrona fueron las que presentaron un mayor esfuerzo de muestreo. Esto se debió básicamente a la amplia plataforma continental de la región de la Guajira, que favorece el desarrollo de extensas praderas, por un lado, y por el otro, a que las numerosas y de alguna forma aisladas bahías que conforman el Parque Tayrona obligaron a establecer al menos una estación en cada una de ellas. En contraste, en el área de Puerto López no fue fácil encontrar praderas monoespecíficas extensas o con una cobertura significativa. Además, se caracterizó por aguas turbias y sedimento lodoso, lo que dificultó el muestreo, resultando ser el área con menor esfuerzo de muestreo.

En el Anexo A se presenta una lista de las 55 estaciones con sus respectivas coordenadas. La ubicación geográfica está dada por área, sector de muestreo y profundidad.

Tabla 1. Número de sitios de muestreo establecidos en cada una de las áreas. Se discriminan por profundidad: Profunda (4-5 m), Media (2-4 m) y Someras (1-2 m).

Área	Estaciones		Censos Rápidos			Total
	Profundas	Someras	Profundo	Medio	Somero	
Cabo de La Vela-Riohacha	4	4	3	1	7	19
Capurganá	1	2		3		6
Cartagena	2	4	1	3	5	15
Golfo de Morrosquillo	2	3		2	5	12
Isla Fuerte	2	2		1	2	7
Islas de San Bernardo	3	1	2	4		10
Islas del Rosario	2	3	4	3		12
Portete		3		1	4	8
Providencia	2	2	1			5
Puerto López		1			5	6
San Andrés	2	2	1			5
Tayrona	3	5	1	1	6	16
Total general	23	32	13	19	34	121

3.1. ESTRUCTURA DE LAS PRADERAS Y VARIABLES AMBIENTALES

3.1.1. Cobertura. Las praderas de *T. testudinum* presentaron valores de cobertura que oscilaron a nivel de estaciones entre 89,5% (estación 16, Cartagena) y 17,2% (estación 18, Isla Fuerte), con un promedio general de 48,03% ($\pm 16,14$; [Anexo B](#)). En cuanto a las áreas, Bahía Portete e Islas del Rosario presentaron los valores más altos de cobertura, con 60,8% y 59,1% respectivamente ([Figura 5a](#)), mientras que las áreas de San Andrés, Providencia y el Cabo de La Vela obtuvieron los más bajos.

3.1.2. Densidad de vástagos. Esta variable osciló entre 985 vástagos/m² (estación 16, Cartagena) y 192,5 vástagos/m² (estación 6, Islas del Rosario), con un promedio general de 481,12 ($\pm 182,34$) vástagos/m². Al Igual que con la cobertura, el área de Bahía Portete presentó la

densidad más alta, con 640,83 vástagos/m². Por el contrario, el valor más bajo se registró en el área del Cabo de La Vela a Riohacha (325,12 vástagos/m²).

3.1.3. Biomasa foliar. El valor promedio para todas las estaciones con respecto a este parámetro fue de 105,1 (\pm 45,5) g.p.s./m² con un rango entre 41,27 g.p.s./m² (estación 11, Islas del Rosario) y 248,71 g.p.s./m² (estación 42, Cabo de La Vela-Riohacha; [Anexo B](#)). Nuevamente fue Bahía Portete el área con los mayores valores, en este caso de biomasa foliar (165,76 g.p.s./m²). El área del Choco caribeño registró el valor promedio más bajo de biomasa foliar, 63,99 g.p.s./m² ([Figura 5c](#)). El área del Cabo de La Vela-Riohacha se destacó por arrojar valores altos de biomasa foliar, en contraste con la cobertura y densidad de vástagos que fueron bajos.

3.1.4. Longitud de hojas. Fue una medida relativamente constante, con un promedio general de 20,96 (\pm 6,19) cm. Las áreas que se caracterizan por presentar aguas turbias o sedimentos finos como las de la Guajira, registraron las hojas más largas. El área de las Islas del Rosario registró los menores valores para el promedio del área (14,53 cm) y la región de Puerto López el máximo valor (28,56 cm). Sin embargo, en esta área solo se estableció una estación lo que resta validez a la comparación. Por su parte, las islas continentales con áreas coralinas como Islas del Rosario, Islas de San Bernardo e Isla Fuerte, obtuvieron valores por debajo del promedio ([Figura 5d](#)).

3.1.5. Ancho de hojas. El ancho promedio de las hojas fue de 1,13 (\pm 0,15) cm, con un rango que osciló entre 0,90 (estaciones 6 y 24, Islas del Rosario y Golfo de Morrosquillo) y 1,50 cm (estación 38, Cabo de La Vela). A nivel de áreas, San Andrés se destacó por presentar el menor ancho de sus hojas (0,99 cm), mientras que las hojas más anchas (1,25 cm) se registraron en el Cabo de La Vela, Portete y el Parque Tayrona ([Figura 5e](#)).

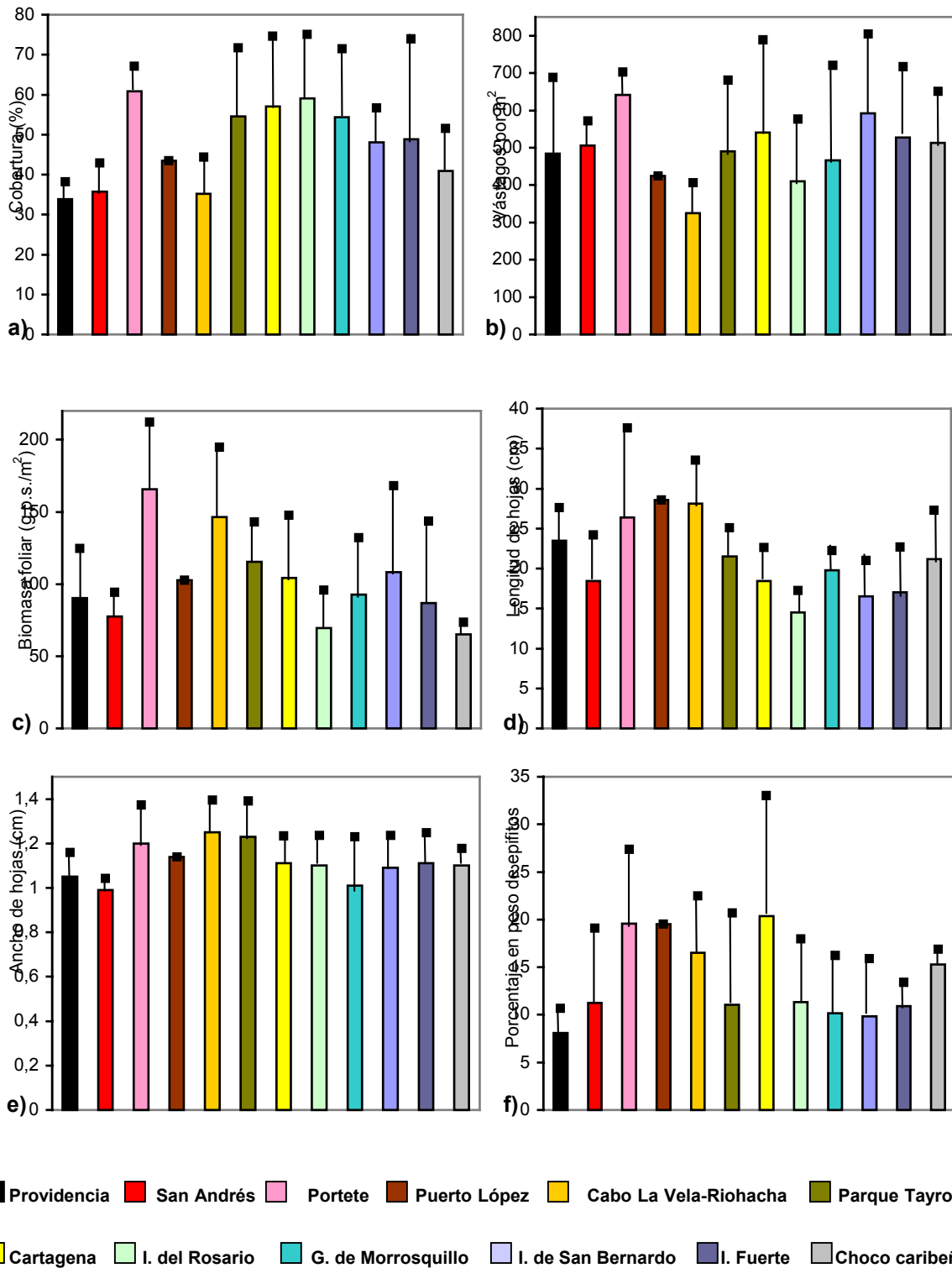


Figura 5. Variación espacial de la estructura de las praderas de *T. testudinum* en el Caribe colombiano. a) Cobertura relativa, b) densidad de vástagos, c) Biomasa foliar, d) longitud de hojas, e) ancho de hojas y f) epifitismo. Las barras representan el valor promedio de las estaciones de cada área y las líneas negras las desviaciones estandar.

3.1.6. Porcentaje en peso de epífitos. Fue junto con la biomasa foliar y la densidad, una de las medidas más variables de las praderas. La variación del parámetro estuvo entre 41,89% (estación 3, Cartagena) y 2,96% (estación 11, Islas del Rosario), con un promedio de 13,40% ($\pm 7,94$). El área que presentó un menor porcentaje de epífitos (8,09%) fue Providencia ([Figura 5f](#)). Las praderas de Cartagena obtuvieron, por su parte, los mayores valores, siendo el promedio para esta área de 20,39%.

3.1.7. Tamaño y origen del sedimento. Las arenas medias y gruesas se constituyeron en el tipo de sedimento más frecuente (>50% de las praderas) en los lechos de *T. testudinum* del Caribe colombiano ([Figura 6a](#)). Los bloques sólo se presentaron en la estación 18 (Isla Fuerte), la cual a su vez presentó el menor valor de cobertura. Las arenas finas y lodos predominaron en las áreas del Cabo de La Vela-Riohacha, Portete, y el Golfo de Morrosquillo.

Por su parte, el origen del sedimento predominante en las praderas muestreadas fue el bioclástico (>50% de las estaciones, [Figura 6b](#)), siendo más frecuente en los sectores coralinos de Islas de San Andrés y Providencia, Islas del Rosario e Islas de San Bernardo ([ver Anexo B](#)). De lejos le sigue el litoclástico, con el 20%, predominando en el Cabo de La Vela-Riohacha, Portete y el Parque Tayrona. El restante 30% estuvo dividido entre litobioclástico y biolitoclástico.

3.1.8. Biotopos adyacentes. Se encontraron cinco diferentes biotopos adyacentes a las praderas: playas, fondos desnudos, manglares, formaciones coralinas y litorales rocosos. Sin embargo, el primero no se tuvo en cuenta porque no alberga fauna alguna que se interrelacione directamente con las praderas de pastos marinos. Los fondos desnudos y manglares obtuvieron los valores promedio más altos de influencia ([Tabla 2](#)).

El grado de mosaicismo o de influencia promedio general de las praderas fue $15,8 (\pm 5,5)$. Las estaciones en las áreas que presentaron en promedio praderas altamente influenciadas por los biotopos adyacentes estuvieron localizadas en el Parque Tayrona y Cartagena. Las áreas del Cabo de La Vela-Riohacha y Puerto Lopez, por el contrario aparecen como poco influenciadas por los biotopos adyacentes. Por su parte, las praderas de Providencia, Parque Tayrona y Cartagena aparecen como las más diversas en cuanto a biotopos se refiere, pues son las únicas donde ocurren los cuatro ambientes tenidos en cuenta ([Tabla 2](#)). Esta influencia, como se tratará más adelante, está relacionada de cierta manera con la diversidad de la fauna asociada.

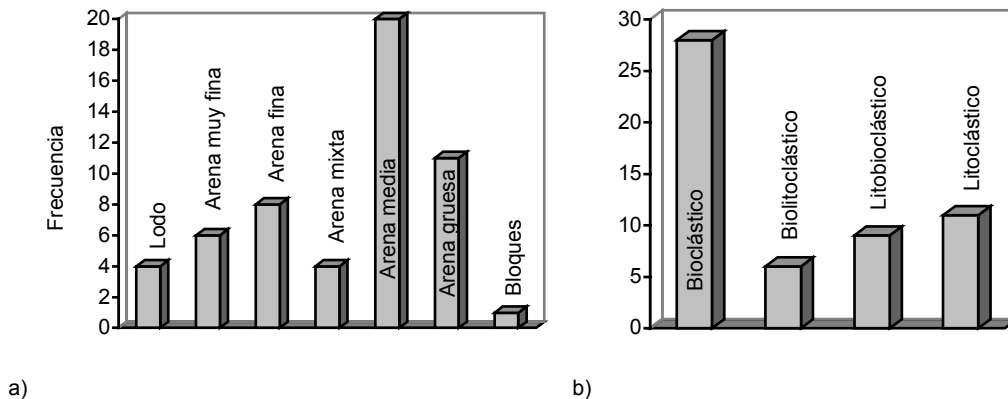


Figura 6. Frecuencia del tipo y origen de sedimento predominante en las praderas de *T. testudinum* en el Caribe colombiano. a) Tipo de sedimento; b) Origen del sedimento.

3.2. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD

3.2.1. Composición general. En las 55 estaciones de muestreo fueron identificadas 301 especies pertenecientes a 8 phyla, 172 familias y 246 géneros ([ver Anexo C](#), Ordenamiento taxonómico). En la [tabla 3](#) se resumen las características estructurales de la fauna asociada a cada estación.

Tabla 2. Influencia de los diferentes biotopos y grado de mosaicismo promedio en las estaciones de las áreas de muestreo.

Área	Fondo desnudo	Formación coralina	Litoral rocoso	Manglar	Grado de mosaicismo
Cabo de La Vela-Riohacha	5,4				5,4
Choco Caribeño	6,7		4,0	6,7	17,3
Cartagena	7,8	4,5	4,0	6,5	22,8
Golfo de Morrosquillo	7,4	3,0		4,0	14,4
Isla Fuerte		8,0		7,0	15,0
Islas de San Bernardo	8,0	3,7		6,0	17,7
Islas del Rosario		5,0		7,0	12,0
Portete	5,0	4,5		9,0	18,5
Providencia	5,3	1,3	5,0	6,5	18,2
Puerto López	8,0			1,0	9,0
San Andrés	5,7	4,0		4,3	14,0
Tayrona	8,2	4,3	3,7	9,0	25,2
Promedio general	6,7	4,3	4,1	6,1	15,8
Desviación estandar	1,3	1,8	0,5	2,3	5,5

Los moluscos se destacaron por ser el grupo con el mayor número de especies (70), y también el mejor representado en cuanto a número de familias (42) y géneros (59; [Figura 7](#) y [Anexo C](#)). Les siguen en este orden los crustáceos (61 especies), peces (55), esponjas (44), cnidarios (38), equinodermos (18), poliquetos (8) y tunicados (6).

El promedio de especies por estación estuvo en 27,3 ($\pm 8,46$), y fluctuó entre 10 (Estación 32, Puerto López) y 47 especies (Estación 18 en Isla Fuerte; [ver Tabla 3](#)), siendo las áreas de Isla Fuerte ($35,7 \pm 9,1$) y Bahía Portete ($31 \pm 3,6$) las que presentaron un mayor promedio de especies en sus praderas. En contraste, las áreas de Providencia ($22,7 \pm 3,4$), San Andrés ($24 \pm 10,1$) y Puerto López (10) registraron un menor número de especies.

3.2.1.1. Frecuencia de especies. Las bondades del ecosistema para alojar fauna asociada se reflejan en la variedad de grupos representados, ya que las cuatro especies más frecuentes de todo el muestreo fueron, en su orden, el pez *Sparisoma radians* (69,1%), el erizo *Lytechinus*

variegatus (65,4%), el molusco *Modulus modulus* (54,5%) y la esponja *Niphates erecta* (50,9%). En general, la frecuencia promedio de las especies fue muy baja ($9,1\% \pm 11,5$) y ninguna estuvo presente en las 55 estaciones ([Anexo D](#)). Las cuatro especies principales arriba mencionadas representan además el 50% de los phyla o grupos encontrados asociados a las praderas.

De los ocho grupos colectados, seis (cnidarios, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos y peces) presentaron una frecuencia igual o mayor al 90%, mientras que los poliquetos y tunicados fueron los menos frecuentes, encontrándose sólo en el 69% y 43% de las estaciones respectivamente, siendo en todo caso valores de frecuencia altos. A pesar que ninguna especie estuvo presente en el total de estaciones, los altos valores de frecuencia de los phyllums y/o clases muestran la capacidad que tiene el ambiente para albergar diversidad de grupos.

3.2.1.2. Abundancia. A 227 especies les fue estimada su abundancia de manera directa, obteniendo así 11919 individuos. En el caso de las 64 especies a las cuales se les evaluó por intervalos (esponjas y algunos peces pelágicos) se estimó una abundancia de 5847 individuos. Se obtuvo entonces una abundancia general estimada de 17766 individuos en el total de estaciones muestreadas.

La abundancia por estación osciló entre 18 y 920 individuos, con un valor promedio de 323 ($\pm 242,7$ individuos). En gran medida los valores altos fueron resultado de la localizada alta abundancia de algunas especies, entre las que se destacan el erizo *Lytechinus variegatus* y el bivalvo *Brachidontes modiolus* (en la Guajira), así como los corales *Siderastrea radians* y *Porites porites* (en Choco caribeño e Islas de San Bernardo, respectivamente).

Tabla 3. Características estructurales de las estaciones de muestreo. E: estación, Pf: profundidad S (somera) y P (profunda), S: número de especies, N: número de individuos en cada estación y %: porcentaje de la especie más abundante en la estación.

E	Pf	Área	S	A	Especie dominante	%
1	S	Tayrona	27	94,5	<i>Siderastrea radians</i>	22,2
2	P	Tayrona	24	191,5	<i>Haemulon aurolineatum</i>	44,6
3	S	Cartagena	25	221,5	<i>Eucinostomus</i> sp	38,6
4	S	Cartagena	36	328,5	<i>Niphates erecta</i>	26,0
5	S	Islas del Rosario	22	127	<i>Siderastrea radians</i>	22,8
6	P	Islas del Rosario	21	95,5	<i>Haemulon aurolineatum</i>	42,4
7	P	Cartagena	21	114	<i>Halichoeres bivittatus</i>	22,4
8	S	Cartagena	24	102	<i>Porites porites</i>	56,9
9	S	Islas del Rosario	40	653,5	<i>Manicina areolata</i>	33,7
10	P	Cartagena	23	111	<i>Haemulon aurolineatum</i>	23,0
11	S	Islas del Rosario	42	245,5	<i>Desmapsamma anchorata</i>	34,8
12	P	Islas del Rosario	20	191,5	<i>Halichoeres bivittatus</i>	31,6
13	P	Tayrona	35	422,5	<i>Eupolytnia</i> sp	49,2
14	S	Tayrona	30	323,5	<i>Desmapsamma anchorata</i>	26,4
15	S	Tayrona	41	383	<i>Cladocora arbuscula</i>	22,7
16	S	Cartagena (Isla Arena)	16	68	<i>Siderastrea radians</i>	33,8
17	P	Isla Fuerte	39	593,5	<i>Niphates erecta/Desmapsamma anchorata</i>	14,4
18	S	Isla Fuerte	47	794,5	<i>Porites porites</i>	16,7
19	P	Isla Fuerte	27	105	<i>Tozeuma carolinense</i>	18,1
20	S	Isla Fuerte	30	269	<i>Niphates erecta</i>	31,8
21	S	Golfo de Morrosquillo	11	26	<i>Niphates erecta</i>	30,8
22	P	Golfo de Morrosquillo	29	291,5	<i>Porites porites</i>	29,5
23	S	Golfo de Morrosquillo	39	476	<i>Niphates erecta/Pseudaxinella</i> sp.	18,0
24	S	Golfo de Morrosquillo	24	157,5	<i>Amphimedon erina</i>	54,3
25	P	Golfo de Morrosquillo	18	118	<i>Lytechinus variegatus</i>	49,2
26	P	Islas de San Bernardo	30	290	<i>Pseudaxinella</i> sp.	29,5
27	S	Islas de San Bernardo	35	643,5	<i>Siderastrea radians</i>	40,9
28	P	Islas de San Bernardo	27	96,5	<i>Halichoeres bivittatus</i>	26,4
29	P	Islas de San Bernardo	29	382,5	<i>Porites porites</i>	39,2
30	P	Tayrona	35	185,5	<i>Haemulon aurolineatum</i>	46,1
31	S	Tayrona	16	296	<i>Lytechinus variegatus</i>	77,0
32	S	Puerto López	10	18	<i>Tozeuma carolinense</i>	33,3
33	S	Portete	34	216	<i>Chondilla nucula</i>	28,0
34	S	Portete	27	533,5	<i>Modulus modulus</i>	31,3
35	S	Portete	32	911	<i>Cerithium eburneum</i>	27,9
36	S	Cabo de La Vela-Riohacha	42	259	<i>Ascidia</i> sp	19,3
37	S	Cabo de La Vela-Riohacha	42	360,5	<i>Eunicea</i> sp	52,7
38	P	Cabo de La Vela-Riohacha	23	734	<i>Lytechinus variegatus</i>	60,2
39	P	Cabo de La Vela-Riohacha	26	269,5	<i>Lytechinus variegatus</i>	51,6
40	S	Cabo de La Vela-Riohacha	22	571,5	<i>Brachidontes modiolus</i>	80,5
41	P	Cabo de La Vela-Riohacha	23	809,5	<i>Lytechinus variegatus</i>	47,8
42	S	Cabo de La Vela-Riohacha	21	436	<i>Brachidontes modiolus</i>	91,7
43	P	Cabo de La Vela-Riohacha	26	920	<i>Brachidontes modiolus</i>	70,7
44	S	Choco Caribeño	26	151	<i>Tedania ignis</i>	40,1
45	P	Choco Caribeño	25	334,5	<i>Cerithium eburneum</i>	76,2
46	S	Choco Caribeño	36	533,5	<i>Siderastrea radians</i>	51,2
47	P	San Andrés	18	89	<i>Cerithium litteratum</i>	16,9
48	S	San Andrés	13	423	<i>Cerithium litteratum</i>	93,1
49	S	San Andrés	31	251,5	<i>Chondilla nucula/Tedania ignis</i>	24,1
50	P	San Andrés	34	848,5	<i>Bartholomea annulata</i>	60,9
51	S	Providencia	24	171	<i>Ircinia strobilina</i>	23,7
52	P	Providencia	20	71,5	<i>Halichoeres bivittatus</i>	35,7
53	S	Providencia	20	241	<i>Bartholomea annulata</i>	73,4
54	P	Providencia	27	182	<i>Cerithium litteratum</i>	19,2
55	S	Tayrona	18	33	<i>Columbella mercatoria</i>	12,1
Promedio (desviación estandar)			27,3 ± (8,46)	342 ± (242,7)		39,5

Las esponjas, con 4274 individuos, fue el grupo más abundante en los muestreos (Figura 7), seguidos en orden por los moluscos (4059 individuos) y cnidarios, principalmente corales y anémonas, (3641). Muy detrás siguen los equinodermos (2162), peces (1989), crustáceos (895), poliquetos (614) y tunicados (132). A nivel de especies, sólo 10 especies contribuyeron con más del 50% del total de individuos, destacándose el erizo *L. variegatus* con 1868 individuos (10,5% del total), el bivalvo *B. modiolus* con 1730 individuos (9,7%), los corales *Siderastrea radians* y *Porites porites* con 1090 y 759 (6,1% y 4,3% respectivamente), la anémona *Bartholomea annulata* con 758 (4,26%) y el gastrópodo *Cerithium litteratum* con 739 (4,2%). Lo anterior, sumado a que alrededor de 268 especies (el 90% de las especies) contribuyeron con menos del 1% del total de individuos, muestra que la abundancia se concentró hacia ciertos grupos, y en particular en pocas especies (ver Tabla 3, especies con más del 50% de abundancia).

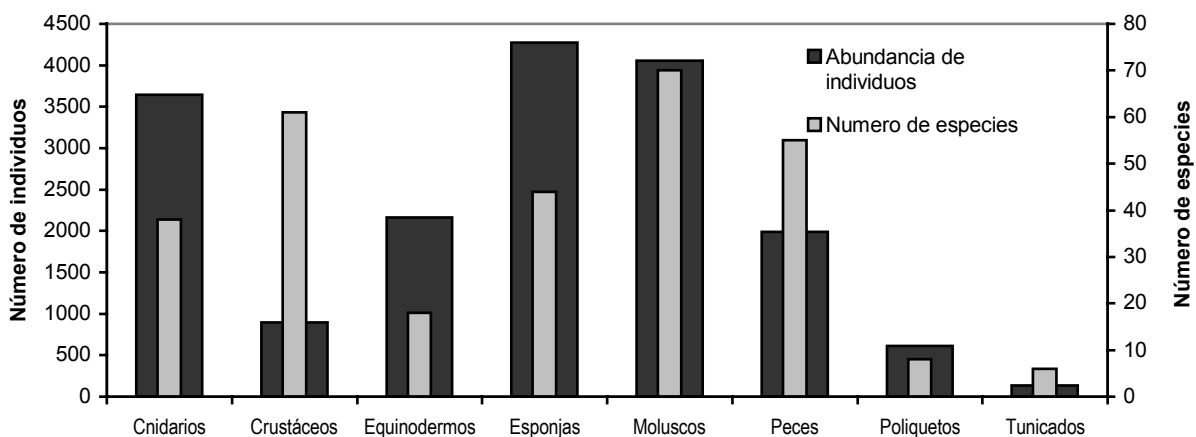


Figura 7. Riqueza de especies y abundancia de individuos para cada uno de los grupos taxonómicos colectados. La densidad de las esponjas corresponde a un estimativo de la abundancia de éstas obtenida a partir de la sumatoria de los promedios de los intervalos de cada estación. La densidad total de peces corresponde a la suma de los valores promedio de intervalos y de los conteos por estación.

Las estaciones localizadas en las áreas del sector de la Guajira, a excepción de la de Puerto López, registraron los mayores valores de abundancia debido principalmente a la presencia del

erizo *L. variegatus* y del bivalvo *B. modiolus*. Valores bajos se obtuvieron en las áreas de Cartagena, Golfo de Morrosquillo y Providencia.

3.2.1.3. Relación de la frecuencia con la abundancia de especies. En un gráfico donde se relacionen la frecuencia de ocurrencia de las especies y sus respectivas abundancias se logran diferenciar 7 tipos o grupos de especies: 1) las ampliamente distribuidas y muy abundantes, 2) ampliamente distribuidas pero poco abundantes, 3) poco distribuidas y muy abundantes, 4) poco distribuidas y poco abundantes, 5) restringidas y muy abundantes, 6) restringidas y poco abundantes, y 7) restringidas y escasas (Digby y Kempton, 1987). Para este estudio se decidió que una especie está ampliamente distribuida si se encontró en más del 66% de las estaciones, poco distribuida si se encontró entre el 33% y 66% de las estaciones y restringida si apareció en menos del 33%. Por su parte, es una especie muy abundante si presentó más de 1000 individuos, poco abundante entre 10 y 1000 y escasa menos de 10. Estos intervalos de abundancia seleccionados resultaron de la escala logarítmica empleada en el gráfico.

Al graficar estos dos atributos de acuerdo con la clasificación mencionada anteriormente, se encontró que no hubo especies pertenecientes a la categoría 1 (ampliamente distribuida y muy abundante) ([Figura 8](#); ver [Anexo D](#)). Así mismo, se identificó al pez loro *Sparisoma radians* como una especie poco abundante pero ampliamente distribuida (categoría 2) en toda el área de muestreo. Por su parte, el coral *Siderastrea radians* y el erizo *Lytechinus variegatus* se encontraron menos distribuidas geográficamente pero mostraron ser especies muy abundantes en las praderas (categoría 3). Igualmente, los resultados mostraron que dentro de las especies poco abundantes y poco distribuidas (categoría 4) se encuentra el gasterópodo *Modulus modulus*, la esponja *Niphates erecta*, el pez *Haemulon aurolineatum*, el poliqueto *Eupolyornia* sp y el camarón carideo *Tozeuma carolinense*. El bivalvo *B. modiolus* se consideró localmente muy abundante (categoría 5). Algunas de las especies (30% del total) que pueden considerarse poco abundantes y restringidas geográficamente a algunas praderas del Caribe colombiano (categoría 6), según los

resultados obtenidos, son el coral *Porites porites*, la esponja *Chondrilla nucula*, el pez *Acanthurus chirurgus*, el bivalvo *Arca zebra*, el cangrejo ermitaño *Paguristes zebra*, el erizo *Echinometra lucunter* y el gusano de fuego *Hermodice carunculata*, entre otras. Finalmente, el 63% de las especies colectadas se destacaron por ser especies restringidas y escasas en las praderas muestreadas (categoría 7). Dentro de este grupo están el cangrejo *Actaea setigera*, el gasterópodo *Strombus gigas*, la esponja *Oceanapia peltata*, el pez *Chaetodon capistratus* y el erizo *Eucidaris tribuloides*, entre otros.

3.2.1.4. Estrategias de vida y de alimentación. Luego de analizar la información de las especies muestreadas, y a partir de las cinco categorías definidas para estrategias de vida (sésiles sobre el sustrato, sésiles sobre los vástagos, sedentarios sobre el sustrato, sedentarios sobre los vástagos y vágiles), se encontró que las especies observadas estuvieron divididas en su mayoría en sedentarias sobre el sustrato (30,6%) y sésiles sobre el sustrato (30,2%). Sin embargo, en cuanto a la abundancia de organismos se halló que cerca del 60% de los individuos pertenecen a especies sésiles que viven sobre el sustrato y el 24% son vágiles. Vale la pena anotar que las especies vágiles mostraron igual proporción en cuanto a la riqueza de especies y abundancia del grupo ([Figura 9a](#)).

Del análisis de las cinco categorías definidas para alimentación (carnívoros, herbívoros, omnívoros, depositívoros y suspensívoros) contrario a lo que podría pensarse las especies herbívoras fueron escasas, sólo el 8% y 21,7% del total de especies e individuos respectivamente, comparado con las de hábitos carnívoros (39,2% del total de especies), suspensívoros (25,2%), depositívoros (16,6%) y omnívoros (10,6%; [Figura 9b](#)). Por su parte los suspensívoros y carnívoros portaron el 39,2% y 30,2% del total de individuos respectivamente. Según Vegas (1971) las especies suspensívoras y depositívoras pueden incluirse en un solo grupo, el de los detritívoros. Con ello resulta que el 41,8% de las especies y el 42,6% de los individuos colectados aprovechan la vía del detritos como fuente de energía, siendo el grupo más importante.

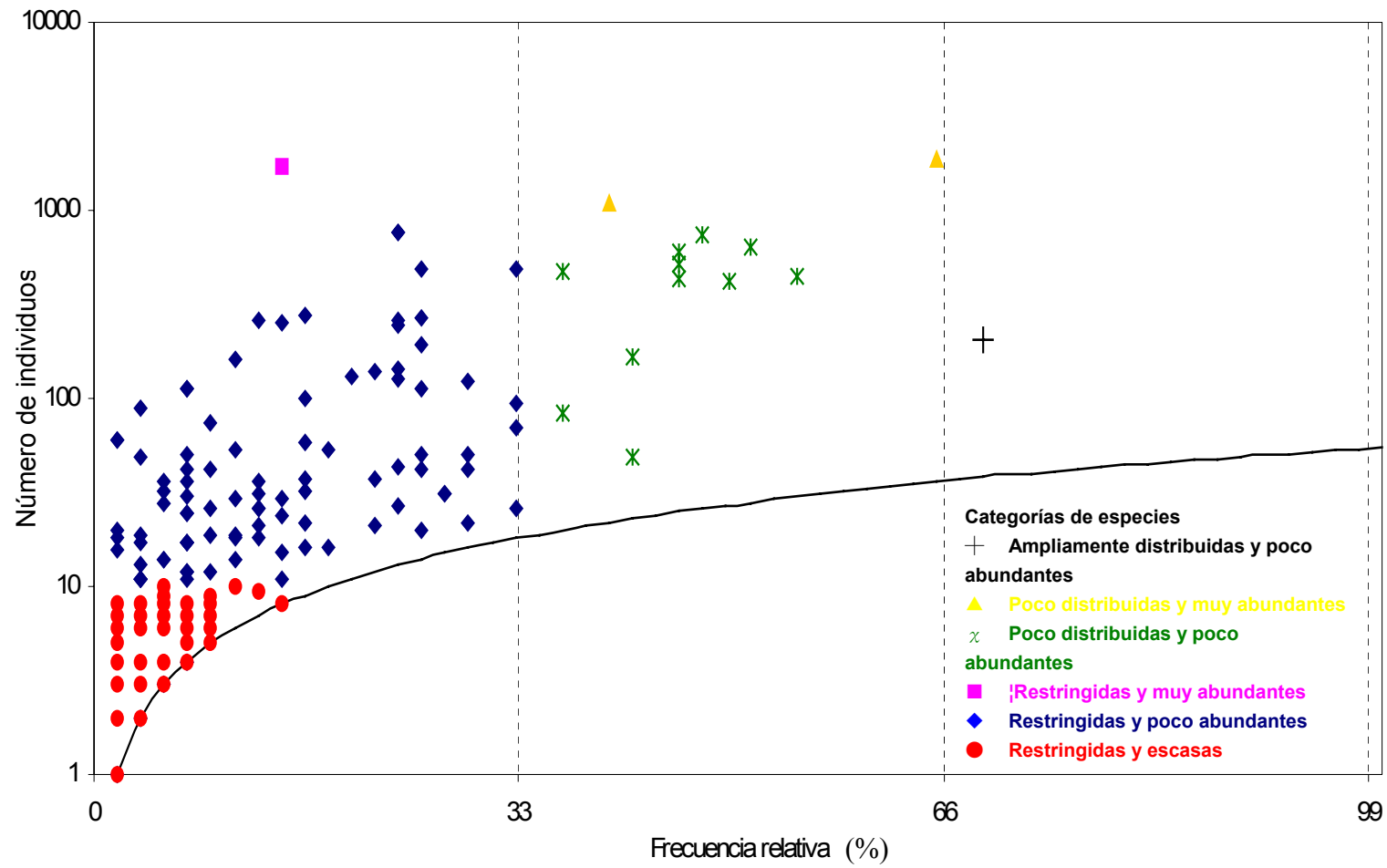


Figura 8. Relación entre la abundancia de individuos y la frecuencia de ocurrencia de las especies de la macrofauna asociada a *Thalassia testudinum* en el Caribe colombiano. En el anexo D se encuentra la lista de las especies que pertenecen a cada categoría.

3.2.2. Grupos Taxonómicos

3.2.2.1. Cnidarios. Los cnidarios aportaron el 12,6% de las especies identificadas y el 20,5% del total de individuos. La frecuencia de ocurrencia de este grupo en los muestreos fue del 94%, siendo la mayoría corales hermatípicos y anémonas. La familia de corales Faviidae, con siete especies, fue la mejor representada.

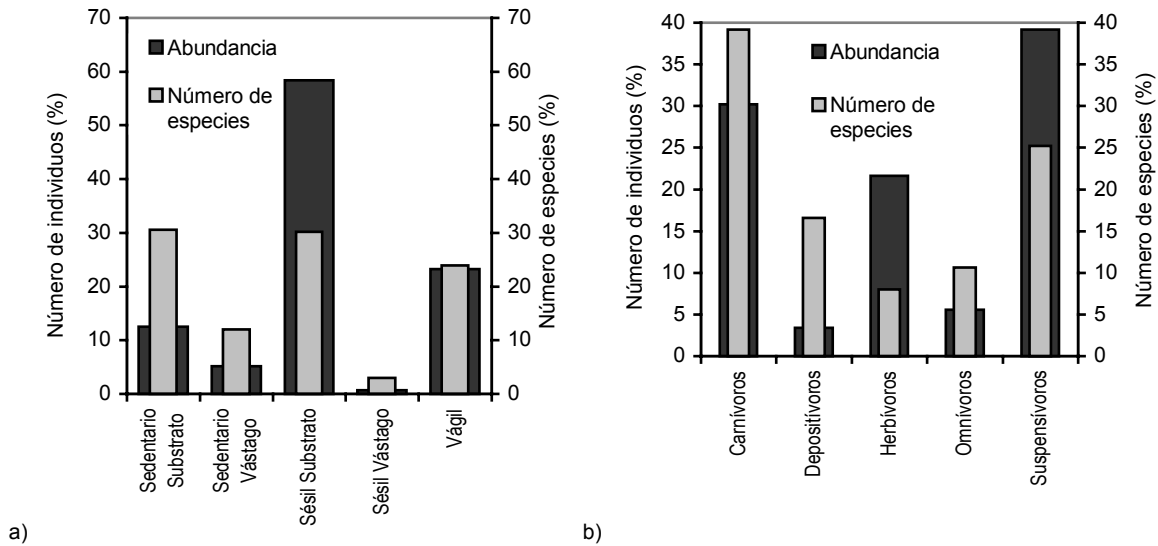


Figura 9. Distribución de las especies y la abundancia de individuos de acuerdo a la estrategia de vida (a) y estrategia de alimentación (b).

Los corales *Siderastrea radians* (40% de frecuencia y 29% de abundancia) y *Porites porites* (23,7% y 21%), junto con la anémona *Bartholomea annulata* (23,7% y 21%) fueron los cnidarios más frecuentes y abundantes dentro de los muestreos (Figura 10a), pero concentraron su abundancia en las áreas del Choco caribeño (estación 46), Islas de San Bernardo (est. 29) y San Andrés (est. 50), respectivamente. Lo anterior se reflejó en las categorías definidas para la relación frecuencia-abundancia de especies, ya que la mayoría de los cnidarios se encontraron repartidos en dos de

éstas categorías: poco abundantes y restringidas (categoría 6) y escasas y restringidas (categoría 7; ver [Tabla 4](#)), respectivamente. Adicionalmente, todas las especies de este grupo son carnívoras, consumidoras tanto de zooplancton como de micro y macroinvertebrados. Dado que la mayoría de las especies son corales hermatípicos y anémonas, un gran porcentaje (67%) de éstas clasifican dentro del grupo de los sésiles sobre el sustrato. Algunas anémonas pequeñas también contribuyeron al grupo de los sedentarios sobre el sustrato.

Tabla 4. Comparación por grupo de las categorías según la relación frecuencia-abundancia de especies, estrategia de vida y de alimentación. Se muestran para cada grupo y atributo la categoría más frecuente y la que presentó un mayor número de individuos.

Grupo	Relación frecuencia-abundancia	Estrategia de vida		Estrategia de alimentación	
	Categoría más frecuente	Categoría más frecuente	Categoría más abundante	Categoría más frecuente	Categoría más abundante
Cnidarios	Poco abundantes y restringidas	Sésil Sustrato	Sésil Sustrato	Carnívoro	Carnívoro
Crustáceos	Poco abundantes y restringidas	Sedentario Sustrato	Sedentario Sustrato	Depositívoro	Depositívoro
Equinodermos	Poco abundantes y restringidas	Vágil	Vágil	Herbívoro	Herbívoro
Esponjas	Poco abundantes y restringidas	Sésil Sustrato	Sésil Sustrato	Suspensívoro	Suspensívoro
Moluscos	Restringidas y escasas	Sedentario Sustrato	Sésil Sustrato	Herbívoro	Suspensívoro
Peces	Poco abundantes y restringidas	Vágil	Vágil	Carnívoro	Carnívoro
Poliquetos	Poco abundantes y restringidas	Sésil Sustrato	Sésil Sustrato	Suspensívoro	Suspensívoro
Tunicados	Poco abundantes y restringidas	Sésil Sustrato	Sésil Sustrato	Suspensívoro	Suspensívoro

Por otra parte, cuatro especies de hidroides fueron encontradas asociadas a las praderas. A pesar de que no fue posible identificar las familias ni las especies a las que pertenecían dada la escasa bibliografía disponible para este grupo, se puede decir que los morfotipos 1 y 4, fueron los más frecuentes y abundantes. La primera se encontró creciendo sobre el sustrato y la segunda sobre las hojas de *T. testudinum*.

3.2.2.2. Crustáceos. Los crustáceos (61 especies; ver [Figura 7](#)) constituyeron el 20,3% del total. Todos, a excepción de un isópodo y un estomatópodo, son decápodos. En cuanto a la abundancia, este grupo aportó sólo el 5,% del total de individuos. Las familias mejor representadas fueron Diogenidae, Xanthidae y Mithracidae, con 8, 7, y 5 especies respectivamente.

El camarón carideo *Tozeuma carolinense* (63%), el ermitaño *Pagurus brevidactylus* (55%), el cangrejo *Mithraculus fórceps* (44%), el estomatópodo *Pseudosquilla ciliata* (44%) y el cangrejo *Microphrys bicornutus* (41%) fueron las más frecuentes ([ver Anexo D](#)). En cuanto a la abundancia *T. carolinense* (39% individuos) junto con *Paguristes zebra* (19%) y *Calcinus tibicen* (13%) fueron las especies más numerosas ([Figura 11b](#); ver [Anexo D](#)), aportando más del 64% del total de individuos de su grupo.

Los crustáceos resultaron ser en su mayoría especies escasas y restringidas a algunas zonas. Así mismo, más del 50% de las especies resultaron ser sedentarios viviendo sobre el sustrato y consumidores de detritus depositado en el fondo ([ver Anexo D](#)). Otro gran porcentaje (31%) fueron omnívoros. Este resultado es igualmente válido para las estrategias de vida y de alimentación en cuanto al número de individuos.

3.2.2.3. Equinodermos. Este grupo estuvo representado por 18 especies (6% del total; [ver Figura 7](#)). Las familias Echinometridae (erizos) y Holothuriidae (pepinos), con tres especies cada una, fueron las mejor representadas ([ver Anexo C](#)). Los erizos *Lytechynus variegatus* (1868 individuos, 87% del total de equinodermos observados) y *Echinometra lucunter* (3%), y la estrella de mar *Oreaster reticulatus* (2%) se constituyeron en los equinodermos más abundantes de las praderas ([Figura 9c](#)). En cuanto a la frecuencia de ocurrencia, el orden anterior se mantuvo, pero el erizo *Tripneustes ventricosus* tomó el lugar de *E. lucunter*, siendo el tercer equinodermo más frecuente. *L. variegatus* concentró su abundancia en el área de la Guajira. Así mismo, se convirtió en el herbívoro más abundante y frecuente de las praderas estudiadas.

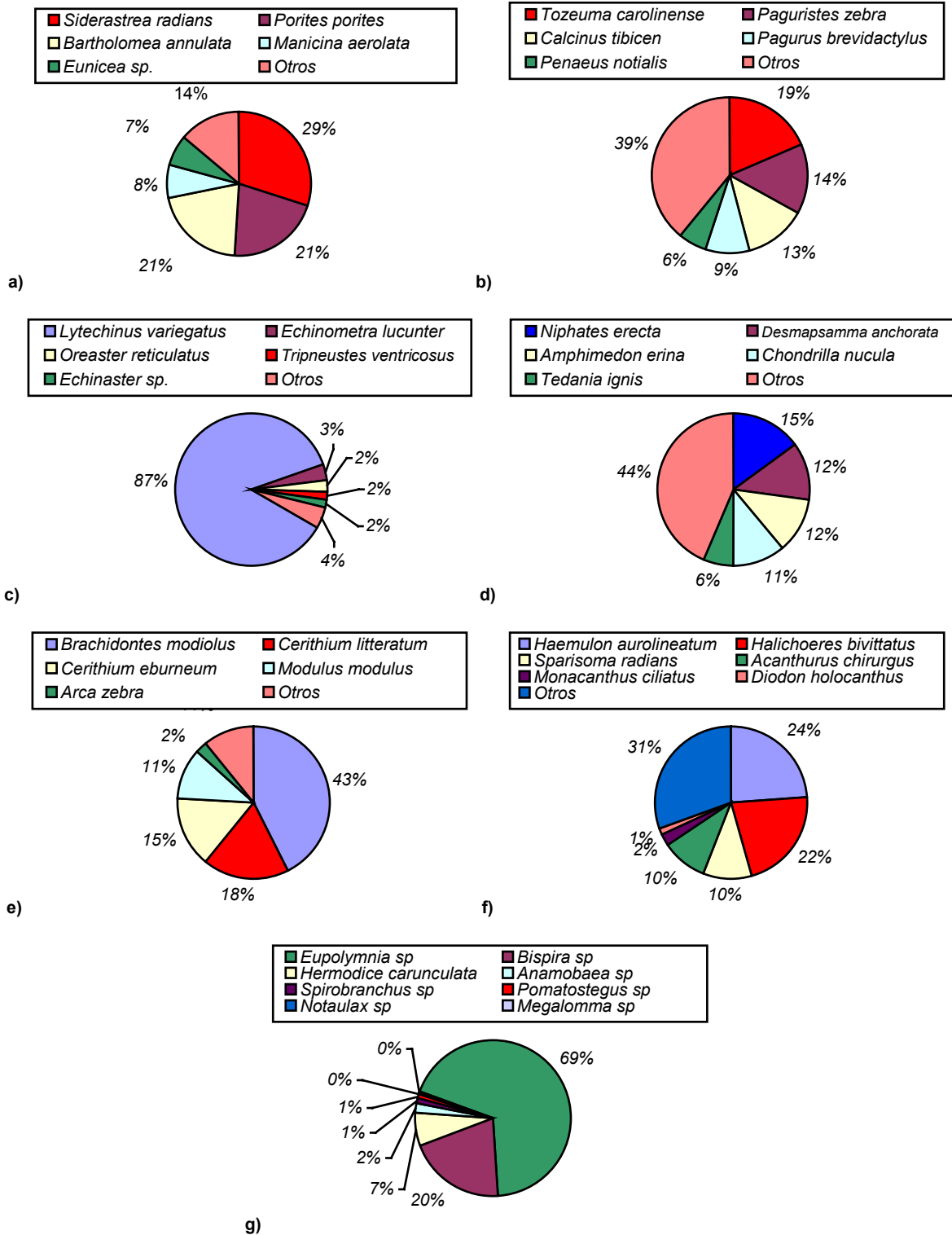


Figura 10. Distribución porcentual de la abundancia de especies en: a) Cnidarios, b) crustáceos, c) equinodermos, d) esponjas, e) moluscos, f) peces (se fusionaron los datos de las especies pelágicas con las bentónicas y demersales), g) poliquetos.

Las especies de este grupo resultaron ser en su mayoría poco abundantes y restringidas (categoría 6). *L. variegatus* fue la única especie perteneciente a la categoría 3 (muy abundantes pero poco distribuidas). Por otra parte, el número de especies vágiles (9) y sedentarias sobre el sustrato (8) fue similar. Solo una especie, el pepino *Synaptula* sp se halló deslizándose sobre los vástagos de *T. testudinum*. El 61% de las especies de equinodermos registrados fueron depositívoros. Los herbívoros, aunque no fueron tan diversos (26% de las especies, todos erizos) sí fueron numerosos, aportando el 92% del total de equinodermos registrados ([Figura 10c](#)).

3.2.2.4. Esponjas. Las esponjas, a pesar de tener un número alto de individuos (4274; ver [Figura 7](#)), aportaron sólo el 14,6% de las especies. Las familias de este grupo presentaron por lo general dos especies cada una, destacándose Dysideidae, Mycalidae y Niphatidae como las únicas con tres especies. Al interior del grupo, las especies *Niphates erecta* (15%), *Desmapsamma anchorata* (12%), *Amphimedon erina* (12%) y *Chondrilla nucula* (11%) fueron las más abundantes ([Figura 10d](#)). Las tres primeras especies fueron también las más frecuentes.

Todas las especies de este grupo se caracterizaron por encontrarse restringidas a ciertos lugares, ya fuera de manera abundante o escasa (categorías 6 y 7). De otra parte, todas pertenecen a la categoría de suspensívoras y viven sésiles sobre el sustrato ([ver Anexo D](#)). Sin embargo, algunas especies, como *Hyatella cavernosa*, se les encontró utilizando los vástagos de *Thalassia* como sustrato para crecer.

3.2.2.5. Moluscos. Los moluscos, con el 23% de las especies encontradas, fue el grupo más representativo en cuanto a riqueza de especies (70; [ver Figura 7](#)). Dentro de éstas, los gastrópodos *Modulus modulus*, *Cerithium litteratum* y *C. eburneum*, así como los bivalvos *Pinna carnea* y *Atrina seminuda* fueron los más frecuentes. El bivalvo *B. modiolus* fue el más abundante, aportando el 42,6% de los individuos de su grupo ([ver Figura 10e](#)), seguido de lejos por *C. litteratum* (18.2% del total de su grupo), *C. eburneum* (14,9%) y *M. modulus* (11%). La familia

mejor representada fue Muricidae, con 6 especies. Todas las demás familias de este grupo estuvieron representadas al menos por dos especies ([ver Anexo C](#)).

Las especies de moluscos se caracterizaron por ser casi en su totalidad escasas y restringidas (54 especies). *B. modiolus* fue la única que resultó ser muy abundante, aunque estuvo restringida a unas cuantas praderas de la Guajira. De otra parte, la mayoría de especies correspondieron a las categorías de sedentarios sobre el sustrato (27 especies) y sobre los vástagos (20). Las especies carnívoras (23) dominaron sobre las demás ([ver Anexo D](#)). Sin embargo, los moluscos suspensívoros y herbívoros predominaron en número aportando el 48,7% y 35,4% del total de individuos respectivamente.

3.2.2.6. Peces. Se contabilizaron 35 especies de peces bentónicos y demersales y se estimó un total de 20 especies de peces pelágicos ([ver Figura 7](#) y [Anexo C](#)). En cuanto a la abundancia al interior del grupo y dentro de las especies pelágicas (abundancia estimada en intervalos), el ronco *Haemulon aurolineatum* fue la más abundante con 477,5 individuos (24% del total de individuos), seguida del falso loro *Halichoeres bivittatus* (22%) y el cirujano *Acanthurus chirurgus* (10%). Entre los peces bentónicos y demersales (conteos directos) se destacó el loro *Sparisoma radians* por ser el más abundante (10%), seguido de lejos por *Monacanthus ciliatus* (2%) y *Diodon holocanthus* (1%). Las familias mejor representadas fueron Labrisomidae (falsos loros) con cinco especies, y Scaridae (loros) con cuatro especies ([ver Anexo C](#)).

Todas las especies colectadas se encontraron en alguna forma relacionadas con las praderas de pastos marinos. *Sparisoma radians* fue la única especie abundante y ampliamente distribuida, pero la gran mayoría fueron escasas y restringidas. Así mismo, más del 70% de las especies e individuos se caracterizaron por ser carnívoros, consumidores tanto de invertebrados (p. ej. *Syngnathus cf. caribeus*, *Urolophus jamaicensis* y *Eucinostomus* sp) como de otros peces (p. ej. *Sphyraena barracuda* y *Caranx* sp). Sólo unas cuantas especies son herbívoras (p. ej. *S. radians* y

A. chirurgus) u omnívoras. La mayoría de las especies colectadas (76%) son vágiles ([ver Anexo D](#)).

3.2.2.7. Poliquetos. Ocho especies de poliquetos fueron encontrados en las praderas, siendo la familia Sabellidae la dominante en cuanto a número de especies ([ver Anexo C](#)). El poliqueto espagueti *Eupolyornia* sp (69% de individuos), el sabélido *Bispira* sp (20%) y el gusano errante *Hermodice carunculata* (7%) fueron las más frecuentes y abundantes de este grupo ([Figura 11g](#)). A excepción de la última especie, que es depositívora y vágil, las demás son suspensívoras y viven sedentarias sobre el sustrato. Así mismo, la mayoría de especies de poliquetos resultaron estar restringidas a algunas zonas, pudiendo ser poco abundantes o escasas. *Eupolyornia* sp fue la única especie que se le encontró distribuida, y siendo abundante en las praderas ([ver Anexo D](#)).

3.2.2.8. Tunicados. Fue el grupo con menor representación de especies (6; [Anexo C](#)), siendo la familia Clavelinidae la mejor representada con 2 especies. Los morfotipos de ascidias coloniales *Clavelina* 1 y 2 fueron, junto con la ascidia no colonial sp1 las más abundantes. Los representantes de este grupo se caracterizaron por estar restringidos a algunas zonas y presentarse en gran número, ser suspensívoras y vivir adheridos a los vástagos de *T. testudinum* ([ver Anexo D](#)).

3.3. ANÁLISIS MULTIVARIADO

3.3.1. Asociaciones. El análisis de clasificación mostró que las estaciones son muy disímiles en cuanto a la composición y abundancia de especies, y que no existe una tendencia clara en la formación de las asociaciones finales. Al comparar en una escala de 0 a 1, el grado de disimilaridad fue tal, que la mayor similaridad entre dos estaciones fue sólo de 0,56. Sin embargo,

se observó la formación de dos grandes grupos y dos estaciones aisladas a un nivel de disimilaridad de 0,85 ([Figura 11](#)).

Los dos grandes grupos parecen responder o asociarse según el origen del sedimento y el área de muestreo. El primer grupo (A) está conformado por la mayoría de las estaciones que presentaron sedimento predominantemente bioclástico y con excepción de las correspondientes al área de la Guajira. El grupo B está constituido por estaciones que presentaron sedimento de origen rocoso, ya fuera litoclástico o litobioclástico (área de la Guajira y estación 25 en el golfo de Morrosquillo). No obstante, el área de muestreo es seguramente un atributo que enmascara variables no medidas en el estudio, tales como el grado de turbidez, razón por la cual se asoció la estación 25 con las de la Guajira. Adicionalmente, hay dos estaciones cuya separación de las demás no resulta fácil de explicar, constituyendo dos grupos independientes, la estación 3 de la bahía de Cartagena (grupo C) y la única estación Puerto López en la Guajira (estación 32, grupo D). En el caso de los grupos C y D, existen otras variables que, aunque no definen los grupos, sí dan tendencias en cuanto a la separación de las estaciones como son el porcentaje de epífitos (el mayor en el grupo C) y el largo de las hojas de *T. testudinum* (el mayor en el grupo D). Todas estas tendencias se describen a continuación.

3.3.1.1 Descripción de las asociaciones. La riqueza y abundancia de especies se concentró en los dos grupos principales (A y B), pero la mayor dominancia, así como la mayor abundancia y riqueza promedio se obtuvieron en la asociación B ([Tabla 5](#)). Los resultados del análisis inverso ([Anexo E](#)) muestran que sólo dos especies pueden considerarse generalistas (frecuencia relativa mayor al 60% del total de estaciones): el erizo *L. variegatus* y el pez loro *S. radians*.

La asociación A, constituida por 41 estaciones establecidas todas fuera de la Guajira, se caracterizó por presentar predominio de arenas medias bioclásticas ([Tabla 6](#)). Adicionalmente, los valores promedio de densidad de vástagos, cobertura y grado de influencia de otros biotopos

fueron los más altos. Por el contrario, obtuvo los menores valores para el ancho y longitud de las hojas, así como para el grado de epifitismo. El número de especies promedio fue de $26,6 \pm 8,5$ especies. Esta asociación representa praderas con baja dominancia y alta diversidad promedio.

Tabla 5. Características estructurales de cada grupo o asociación encontrada. Riqueza de especies del grupo (R), Riqueza promedio de especies por estación (R), Número de individuos (N), Abundancia promedio de individuos por estación (N), Índice de Diversidad de Shannon-Weiner, Índice de dominancia de Berger-Parker (Dd), Dominancia relativa (%).

Grupo	R	R	N	N	Diversidad	Dd	Especies dominantes	%
A	244	$26,6 \pm 8,5$	11506	$274 \pm 205,5$	$0,95 \pm 0,22$	$0,36 \pm 0,20$	<i>Siderastrea radians</i>	9,4
							<i>Porites porites</i>	6,6
							<i>Cerithium litteratum</i>	6,4
							<i>Bartholomea annulata</i>	6,2
							<i>Niphates erecta</i>	5,2
B	129	$28,2 \pm 7,8$	6020	$547,3 \pm 263,2$	$0,77 \pm 0,28$	$0,50 \pm 0,22$	<i>Brachidontes modiolus</i>	28,7
							<i>Lytechinus variegatus</i>	23,7
							<i>Modulus modulus</i>	6,2
							<i>Chondrilla nucula</i>	5,2
							<i>Cerithium eburneum</i>	4,4
C	24	-	221	-	0,85	0,39	<i>Eucinostomus</i> sp	38,6
							<i>Haemulon aurolineatum</i>	27,3
							<i>Haemulon</i> sp	11,5
							<i>Pilumnus sayi</i>	2,3
							<i>Calcinus tibicen</i>	1,8
D	10	-	18	-	0,88	0,33	<i>Tozeuma carolinense</i>	33,3
							<i>Bunodeopsis</i> sp	16,7
							<i>Archosargus rhomboidalis</i>	11,1
							<i>Vasum muricatum</i>	5,6
							<i>Modulus modulus</i>	5,6

Dentro de este grupo, se destacan por su abundancia los corales *Siderastrea radians* y *Porites porites*, así como la anémona *Bartholomea annulata*. Vale la pena mencionar que el primer coral fue el más abundante. El 28,5% de los individuos fueron esponjas, 28,2% cnidarios (corales y anémonas), 14,2% peces, 12,3% moluscos, 5,6% equinodermos, 5,4% crustáceos y el resto lo aportaron los poliquetos y las ascidias no coloniales. Aunque la abundancia de individuos fue la más alta, la abundancia promedio de las estaciones fue menor que en el grupo B (Tabla 5).

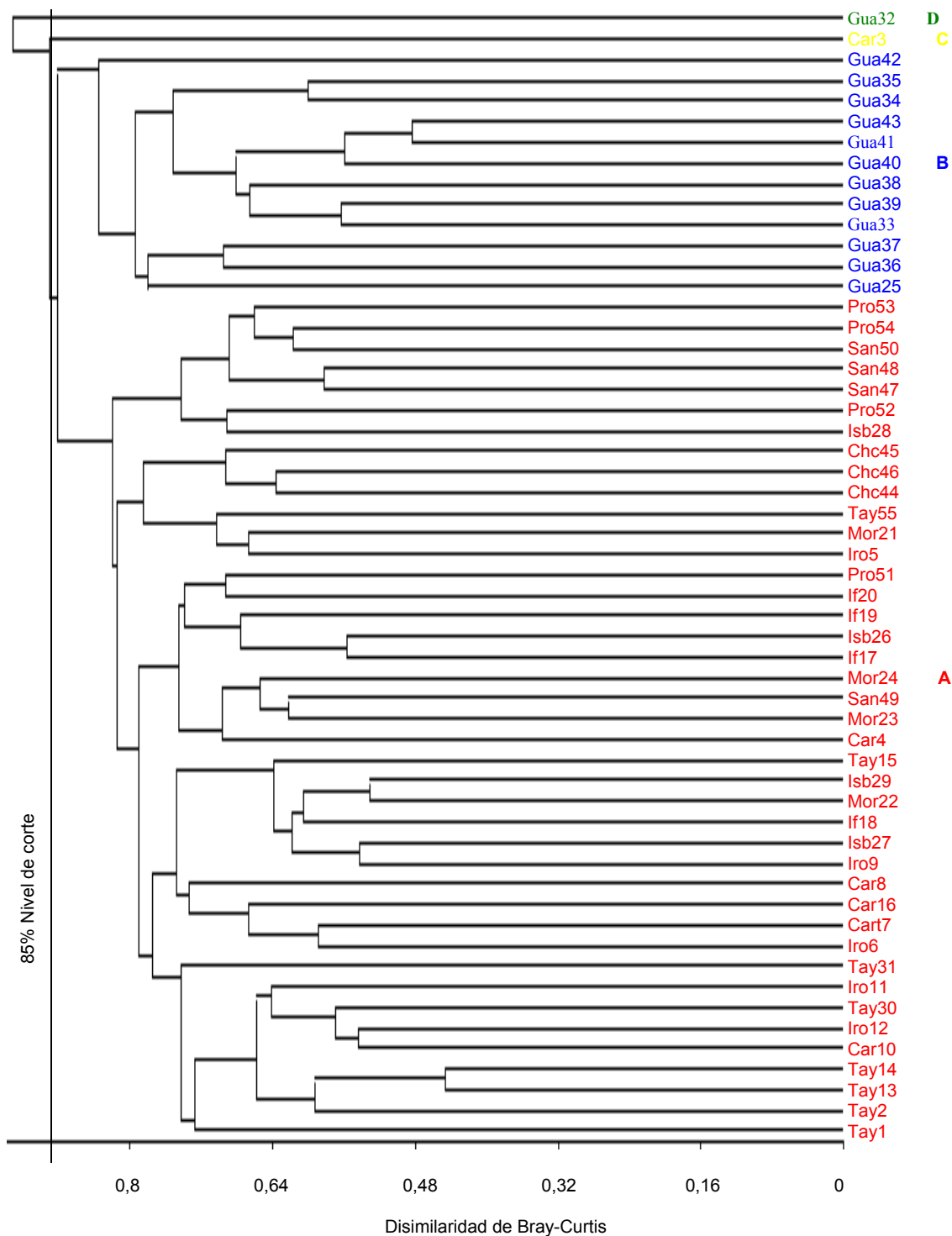


Figura 11. Dendrograma de clasificación de las 55 estaciones de muestreo, utilizando la matriz reducida (sólo conteos e intervalos) de abundancia de especies por estación (291 especies), con transformación de $\ln(X+1)$. La técnica de ligamiento empleada fue el promedio no ponderado (UPGMA).

De las 244 especies que conformaron esta asociación, 128 fueron exclusivas según el análisis inverso, de las cuales el 28,9% son moluscos, 19,5% crustáceos, 18,7% peces, 14% cnidarios (corales y anémonas), 4,7% equinodermos y sólo 3% fueron poliquetos. Los peces y corales que resultaron ser exclusivos de este grupo se caracterizaron a su vez por ser especies que se encuentran estrechamente relacionadas con formaciones coralinas (*Stegastes planifrons*, *Serranus tigrinus*, *Thalassoma bifasciatum*, *Montastrea cavernosa* y *Favia fragum*, entre otras). Esto sugiere, constatado con el alto grado de influencia, que las estaciones de esta asociación están decididamente influenciadas por los biotopos adyacentes, especialmente las formaciones coralinas, como sería el caso de las áreas de Isla Fuerte, Islas de San Bernardo o Islas del Rosario, que quedaron dentro de este grupo. El gastrópodo *Cerithium litteratum* y el pez *Halichoeres bivittatus* fueron las únicas especies características de este grupo. Adicionalmente, las especies de cnidarios, crustáceos, esponjas, moluscos y peces se concentraron en esta asociación.

Tabla 6. Características estructurales y variables ambientales de las praderas de las asociaciones resultantes del análisis de clasificación. El valor mostrado corresponde al promedio de las estaciones y su desviación estándar.

Atributo	GRUPO			
	A	B	C	D
Densidad (Vast./m ²)	507,7±185,7	397,1±164,6	455	425
Cobertura (%)	50,1±16,7	41,4±14	45,9	43,5
Biomasa Foliar (g.p.s./m ²)	94,2±38,5	143,7±52	88,8	102,7
Largo de Hojas (cm)	19±4,7	26,9±6,9	20,6	28,6
Ancho de Hojas (cm)	1,11±0,14	1,22±0,16	1,23	1,14
Epifitos (% en peso)	11,5±6,7	16,7±6,4	41,9	19,5
Origen del Sedimento	Bioclástico	Litobioclástico	Bioclástico	Litobioclástico
Tamaño del Sedimento	Arena media	Arena fina	Arena gruesa	Arena fina
Grado de Influencia	21,8±4,6	16,4±6,7	8	9

La mayoría de las especies del grupo son de hábitos alimentarios carnívoros o suspensívoros con estrategia de vida sésil sobre los vástagos o sedentarios sobre el sustrato. En esta asociación se encontró el menor número de especies herbívoras (18% del total de individuos).

La asociación B agrupó 12 estaciones, 11 de la Guajira y una del Golfo de Morrosquillo. Se caracteriza por presentar estaciones con sedimentos litoclásticos o litobioclásticos y arenas finas. Contrario al grupo A, presentó la menor cobertura y densidad de vástagos. Sin embargo, obtuvo altos valores promedio para el ancho y longitud de las hojas que contribuyeron a que la biomasa foliar de esta asociación fuera la más alta ([Tabla 6](#)).

La asociación esta conformada por 129 especies, siendo el número promedio de especies por estación de $28,2 \pm 7,8$. La mayoría de ellas fueron moluscos y crustáceos, y los equinodermos, moluscos y peces fueron los más numerosos. Esta asociación también presentó la abundancia promedio de individuos por estación más alta ($547,3 \pm 263,2$ individuos), debido al erizo *Lytechinus variegatus* y al bivalvo *Brachidontes modiolus* que aportaron más del 60% de los individuos en esta asociación. Así mismo, estas especies contribuyeron a que la dominancia se incrementara y la diversidad se redujera en este grupo ([Tabla 5](#)).

A partir del análisis inverso, 31 especies fueron exclusivas de este grupo, de las cuales 32,3% son moluscos. Los equinodermos aportan en gran medida al número de especies exclusivas de este grupo con 19,3%, más de 4 veces la contribución que tuvieron en el grupo A ([ver Anexo E](#)). Por el contrario, el número relativo de especies de cnidarios exclusivos se redujo casi a la mitad en esta asociación, presentándose sólo tres corales. Como especies características de esta asociación están *L. variegatus* y *B. modiolus*.

La estación somera 3 (grupo C), ubicada en la bahía de Cartagena se aisló del resto. Esta estación se caracterizó por presentar sedimento de origen bioclástico como el grupo A pero con

arena gruesa y alto grado de epifitismo en sus hojas (el más alto de todas las estaciones). En esta estación se encontraron 221 individuos pertenecientes a 24 especies ([Tabla 5](#)). Cuatro especies resultaron ser exclusivas en esta estación *Carpillus coralinus*, *Eurypon laughlini*, *Ogcocephalus* sp y *Thais* sp ([ver Anexo E](#)). Tampoco se presentaron cnidarios, poliquetos o tunicados. Dominaron las especies carnívoras, destacándose los peces *Eucinostomus* sp y *Haemulon aurolineatum* ([ver Anexo D](#)).

La estación somera de la Guajira 32, ubicada en el sector de Puerto López, también se apartó del resto de estaciones (Grupo D). Se caracterizó por presentar sedimento de origen litobioclástico como en el grupo B, pero con arenas muy finas. Presentó el menor número de especies (10) e individuos (18) de todo el muestreo ([Tabla 5](#)), siendo en su mayoría peces y crustáceos. Dos especies aparecen como exclusivas de esta estación: *Bairdiella* sp. y *Malaccoctenus aurolineatus* ([ver Anexo E](#)). Las especies carnívoras y suspensívoras predominaron en abundancia ([ver Anexo D](#)).

3.4. RELACIÓN CON VARIABLES AMBIENTALES Y LA ESTRUCTURA DE LAS PRADERAS

Las variables abióticas evaluadas y el grado de asociación entre ellas se muestran en la [tabla 7](#). Las variables finalmente seleccionadas para el análisis canónico de correspondencia (CCA) fueron la cobertura de pastos, el porcentaje de epífitos, la longitud de las hojas, la influencia por parte de otros biotopos y la profundidad de las praderas. Éstas variables fueron escogidas ya que, a partir de la prueba de correlación, no resultaron estar correlacionadas entre si. El origen del sedimento, a pesar de surgir como un factor determinante en la asociación de estaciones, no fue empleado en la prueba de ordenación, por afectar, como se vera más adelante, directamente la estructura de la pradera e indirectamente la macrofauna asociada a ella,.

El análisis canónico de correspondencia (CCA) mostró que los tres primeros ejes artificiales, obtenidos a partir de las variables ambientales seleccionadas, explican el 80% de la distribución de la comunidad de macrofauna encontrada en las estaciones ([Tabla 8](#)). Sin embargo, los valores de la variación en los datos (eigenvalores) son bajos ([Tabla 8](#)), sugiriendo que los gradientes representados por los ejes no son muy fuertes.

Tabla 7. Matriz de asociación de las variables estructurales y ambientales de las praderas empleando el coeficiente de correlación de Spearman (ρ). Las variables que se encuentran correlacionadas presentan el coeficiente en negrilla. Un asterisco (*) indica un valor de $p < 0.05$, dos asteriscos (**) $p < 0.01$ y tres asteriscos $p < 0.001$. La variable origen del sedimento presenta 4 categorías (1= bioclástico, 2= biolitoclástico, 3= litobioclástico y 4= litoclástico) y tamaño del sedimento 7 categorías en una escala de 1= lodo a 7= bloques.

Variables	Densidad	Cobertura	B. Foliar	Epifitos	Longitud de Hojas	Ancho de Hojas	Origen Sedimento	Tamaño Sedimento	Influencia	Profundidad
Densidad	1									
Cobertura	0.51***	1								
Biomasa Foliar	0.26	0.37**	1							
Epifitos	-0.01	0.13	0.10	1						
Longitud de Hojas	-0.26	-0.23	0.55***	0.05	1					
Ancho de Hojas	-0.16	-0.02	0.55***	-0.10	0.47***	1				
Origen Sedimento	-0.19	-0.07	0.29*	0.31*	0.38**	0.15	1			
Tamaño Sedimento	0.20	0.01	-0.24	-0.05	-0.36*	-0.21	-0.37**	1		
Influencia	0.39**	0.17	0.02	-0.14	0.03	0.01	0.03	-0.04	1	
Profundidad	-0.43**	-0.26	-0.35**	-0.06	0.07	-0.32*	-0.02	0.10	-0.07	1

A partir de la [Tabla 9](#) se deduce que el primer eje corresponde principalmente a un gradiente en la longitud de las hojas, en el cual las estaciones con las hojas más largas se encuentran ubicadas en la parte derecha del diagrama de la figura 12a ([ver Anexo B](#)). Así mismo, y a partir de la [Tabla 7](#), se deduce que éstas estaciones también se destacaron por obtener mayores valores de biomasa foliar y el sedimento mostró tendencia a estar constituido por arenas finas de origen litoclástico.

La profundidad es la principal variable que define al segundo eje, separando las estaciones profundas de las someras; las primeras situándose en la parte superior del diagrama del CCA (Figura 12a; ver Anexo B). Se observó que las estaciones profundas presentaron baja biomasa foliar y densidad de vástagos. El tercer, cuarto y quinto eje corresponden a la cobertura de fanerógamas marinas en las estaciones, el grado de influencia de las praderas y al porcentaje de epífitos respectivamente (Tabla 9). Dado que los dos primeros ejes explicaron más del 60% de la variación total (Tabla 8, porcentaje acumulado de variación), se decidió emplear sólo estos dos ejes o dimensiones para la construcción del diagrama de ordenación, con el objeto de hacer un diagrama de fácil interpretación.

Tabla 8. Resultados del análisis canónico de correspondencia (CCA) para los cinco ejes.

	Ejes				
	1	2	3	4	5
Eigenvalores	0,313	0,159	0,128	0.084	0.07
Porcentaje acumulado de variación explicada por los ejes	41.52	62.57	79.52	90.71	100
Coefficientes de correlación especies-variables	0.87	0.87	0.86	0.74	0.76

Tabla 9. Coeficientes de correlación de las variables ambientales y estructurales de las praderas con los cinco ejes del análisis canónico de correspondencia (CCA). Las variables ambientales fueron estandarizadas a varianza homogénea.

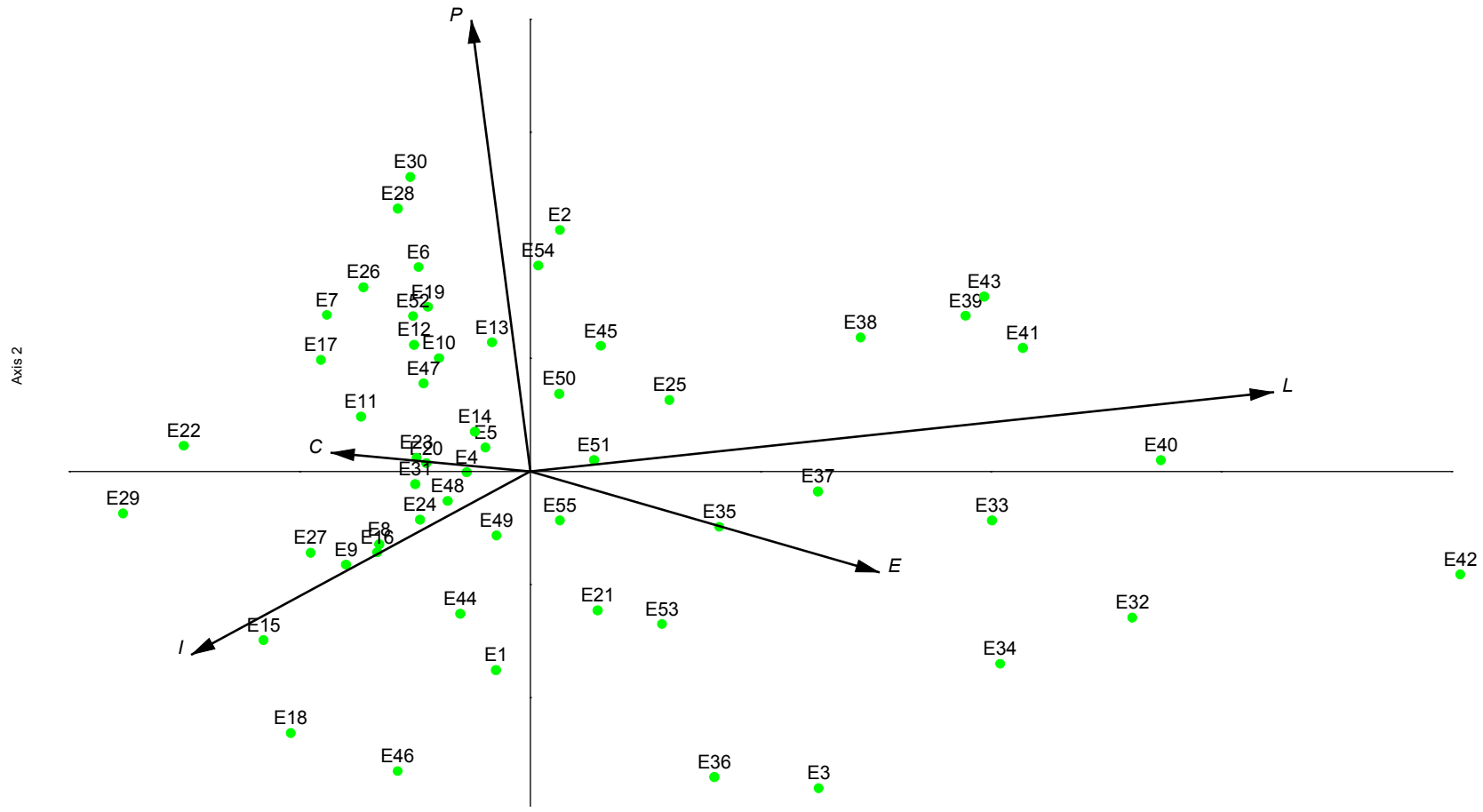
Variables	Ejes				
	1	2	3	4	5
Profundidad	-0.07	0.87	0.29	0.29	0.26
Epifitismo	0.40	-0.19	0.01	-0.19	0.88
Cobertura	-0.23	0.04	-0.93	-0.21	0.20
Largo	0.85	0.15	-0.273	0.42	-0.11
Influencia	-0.38	-0.35	-0.22	0.81	0.13

La información arrojada por el CCA coincide en gran medida con la generada por el análisis de clasificación normal. En el diagrama del CCA ([Figura 12a](#)) se observó la misma asociación de las estaciones que en el dendrograma. Sin embargo, y en contraste con el análisis de clasificación, la profundidad mostró ser un factor importante para la asociación de estaciones. Las diferencias en la longitud de las hojas de los grupos A y B, aunque no son estadísticamente significativas, sí dan una buena tendencia de separación entre los grupos. Por su parte, y contrario a los resultados preliminares obtenidos para los grupos con cada una de las variables por separado y al dendrograma, la [figura 12a](#) muestra que los grupos C (estación 3) y D (estación 32) tienden a estar contenidos dentro del B.

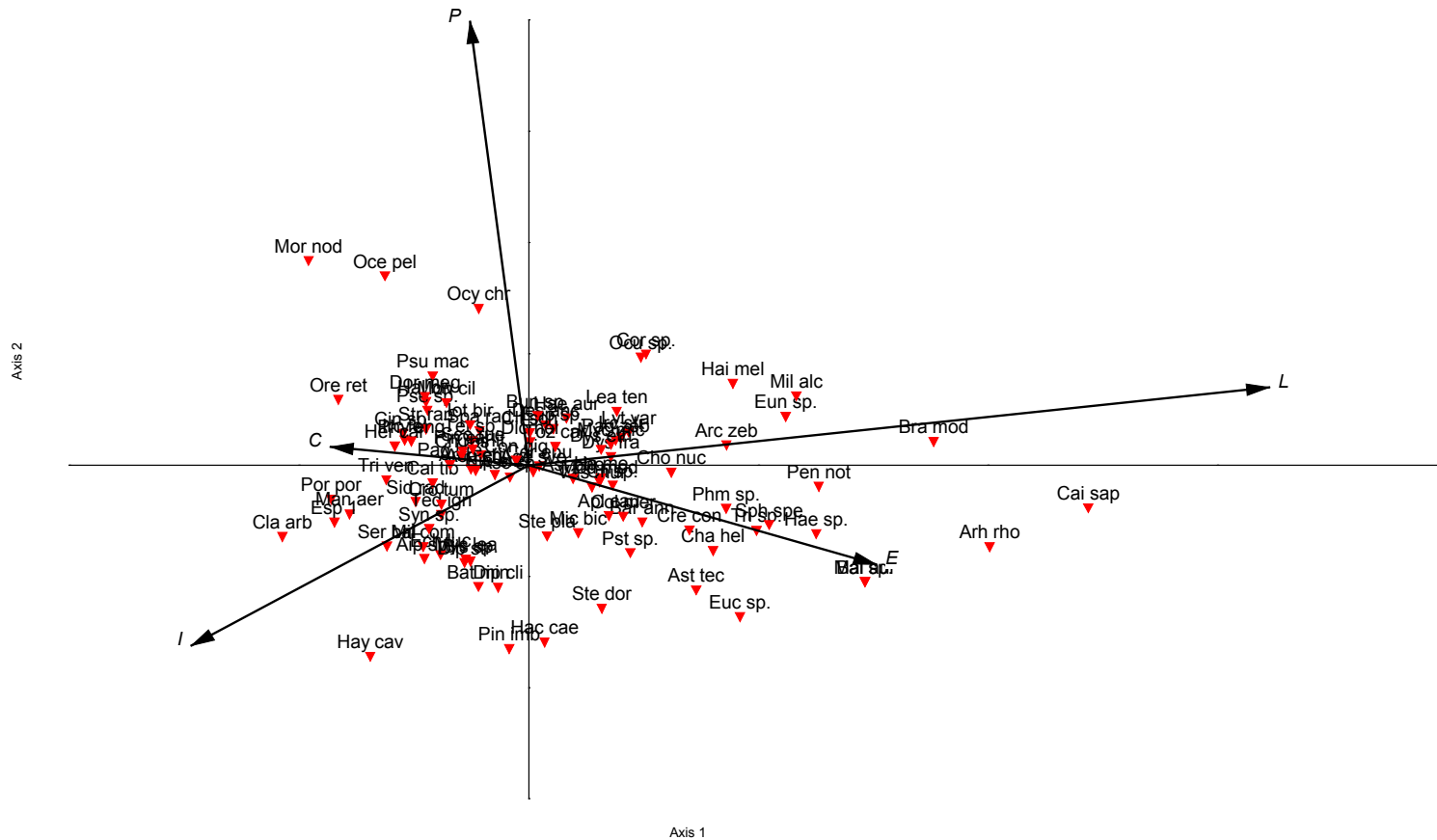
En cuanto a las especies y estaciones se deduce del diagrama de ordenación ([Figura 12](#)) que *Brachidontes modiolus*, *Archosargus rhomboidalis*, *Millepora alcicornis*, *Penaeus notialis*, *Callinectes sapidus*, entre otras especies, alcanzaron su máxima abundancia y/o fueron registradas principalmente en las estaciones de la Guajira (grupo B), ubicadas en la parte derecha del diagrama. Especies como *Cladocora arbuscula*, *Porites porites*, *Oreaster reticulatus*, *Manicina aerolata* y *Tripneustes ventricosus*, fueron predominantes en las estaciones del resto del Caribe colombiano ubicadas en la parte izquierda del diagrama (grupo A). Así mismo, especies como *Desmampsamma anchorata*, *Diodon holocanthus*, *Sparisoma radians*, *Acanthurus chirurgus*, *Tozeuma carolinense*, *Pagurus brevidactylus*, *Cerithium eburneum* y *C. litteratum* presentaron abundancias y frecuencias relativamente similares en las estaciones en que estuvieron presentes. Estas deducciones del diagrama del CCA coinciden ampliamente con los datos, el análisis de clasificación y el análisis inverso.

La relación de las especies con las variables ambientales y de la estructura de las praderas no fue clara y la gran mayoría de las primeras se ubicaron hacia el centro del diagrama ([Figura 12b](#)). Sin embargo, se pudo observar que especies como *L. variegatus*, *Leander tenuicornis*, *P. notialis*, *B. modiolus*, *Modulus modulus*, entre otras, fueron usualmente encontradas en las praderas con las

hojas de *T. testudinum* más largas y con alto porcentaje de epífitos ([Figura 12b](#)). Adicionalmente, la longitud de las hojas resultó estar significativamente correlacionada de manera positiva con la biomasa foliar, el ancho de las hojas y el origen del sedimento, y de manera negativa con el aumento en el tamaño del sedimento. Por ello, resulta adecuado afirmar que estas mismas especies fueron encontradas en praderas con hojas anchas, alta biomasa foliar y en donde el sedimento tendió a estar constituido por arenas finas. Por otra parte, los corales *C. arbuscula*, *P. porites*, *M. aerolata*, la estrella *O. reticulatus* y *Hermodice carunculata* fueron hallados en aquellas estaciones donde las hojas fueron cortas, estuvieron poco epifitadas y el porcentaje de cobertura fue alto. Así mismo, estas especies se presentaron en las praderas someras, con un mayor grado de influencia por parte de los biotopos adyacentes. Especies herbívoras, como los peces *S. radians*, *Halichoeres bivittatus* y el gasteropodo *C. litteratum* no mostraron preferencias en cuanto a la estructura de las praderas.



a)



Vector scaling: 4.00

b)

Figura 12. Diagrama de ordenación resultante del análisis canónico de correspondencia (CCA) mostrando las estaciones (a) y las especies (b). Los vectores corresponden a las variables ambientales (P: profundidad e I: influencia de biotopos adyacentes) y de la estructura de las praderas (L: longitud de hojas, C: cobertura y E: epifitismo). Las especies (98) incluidas en el análisis son aquellas que en el menos una estación aportaron el 3% de abundancia.

4. DISCUSIÓN

4.1. ESTRUCTURA DE LAS PRADERAS Y VARIABLES AMBIENTALES.

Como lo muestran los resultados obtenidos, las praderas de *Thalassia testudinum* en el Caribe colombiano son relativamente heterogéneas en cuanto a su estructura, lo cual se manifiesta en la variabilidad de características como la cobertura, densidad de vástagos, biomasa foliar y porcentaje de epífitos a lo largo del área de estudio. Sin embargo, se destacan las praderas del sector de la Guajira por presentar, en general, un promedio significativamente alto para la longitud y ancho de las hojas comparado con otras áreas del Caribe colombiano. Este resultado es razonable, teniendo en cuenta que el área de la Guajira se caracteriza por presentar una amplia plataforma continental y fondos predominantemente arenosos que promueven el desarrollo de extensas praderas de *T. testudinum* (Díaz *et al.*,2000). Así mismo, esta área se encuentra influenciada por fenómenos de surgencia que favorecen la alta productividad de sus aguas (Bula-Meyer, 1985) y ecosistemas asociados, en especial de las praderas de pastos, que son considerados uno de los ambientes más productivos (Dawes, 1986). Lo anterior se evidenció en que estas praderas también presentaron los mayores valores para la biomasa foliar.

Las correlaciones positivas entre el origen del sedimento y algunas variables medidas de la estructura de las praderas (biomasa foliar, porcentaje de epífitos y longitud de las hojas), así como las correlaciones negativas (tamaño del sedimento) corroboran que el sedimento es uno de los principales factores que condicionan el desarrollo de las praderas de pastos marinos (Schubel, 1973; Echeverry, 1982). En Bermuda, Bernatowicz (1952) encontró que *Thalassia testudinum* crece muy bien en fondos lodosos, pero en fondos duros crece en forma de parche. Ello

concuera con los resultados del presente estudio, pues en las praderas donde el sedimento tendió a ser litoclástico y constituido por arenas finas (sector de la Guajira), la biomasa foliar y la longitud de las hojas fueron altos, y se presentó un menor porcentaje de epífitos. Adicionalmente, la baja densidad de vástagos en el área del Cabo de La Vela-Riohacha y su amplia extensión (332 Km²) sugieren que existe un patrón de distribución diferente al agregado, que sería el característico de las praderas de parche.

Por su parte, la densidad de vástagos resultó estar correlacionada positivamente con el grado de influencia de los biotopos adyacentes y la cobertura, y negativamente con la profundidad. Así mismo, se observó un comportamiento inverso entre la densidad de vástagos y la longitud de las hojas ([ver Figura 5](#)), el cual sugiere que *T. testudinum* contrarresta las hojas cortas incrementando la densidad, para obtener así una mayor biomasa y cobertura.

La presencia de otros biotopos, principalmente formaciones coralinas y rocosas cerca a las praderas, promueven el desarrollo de halos desnudos de vegetación entre los lechos de pastos y los demás biotopos (Ogden y Zieman, 1977). Estos halos, ya sean formados por factores físicos (corrientes y oleaje) ó el pastoreo por parte de peces arrecifales (p. ej. *Haemulon* spp) y erizos (p. ej. *Diadema antillarum*), promueven el crecimiento de nuevos vástagos, y por lo tanto incrementar su densidad y cobertura (Thayer *et al.*, 1984). Aunque no se evaluó la presencia de halos en las praderas, si se encontró que las áreas que presentaron un mayor grado de influencia obtuvieron valores de densidad y cobertura altos ([ver Tablas 2 y 6](#)). Ello explica porque Portete obtuvo una alta cobertura y densidad de vástagos, ya que la bahía, a diferencia de otros sectores de la Guajira, presenta formaciones coralinas y sus praderas mostraron estar fuertemente influenciada por otros biotopos ([ver Tabla 2](#)).

La penetración de la luz en los océanos esta relacionada inversamente con la profundidad, razón por la cual se ha utilizado la primera, a partir del estudio de los cambios en su intensidad y calidad,

para comprender las distribuciones submareales y estructura de las comunidades de plantas marinas (Dawes, 1986). Por lo tanto, un aumento en la profundidad reduce la capacidad de captación de luz por parte de los pastos e imposibilita el buen desarrollo de las praderas (Zieman, 1975), como fue demostrado en la correlación negativa obtenida para la profundidad con la densidad y biomasa foliar en el presente estudio. Sin embargo, se ha encontrado que una reducción en la penetración de la luz en el agua, cuando es favorecida por la alta turbidez y predominancia de sedimentos finos, provoca que la *Thalassia* desarrolle hojas más largas a fin de obtener una mayor área para la captación de luz (Dawes, 1986), en contraste con sitios de una claridad aceptable de las aguas donde la fanerógama no requiere realizar un esfuerzo fisiológico para sus funciones fotosintéticas (Schubel, 1973). Resultados similares se obtuvieron en el presente estudio, ya que sitios con una buena visibilidad (San Andrés, Providencia e Islas del Rosario) exhibieron hojas cortas, mientras que en sitios turbios (Portete, Cabo de La Vela y Parque Tayrona) fue lo contrario.

Finalmente, la pradera de la estación 3 (bahía de Cartagena; grupo C) presentó el porcentaje más alto de epífitos y la menor biomasa foliar. Lo anterior pueden ser manifestaciones o síntomas de la condición de estrés en la que se encuentra. Esta estación es un remanente, resultado de la fragmentación de lo que fue una extensa pradera hace unos 100 años atrás (Londoño, 1978; Díaz y Gómez, en prensa), además se encuentra dentro de una zona caracterizada por aguas eutroficadas, como consecuencia del aporte de materia orgánica proveniente de la ciudad, entre otros, que favorecen el desarrollo de organismos epífitos, los cuales disminuyen la energía lumínica disponible para las plantas (Zieman, 1975).

4.2. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD

La gran diversidad de fauna asociada a las praderas de pastos marinos del Caribe colombiano queda demostrada con el alto número de grupos y especies animales encontrados. La

composición de especies obtenida ([ver Anexo C](#)) es similar a la conseguida en los diferentes trabajos realizados, tanto en Colombia como en otras partes del Caribe (ver Acero, 1976; Aubad, 1981; Echeverri, 1982; Greenway, 1995; Heck Jr., 1976, 1977; Rodríguez, 1996; Stoner, 1980). No obstante, la riqueza de especies obtenida, en lo que concierne a especies epibentónicas grandes (>5 mm), es alta si se compara con los demás trabajos ([Tabla 10](#)). Aquí es importante destacar que en la mayoría de los trabajos anteriores, realizados tanto en Colombia como en otras partes del Caribe siguiendo las mismas metodologías, estudiaron un tamaño de macrofauna menor (> 1 mm) con el cual se logra capturar un mayor número de especies e individuos.

La densidad general promedio de organismos en las praderas fue de 5,4 (± 4) individuos/m², valor bajo con respecto a otros estudios ([Tabla 10](#)), pero es alta si se tiene en cuenta que para este trabajo se definió como macrofauna a evaluar a todos los organismos de la epifauna con un tamaño mayor a 5 mm. Otras investigaciones estudiaron sólo infauna ó definieron a la macrofauna (infauna y/o epifauna) como aquellas especies que son retenidas en un tamiz de 0,5 mm, capturando así un mayor número de especies e individuos, así como también juveniles. Adicionalmente, se ha demostrado que un tamiz de 1 mm deja pasar el 14% de las especies y el 47% de los individuos de la macrofauna (Stoner, 1980). Lo anterior demuestra, como dice Virnstein (1987), que la variabilidad en los métodos de muestreo empleados en los diferentes trabajos hace difícil una comparación entre estudios de la densidad de la macrofauna asociada a los pastos marinos.

No obstante, se puede decir que los resultados obtenidos en el presente estudio para cada grupo taxonómico dependen de las metodologías empleadas. Los censos visuales sobreestiman las especies grandes, resultando en una mayor contribución de ellas a la riqueza y abundancia de individuos. Adicionalmente, los métodos de muestreo empleados son generalistas en el proceso de selección del grupo taxonómico a evaluar. La mayoría de trabajos realizados emplean una determinada técnica de muestreo para una taxa específica (p. ej. corazonadores para poliquetos y

rastras para crustáceos), lo que incrementa la efectividad de captura (Virnstein, 1987). Por estas razones, en el presente estudio se capturó un mayor número de especies, pero un menor número de individuos que en otros trabajos sobre macrofauna o epifauna.

Tabla 10. Resumen del número de especies (S), número (N) y densidad (D) de individuos, técnica de muestreo empleada, fauna objeto de estudio y taxa dominante de la macrofauna asociada a praderas de *Thalassia testudinum* encontradas en el Gran Caribe.

Lugar	S	N	D	Muestreo empleado	Fauna estudiada	Grupo dominante	Fuente
Apalachee Bay, Florida	61	36063		Arrastre	Infauna	Crustáceos decápodos	Heck Jr., 1976
Apalachee Bay, Florida	170	7271	2827	Corazonador	Epifauna e infauna (>0,5 mm)	Poliquetos	Stoner, 1980
Apalachee Bay, Florida	80		16108	Corazonador	Infauna	Poliquetos	Lewis y Stoner, 1983
Biscayne Bay, Florida	161	-	292 a	Draga	Epifauna (>0,8 mm)	Moluscos	Brook, 1978
Carrie Bow Cay, Belize	83	1960	6476	Corazonador	Infauna (moluscos y poliquetos >1 mm)	Moluscos	Young y Young, 1982
Jamaica	160		1739	Corazonador (invertebrados) Arrastre (peces)	Epifauna e infauna (>2 mm)	Moluscos	Greenway, 1995
Neguanje, Colombia	187	10014		Succión	Epifauna	Moluscos	Aubad, 1981
Neguanje, Colombia		10257	402	Succión Arrastre	Epifauna e infauna	Moluscos	Echeverry, 1982
Panamá	90	4435		Arrastre	Epifauna	Crustáceos decápodos	Heck Jr., 1977
Parque Tayrona	409	19820		Succionador	Epifauna (>1 mm)	Artrópodos	Franke, 2001
Caribe colombiano	301	17766	5,4	Censo visual Arrastre	Epifauna (>5mm)	Esponjas Moluscos	Presente estudio

Los moluscos son reconocidos por dominar en cuanto a número de especies se refiere en la comunidad de macrofauna asociada a praderas de pastos marinos (Young y Young, 1982; Greenway, 1995). Los resultados de este trabajo ratifican dicha tendencia, pues ese grupo fue dominante en cuanto a número de especies y uno de los más importantes en número de individuos, después de las esponjas. Es importante destacar el aporte que hacen las esponjas a la diversidad de la macrofauna, grupo de organismos que ha pasado desapercibido en otros estudios.

Las esponjas aprovechan, tanto los vástagos de *Thalassia* como los sustratos desnudos de las praderas como soporte para crecer. Además, son conocidos por albergar, gracias a su porosa constitución, un sinnúmero de animales crípticos (Bejarano, 2001) y ser fuente de alimento para algunos crustáceos y moluscos.

Ninguna especie fue común a todas las estaciones. Sin embargo, las especies que resultaron ser comunes y abundantes durante los muestreos (*Sparisoma radians*, *Lytechinus variegatus*, *Siderastrea radians*, *Porites porites*, *Cerithium eburneum* y *C. litteratum*, entre otras), han sido descritas anteriormente como habitantes típicos de las praderas de fanerógamas marinas de los trópicos (Greenway, 1995; Ogden, 1980; Virnstein, 1987). Por su parte, llamó la atención la casi completa ausencia del gastrópodo *Strombus gigas*, el cual se registró únicamente en una estación con sólo un individuo. Según Díaz (comunicación personal), hace unos 40 años era frecuente encontrar densas poblaciones de la especie en fondos someros, especialmente praderas de fanerógamas marinas, de las diferentes bahías del Parque Tayrona. Así, los resultados del presente estudio constatan la sobreexplotación de este recurso, razón por la cual figura actualmente dentro de la categoría de amenazada en el apéndice II (comercio restringido) de CITES.

El erizo *L. variegatus*, aunque frecuente en las praderas, localizó su abundancia en el área de la Guajira. Este erizo es considerado, junto con *Tripneustes ventricosus*, como el mayor invertebrado herbívoro de las praderas (Ogden, 1980; Thayer *et al.*, 1984; Greenway, 1995), lo cual explica su abundancia en esta área, ya que allí se registraron los valores promedio más altos de biomasa foliar, así como para la longitud de las hojas. Entre los peces, el loro *Sparisoma radians* es conocido por ser el principal herbívoro, alimentándose preferiblemente de hojas de *T. testudinum* epifitadas (Thayer *et al.*, 1984). Sin embargo, su abundancia en las praderas que presentaron el mayor grado de epifitismo (p. ej. estación 3, Cartagena) no fue significativa.

Entre la fauna registrada, el grupo más numeroso fue el de los detritívoros, seguido por los carnívoros, y en una menor proporción por herbívoros. Estos resultados ayudan a corroborar la hipótesis de que en las praderas de pastos marinos la vía del detrito es la más importante en la transferencia de energía a niveles tróficos más altos que las mismas hojas de los pastos (Greenway, 1995; Thayer *et al.*, 1984). El elevado número de especies e individuos carnívoros puede estar relacionado con que en las praderas habitan un sinnúmero de especies de microinvertebrados, como crustáceos y gastrópodos, que constituyen una fuente de alimentación para otros macroinvertebrados (p. ej. corales y anémonas) o vertebrados como peces (Ogden, 1980; Greenway, 1995), y algunas tortugas (p. ej. *Dermochelys coriacea*, *Lepidochelys olivacea* y con menor frecuencia *Chelonia mydas*; Mortimer, 1995). Además, esta relación depredador-presa es el factor más relevante en la agregación de la fauna residente de las praderas de fanerógamas marinas (Young y Young, 1982; Jiménez, 1994).

La mayoría de especies registradas se caracterizan por ser sedentarias o sésiles sobre el sustrato ([ver Anexo D](#)), sugiriendo que son residentes permanentes de las praderas estudiadas. Lo anterior hace pensar que variaciones en la estructura de las praderas ocasionarían cambios en la estructura (proporción de especies e individuos) de la fauna asociada, y de los hábitos alimentarios de algunas especies. Como ejemplo se tiene que en Bahía Apalache (Florida), la reducción de la distribución de macrófitas, como resultado de alteraciones antropogénicas, provocó cambios en la dominancia relativa y abundancia numérica de ensamblajes de peces, y que especies herbívoras fueran reemplazadas por planctotróficas (Livingston, 1984). No obstante, en Colombia no se han realizado estudios sobre fauna en ambientes que han sido fuertemente modificados, por lo tanto se sugieren estudios de este tipo para confirmar esta hipótesis.

La enorme variación sugerida por algunos autores (Brook, 1978; Virnstein; 1987; Díaz, 1992; Franke, en preparación) en cuanto a la composición y abundancia de la macrofauna asociada a *T. testudinum*, aun en áreas geográficamente cercanas, se evidenció en gran medida en los

resultados del análisis de clasificación y el análisis inverso. Adicionalmente, las bajas frecuencias obtenidas para las especies, así como el hecho de que el 63% de ellas resultaran dentro de la categoría de especies escasas y restringidas, lo sustentan. Por su parte, la prueba de clasificación también mostró que las praderas son muy disímiles entre sí, en cuanto a la composición y abundancia de especies, a pesar de haber mostrado una tendencia hacia la formación de dos grandes asociaciones ([Figura 11](#)). Dicha disimilitud entre praderas, se afianzó con el análisis inverso, el cual mostró que aún dentro de las asociaciones las especies siguen un patrón de distribución agregado, pues las desviaciones estándar de la abundancia de individuos por especie son mayores con respecto al promedio de cada especie (Ramírez, 1999; [ver Anexo E](#)). A ello se suma la baja abundancia promedio de cada especie y el elevado número de especies exclusivas en cada asociación.

4.3. RELACION CON VARIABLES AMBIENTALES Y LA ESTRUCTURA DE LAS PRADERAS.

Los resultados de los análisis de clasificación y ordenación de las praderas, de acuerdo a la composición y abundancia de especies dejaron ver que éstos no responden a un único atributo de las praderas sino a varios. Además, el hecho de que en el diagrama de ordenación la gran mayoría de especies resultaran ubicadas hacia el centro, sugiere que éstas no están fuertemente relacionadas con las variables representadas por los ejes (Ter Braak, 1986). En el caso de la clasificación, se observó que el origen del sedimento y la ubicación geográfica son factores importantes, dado que dos grandes asociaciones se formaron con base en esas variables. Sin embargo, la separación de dos estaciones del resto, sugiere que la longitud de las hojas y el grado de epifitismo son atributos importantes que controlan la estructura de la macrofauna asociada a *Thalassia testudinum* en el Caribe colombiano. En este caso, cada una de las estaciones separadas tiende a presentar características comunes en cuanto al origen del sedimento con los dos grupos grandes. Posteriormente, el análisis de ordenación afianzó a la longitud de las hojas

como una variable importante, que junto con la profundidad, contribuyeron a configurar la estructura de macrofauna. En este segundo caso, las estaciones independientes quedaron en la ordenación distribuidas dentro del grupo B, contrario a lo que sugería la prueba de clasificación. Son estas cuatro características (origen del sedimento, área, longitud de hojas y profundidad), sumado a las particularidades que se presentan en cada área (p. ej. eutroficación, alta sedimentación y turbidez en Cartagena, y aislamiento geográfico y surgencia en Puerto López) las que separan a las dos estaciones de las demás.

Por su parte, aunque el grado de influencia de los biotopos adyacentes no resultó ser un atributo determinante en las primeras pruebas, sí reveló su importancia en el análisis inverso, ya que determinó en buena medida la definición de las especies exclusivas de las asociaciones. A partir de los análisis inverso y de ordenación, se puso de manifiesto que especies como *Cladocora arbuscula*, *Porites porites*, *Montastrea cavernosa* y *Diploria strigosa*, predominaron en las estaciones con sedimento bioclástico y constituido por arenas gruesas, con una alta densidad de vástagos, pero con hojas pequeñas (cortas y angostas), y por lo tanto reducida biomasa foliar, y que presentan un alto grado de influencia por parte de biotopos adyacentes, principalmente formaciones coralinas y rocosas (asociación A). Adicionalmente, algunos peces arrecifales (p.ej. *Halichoeres bivittatus*; *Thalassoma bifasciatum*, *Serranus tigrinus*, *Stegastes planifrons*) resultaron ser exclusivos de esta asociación. La predominancia de sedimento bioclástico y arenas gruesas en estas praderas es, entre otros, el resultado de la presencia de corales, que al morir y erosionarse contribuyen a la formación del sedimento (Echeverry, 1983). El sedimento constituido por arenas gruesas, sumado a la abundante cobertura de algas calcáreas observada en estas praderas, no beneficia el buen desarrollo de las praderas. En este tipo de sedimento, la proporción de biomasa rizoidal tiende a ser mayor a la foliar (Zieman y Wetzel, 1980) y la cantidad de nutrientes en él es reducida en comparación con la columna de agua (Parson *et al.*, 1977). Lo anterior se refleja en la baja biomasa foliar obtenida en este grupo. Esta reducida biomasa foliar trae como consecuencia una menor abundancia de especies herbívoras típicas de las praderas, como el erizo *Lytechinus*

variegatus y el gastrópodo *Modulus modulus*. En contraste, estas especies junto con los crustáceos, predominaron en aquellas praderas que presentaron los mayores valores de biomasa foliar y longitud de hojas, y en donde el sedimento fue litoclástico y constituido por arenas finas (sector de la Guajira; grupo B).

Todos los atributos arriba mencionados indican una alta complejidad de las praderas de la Guajira (complejidad del hábitat, como un vector o gradiente que incluye varias de las variables de estructura medidas), que favorecen (o se relacionan positivamente) la abundancia y riqueza de la fauna asociada, como lo sugiere Heck y Wetstone (1977) y lo mostraron los resultados, ya que las especies de crustáceos (principalmente camarones carideos), al igual que otros grupos, encuentran en estas praderas más complejas un mejor refugio contra depredadores (Coen *et al.*, 1981). Cabe mencionar entonces, que el sedimento (origen y tamaño) esta relacionado indirectamente con las variaciones en la estructura de la macrofauna asociada a las praderas, al ser un factor determinante de la complejidad del hábitat suministrado por las praderas.

La asociación B, que agrupó las praderas del sector de la Guajira, presenta los mayores valores para la biomasa foliar, lo que resultó a su vez en una mayor abundancia promedio de individuos, una alta dominancia y baja diversidad de especies de fauna asociada. Prueba de lo anterior es la presencia del erizo *Lytechinus variegatus* y el bivalvo *Brachidontes modiolus*, quienes concentraron su abundancia en esta asociación. El primero es un reconocido herbívoro de pastos marinos, que parece estar concentrado en este sector, según los resultados del análisis de ordenación, debido a la alta biomasa foliar de sus praderas. Por su parte, *B. modiolus* resultó abundante en esta zona, debido en alguna medida a la alta productividad de las aguas de la guajira, resultado del fenómeno de surgencia característico de esta zona (Bula-Meyer, 1985), que convierten este sector en una fuente importante de alimento para los organismos filtradores como este bivalvo, que sumado a casi la ausencia de reconocidos gastrópodos depredadores de esta especie (p. ej. *Chicoreus*

brevifrons, *C. pomun* o *Vasum muricatum*) con respecto a los demás grupos de estaciones, hacen de las praderas de la asociación B un lugar favorable como hábitat para *B. modiolus*.

Por su parte, el predominio de especies características de ambientes arrecifales, sumado a la alta diversidad y baja dominancia en la comunidad de macrofauna asociada a las praderas del grupo A, puede ser el resultado de la alta influencia por parte de biotopos adyacentes encontrada en dicha asociación, en contraste con las del grupo B (sector de la Guajira), donde las praderas tienen un menor grado de influencia ó, a pesar de mostrar un alto grado de influencia (Puerto López; [ver Tabla 2](#)), el biotopo más influyente fue el de los fondos desnudos, que son más pobres en epifauna (corales, moluscos, y equinodermos) que las praderas de pastos marinos (Ogden, 1980; Young y Young, 1982). Otros autores (Heck, 1977; Virnstein, 1987) también han encontrado que la presencia de otros biotopos incide en la composición y abundancia de la fauna asociada a la *Thalassia*, incrementándose éstas con la proximidad de otros hábitats, especialmente arrecifes coralinos.

Por otro lado, factores diferentes a los evaluados y que influyen indirectamente en el desarrollo de las praderas, parecen ser determinantes en la estructura de la macrofauna asociada a éstas en el Caribe colombiano. Prueba de lo anterior es la definición de las áreas de muestreo como un factor que favoreció la formación de los grupos de estaciones. Así, los factores que posiblemente están enmascarados por el área geográfica pueden ser: la turbidez del agua, el régimen de corrientes, la extensión del terreno disponible potencialmente para el desarrollo de praderas, la calidad del agua (grado de eutroficación del agua y desechos tóxicos) y/o la presencia de surgencia.

En la estación 3 (grupo C), que presentó el mayor porcentaje de epífitos, aunque la riqueza de especies fue similar a la de las otras dos asociaciones (A y B), la abundancia de especies fue reducida con respecto a los dos grupos principales. La riqueza de especies encontrada se atribuye a que la pradera, además de ser un remanente de una extensa pradera (Díaz y Gómez, en

prensa), aún presenta restos de formaciones coralinas que influyen en la diversidad de macrofauna. Por su parte, el sector de Puerto López (estación 32, grupo D) obtuvo el menor número de especies y la abundancia de individuos más baja de todas las estaciones, a pesar de obtener el mayor valor para la longitud de las hojas y una biomasa foliar relativamente elevada con respecto a las demás asociaciones. En este caso, la estación instalada en este sector se caracterizó por una alta turbidez y una fuerte acción del oleaje, que repercutió en buena parte la eficiencia del muestreo, además de estar influenciada principalmente por fondos desnudos, a lo que se le atribuye el reducido número de especies e individuos registrados. Adicionalmente, Puerto López está aislado geográficamente del resto de estaciones ([ver Figura 1](#)) y se encuentra bajo otro régimen de corrientes (Díaz *et al.*, 2000), características que pueden estar incrementando las diferencias con esto de las áreas.

Otros factores no relacionados con la estructura de las praderas como la depredación, competencia, migración, reproducción y el reclutamiento, son importantes e influyentes en la estructura de la macrofauna asociada a las praderas (Young y Young, 1982; Orth *et al.*, 1984; Virnstein, 1987), razón por la cual no se descarta la posibilidad de que sean estos factores, o una relación entre ellos y la complejidad estructural de las praderas, los que la controlen. Dichos factores no fueron analizados en el estudio, no obstante, el hecho de que la mayoría de especies e individuos encontrados se caracterizaran por presentar hábitos de alimentación carnívoros deja entrever que la depredación es un factor importante, mas aún, teniendo en cuenta que la depredación es dependiente, en praderas de pastos marinos, de la complejidad del hábitat (en términos de biomasa foliar y rizoidal), las características de los predadores (activo o pasivo) y de las presas (tamaño, coloración críptica, morfología y comportamiento; Orth *et al.*, 1984). Bajo estos términos, en praderas con buen follaje las presas pequeñas y crípticas (p. ej. *Tozeuma carolinense*) tendrán más suerte de evadir depredadores activos (*Syngnathus* spp), al encontrar mayor refugio. Prueba de ello, puede ser la relación inversa entre la riqueza y abundancia de camarones peneideos, crustáceos de hábitos carnívoros, y la biomasa y densidad de hojas de *T.*

testudinum, encontrada en el Parque Tayrona por Puentes y Campos (1992); así como, que *T. carolinense*, crustáceo carideo de hábitos crípticos, prefiera praderas con una buena biomasa foliar y cobertura (Virnstein, 1987).

Por su parte, las marcadas diferencias en la composición y abundancia de la macrofauna entre las praderas, aún estando éstas geográficamente cerca, también pueden ser el resultado de migraciones por parte de especies de otros ambientes (formaciones coralinas, fondos desnudos y manglares) hacia las praderas, como uno de los efectos del grado de influencia observado por parte de los biotopos adyacentes. Para Virnstein (1987), las migraciones, en combinación con la depredación, competencia y selectividad del hábitat, afectan la estructura de la comunidad. Según éste autor, migraciones locales y frecuentes de una especie de un hábitat modifican los patrones de distribución de esa especie.

Por otro lado, muchas de las especies (principalmente los gastrópodos) que habitan comúnmente las praderas y que fueron registradas en el estudio, se caracterizan por presentar desarrollo directo, produciendo juveniles sin etapa planctónica. La carencia de esta etapa, que permite la amplia dispersión, puede ser la responsable del establecimiento y mantenimiento de poblaciones localizadas (Jackson, 1986; Virnstein, 1987), como se observó en el estudio, ya que las densidades de las especies encontradas aquí mostraron un patrón de distribución agregado hacia ciertas asociaciones o áreas geográficas.

Finalmente, los resultados sugieren que la comunidad de macrofauna asociada a las praderas de *Thalassia testudinum* en el Caribe colombiano responde al efecto de varios factores actuando de manera sinérgica, como la variación en la complejidad del hábitat, junto con otros factores no medidos en el estudio (comportamiento, depredación, migración, reproducción y reclutamiento), ocasionando comportamientos diferentes en la estructura de dicha comunidad, de acuerdo a la combinación de dichos factores y a los niveles tróficos a los cuales actúen éstos últimos.

5. CONCLUSIONES

La bondad de las praderas de *Thalassia testudinum* del Caribe colombiano para alojar fauna asociada queda demostrada en la variedad de grupos (cnidarios, crustáceos, equinodermos, esponjas, moluscos, peces, poliquetos y tunicados) y en la riqueza de especies (301) encontrada en ellas.

La composición de la macrofauna asociada a los pastos del Caribe colombiano es similar a la de otras regiones del Gran Caribe. Sin embargo, llamó la atención la casi ausencia del gastrópodo *Strombus gigas*, reconocido herbívoro asociado a las praderas, hecho que demuestra su desmedida explotación en Colombia.

A pesar que las esponjas y cnidarios resultaron ser abundantes en las praderas muestreadas, otros grupos taxonómicos como los moluscos y crustáceos contribuyeron en gran medida a incrementar la riqueza y abundancia de especies de la macrofauna asociada a *T. testudinum*, lo que corrobora la tendencia de estos últimos grupos a dominar en este tipo de ambientes.

El reducido número de especies herbívoras y el predominio de especies de otros hábitos alimentarios, principalmente detritívoras y carnívoras, en las praderas sugieren que otras vías, posiblemente la del detrito, pueden ser las principales fuentes de energía para la macrofauna asociada a *Thalassia testudinum* en el Caribe colombiano.

La enorme variación en la composición y abundancia de la macrofauna asociada a las praderas de *Thalassia testudinum*, queda sustentada con la baja similaridad de las estaciones observada en la

prueba de clasificación, el posible patrón de distribución agregado de las especies sugerido por el análisis inverso, la casi ausencia de especies generalistas y la predominancia de especies restringidas y escasas.

No existe una variable estructural o ambiental asociada a las praderas que explique por si sola la estructura de la macrofauna. Dicha estructura, parece responder al efecto de varios factores actuando de manera sinérgica, ocasionando comportamientos diferentes en ella, de acuerdo a la combinación de los factores y a los niveles tróficos a los cuales actúen éstos últimos.

Los resultados reflejan que uno de los factores que parecen actuar en la variación de la comunidad de macrofauna asociada a las praderas del Caribe colombiano es la complejidad del hábitat, entendiéndola como un factor que integra varias de las variables estructurales medidas. Diferencias evidentes con respecto a este factor originaron la separación de las estaciones de la Guajira (praderas mas complejas) de las del resto del Caribe colombiano.

La presencia de biotopos adyacentes a las praderas, en especial de formaciones coralinas, parecer influir positivamente en la diversidad y negativamente en la dominancia de la fauna asociada a las praderas.

6. RECOMENDACIONES

No se descarta que variables ambientales no evaluadas como turbidez del agua, régimen de corrientes, extensión del terreno potencial disponible para el desarrollo de praderas y la calidad del agua, así como características biológicas (ciclos de reproducción y de reclutamiento de las especies) y ecológicas (relaciones depredador-presa, competencia intra e interespecífica y fenómenos de migración) propias de la fauna estudiada sean las responsables de los patrones de asociación observados, por lo que se recomienda su inclusión en posteriores estudios.

Dado que la macrofauna asociada a las praderas de fanerógamas marinas ha sido utilizada como indicador de efectos de contaminación de las zonas costeras en países desarrollados, se recomiendan estudios de monitoreo que permitan obtener un mejor y mayor conocimiento de dicha fauna y los factores que condicionan su estructura en el tiempo, información que servirá de base para la formulación de propuestas de manejo de las zonas costeras, por parte de las entidades encargadas de su control.

BIBLIOGRAFÍA

ACERO, A. Observaciones ecológicas de la ictiofauna de una pradera de *Thalassia testudinum* en la Bahía de Neguanje (Parque Nacional Natural Tayrona, Colombia). Bogotá, 1977. 76p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar.

ÁNGEL, Iván F. Estructura y distribución de las praderas de fanerógamas marinas en la Isla de San Andrés, Caribe colombiano. Santa Marta, 1998. 74p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Área de Ingeniería y Recursos Naturales.

ANSARI, Z., RIVONKER, C. V., RAMANI, P. and PARULEKAR, A. H. Seagrass habitat complexity and macroinvertebrate abundance in Lakshadweep coral reef lagoons, Arabian sea. En : Coral Reefs. No. 10. (1991). p. 127-131

AUBAD, M. Estructura de una pradera de *Thalassia testudinum* y la fauna de invertebrados asociada, Bahía de Neguanje, Parque Nacional Natural Tayrona. Medellín, 1981. 117p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad de Antioquia. Facultad de Biología.

BERNATOWICZ, Albert J. Marine monocotyledonous plants of Bermuda. En : Bulletin of the Marine Science of the Gulf and the Caribbean. Vol. 2, No. 1 (1952). p. 338-345

BITTER-SOTO, R. Benthic communities associated to *Thalassia testudinum* (Hydrocharitaceae) at three localities of Morrocoy National Park, Venezuela. En : Revista de Biología Tropical. Vol. 47, No. 3 (1999). p. 443-452

BOHLKE, J. and CHAPLIN, C. Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters. The academy of Natural Sciences of Philadelphia. Wynnewood: Livingston Publishing Company, 1968. 771p

BROOK, Iver. Comparative macrofaunal abundance in turtlegrass (*Thalassia testudinum*) communities in south Florida, characterized by high blade density. En : Bulletin of Marine Science. Vol. 28, No. 1 (1978). p. 212-217

BULA-MEYER, G. Un núcleo nuevo de surgencia en el Caribe colombiano detectado en correlación con las macroalgas. En : Boletín Ecotrópica. No. 12 (1985). p. 3-25

CAMPOS, Néstor. Los cangrejos ermitaños de la bahía de Cartagena (familia Paguridae) y su biología. Cartagena, 1978. 87p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias del Mar.

_____ y MANJARRES, G. Decápodos Brachyura de la region noroccidental del golfo de Uraba (Caribe colombiano). En : Anales del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras No. 18 (1988). p. 17-24

CASTEL, J., LABOURG, P.-J., ESCARAVAGE, AUBY, I. and GARCÍA, M. E. Influence of seagrass beds and oyster parks on the abundance and biomass patterns of meio and macrobenthos in tidal flats. En : Estuarine, Coastal and Shelf Science. No. 28 (1989). p. 71-85

CASTILLO-TORRES, P. Caracterización estructural y evaluación del estado ambiental de las praderas de pastos marinos del Caribe colombiano. Santa Marta, en preparación. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

CHACE, F. The shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean expeditions with a summary of the west Indian shallow water species (Crustacea : Decapoda : Natantia). En : Smithsonian Contributions to Zoology No. 98. 1972. 179p

CITES. Apéndices I y II. Versión corregida al 16 de Agosto de 2000 (Consultado Abril 1 de 2002). En : http://www.cites.org/esp/append/I&II_0700.shtml

CLARKE, K. and WARWICK, R. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. United Kingdom: Plymouth Marine Laboratory, 1994. pag. var.

COEN, Loren, HECK, Kenneth and ABELE, Lawrence. Experiments on competition and predation among shrimps of seagrass meadows. En : Ecology. Vol. 62, No. 6 (1981). p. 1484-1493

COLCIENCIAS. Plan estratégico 1999-2004 Programa Nacional de ciencia y Tecnología del Mar. Bogotá, 1999. 106p

DAWES, C. Botánica marina. México: Editorial Limusa, 1986. 563p

DIAZ, J. M. (edit.). Descripción inicial de unidades de monitoreo de ecosistemas marinos en la bahía de Portete. Determinación del Área de influencia de Puerto Bolívar afuera de la Bahía Portete. Santa Marta: INVEMAR-INTERCOR, 1992. 67p

_____ y GOMEZ, D. I. Cambios históricos en la distribución y abundancia de praderas de pastos marinos en la bahía de Cartagena y áreas aledañas (Colombia). En : Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. Sometido.

_____ y PUYANA, M. Moluscos del Caribe colombiano: un catálogo ilustrado. COLCIENCIAS-Fundación Natura-INVEMAR. Bogotá, 1994. 291p

_____, BARRIOS, L. M., CENDALES, M. H., GARZON-FERREIRA, J., GEISTER, J., LOPEZ-VICTORIA, M., OSPINA, G. H., PARRA-VELANDIA, F., PINZON, J., VARGAS-AMGEL, B., ZAPATA, F. A. y ZEA, S. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR, Serie publicaciones especiales No. 5. Santa Marta, 2000. 176p

DÍAZ-PULIDO, G. Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad en Colombia: Ecosistemas marinos y costeros. INVEMAR. Santa Marta. 1997. 142p.

DIGBY, P. G. N. and KEMPTON, R. A. Multivariate analysis of ecological communities. London: Chapman & Hall, 1987. 206 p

ECHEVERRY, B. Estudio de la fauna de invertebrados de una pradera de *Thalassia testudinum* König -biomasa e incidencia de algunos factores ambientales sobre el ecosistema- en la bahía de Neguanje Parque Nacional Natural Tayrona. Medellín. 1982. 79p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad de Antioquia. Facultad de Biología.

FIELD, J., CLARK, K. and WARWICK, R. A practical strategy for analyzing multispecies distribution patterns. En : Marine Ecology Progress Series No. 8 (1982). p. 37-52

FRANKE, Rebeca. Evaluación de las comunidades epifaunales de las praderas de *Thalassia testudinum* en el Parque Nacional Natural Tayrona. Santa Marta. 2001. 118p + Anexos. Tesis Maestría (Biólogo Marino). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.

GARZÓN-FERREIRA, J. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de Bahía Portete, departamento de la Guajira, Colombia. En : Trianea (Act. Cient. Y Tecn., INDERENA) No. 3 (1989). p. 149-172

GONZÁLEZ, E., MORA, A., RESTREPO, Y. y VALENCIA, C. Notas preliminares sobre la ictiofauna en una pradera de *Thalassia testudinum* König (Cocoliso, Caribe colombiano). En : SEMINARIO NACIONAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DEL MAR (8º. : 1992 : Santa Marta). Memorias del VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. Bogotá, 1992. p. 630-639

GREENWAY, Margaret. Trophic relationships of macrofauna within a Jamaican seagrass meadow and the role of the echinoid *Lytechinus variegatus* (Lamarck). En : Bulletin of Marine Science Vol. 56, No. 3 (1995). p. 719-736.

HECK, K. L., JR. Community structure and the effects of pollution in seagrass meadows and adjacent habitats. En : Marine Biology No. 35 (1976). p. 345-357

_____. Comparative species richness, composition, and abundance of invertebrates in caribbean seagrass (*Thalassia testudinum*) meadows (Panama). En : Marine Biology No. 41 (1977). p. 335-348

_____ and WETSTONE, G. S. Habitat complexity and invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows. En : Journal of Biogeography No. 4 (1977). p. 135-142

HENDLER, G., J. MILLER., D. PAWSON and M. PORTER. Sea stars, Sea Urchins and Allies: Echinoderms of Florida and Caribbean. Washington D.C. : Smithsonian Institution Press, 1995. 390p

HOMZIAK, J., FONSECA, M. and KENWORTHY, J. Macrobenthic community structure in a transplanted eelgrass (*Zostera marina*) meadows. En : Marine Ecology Progress Series No. 9 (1982). p. 211-221

HOOKS, Theresa, HECK, Kenneth and LIVINGSTON, Robert. An inshore marine invertebrate community: Structure and habitat associations in the northeastern gulf of Mexico. En : Bulletin of Marine Science Vol. 26, No. 1 (1976). p. 99-109

INVEMAR. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito de Andreis". Contexto legal. Santa Marta, 1994. 32p

_____. Programa Nacional de Investigación de Biodiversidad Marina-PNIBM. INVEMAR, Ministerio del Medio Ambiente. DIAZ, J. M. y GOMEZ, D. I. (edit.). Santa Marta, 2000. 80p.

ITIS. Integrated Taxonomic Information System. Versión corregida a Noviembre 2001. (Consultado Enero 2002). En : <http://www.itis.usda.gov/index.html>

JACKSON, J. B. C. Modes of dispersal of clonal benthic invertebrates: Consequences for species distributions and genetic structure of local populations. En : Bulletin of Marine Science Vol. 39, No. 2 (1986). p. 588-606

JIMÉNEZ, M. Comunidad de moluscos asociada a *Thalassia testudinum* en la ensenada de Reyes, bahía de Mochima, Edo. Sucre, Venezuela. En : Boletín del Instituto Oceanográfico de Venezuela (Universidad de Oriente) Vol. 33, Nos. 1 y 2 (1994). p. 67-76

KAANDORP, J. A selection procedure for different numerical classification methods and inverse analysis applied in quantitative investigations of marine communities. No publicado.

_____, J. Rocky substrate biotic communities of the infralittoral fringe of the Boulonnais-Coast, NW France: A quantitative survey. En : Marine Biology No. 92 (1986). p. 255-265

LAVERDE-CASTILLO, J. Comparación de comunidades de poliquetos infaunales y epifaunales, asociados con lechos de *Thalassia testudinum* Banks ex König en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. En : DIAZ, J. M. (edit.). Estudio integrado de la zona costera de Santa Marta y Parque Nacional Natural Tayrona. Informe Final. Programa Ecosistemas Marinos-INVEMAR. Santa Marta, 1990. p. 379a-379l

_____. Microhábitats en lechos de *Thalassia testudinum*: Su papel en la evaluación de la abundancia de la macrofauna. En : SEMINARIO NACIONAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DEL MAR (8°. : 1992 : Santa Marta). Memorias del VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. Bogotá, 1992. p. 628

LEWIS, F. and STONER, Allan. Distribution of macrofauna within seagrass beds: an explanation of patterns of abundance. En : Bulletin of Marine Science Vol. 33, No. 2 (1983). p. 296-304

LIVINGSTON, Robert. Trophic response of fishes to habitat variability in coastal seagrass systems. En : Ecology Vol. 65, No. 4 (1984). p. 1258-1275

LOPEZ-VICTORIA, Mateo y DIAZ, J. M. Morfología y estructura de las formaciones coralinas del Archipiélago de San Bernardo, Caribe colombiano. En : Revista de la Academia colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Vol. XXIV, No. 91 (Junio, 2000). p. 219-230

_____, DÍAZ, J. M. y MÁRQUEZ, J. C. Las formaciones coralinas de Isla Tortuguilla (Caribe colombiano). En : Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras No. 29 (2001). p. 51-58

LUDWIG, J. and REYNOLDS, J. Statistical Ecology. A primer on methods and computing. New York: John Wiley & Sons, 1988. 337p

MARTINEZ, J., GONZALEZ, J., FRANCO, J., MARIN, L., MOLINA, L. y PEREZ, F. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe colombiano. En : SEMINARIO NACIONAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DEL MAR (8°. : 1992 : Santa Marta). Memorias del VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. Bogotá, 1992. p. 56-70

McNEILL, S. E. and BELL, J. D. Comparison of beam trawls for sampling macrofauna of *Posidonia* seagrass. En : Estuaries Vol. 15, No. 3 (1992). p. 360-367

McROY, C. P. and LLOYD, D. Comparative function and stability of macrophyte-based ecosystems. En: Longhurst, A. R. Analysis of marine ecosystems. Nova Scotia: Academic Press, 1981. 741p

MILLER, J. and PAWSON, D. Holothurians (Echinodermata). Memoirs of the Hourglass cruises Vol. VII, Part 1 (1984). p. 1-79

MILSTEIN, Ana. Factor and Canonical correlation analyses: Basic concepts, data requirements and recommended procedures. En: Prein, M., Hulata, G. and Pauly, D. (edit). Multivariate methods in aquaculture research: case studies of tilapias in experimental and comercial systems. ICLARM Stud. Rev. No. 20 (1993). 221p

MORENO-FORERO, S. y HERNÁNDEZ-TORRES, C. L. Morfometría y composición por tallas de *Lytechinus variegatus* (Equinoidea) en una pradera de *Thalassia testudinum* (Isla Grande-Islas del Rosario). En : SEMINARIO NACIONAL DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DEL MAR (8°. : 1992 : Santa Marta). Memorias del VIII Seminario Nacional de Ciencias y Tecnologías del Mar. Bogotá, 1992. p. 619-627

MORTIMER, Jeanne. Feeding ecology of Sea Turtles. En : Bjorndal, K. A. (edit.). Biology and conservation of Sea Turtles. Washington: Smithsonian Institution Press, 1995. p. 103-109

OGDEN, John. Faunal relationships in Caribbean seagrass beds. En : Phillips, R. and C. P. McRoy. Handbook of seagrass biology: An ecosystem perspective. New York: Garland Publishing, Inc., 1980. 353p

_____ and ZIEMAN, J. C. Ecological aspects of coral reef.-seagrass bed contacts in the Caribbean. En: THIRD INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM (3rd : May 1977 : Miami). Proceedings of the Third International Coral Reef Symposium Vol.1. Biology. Miami, Florida. May, 1977. p. 377-382

ORTH, Robert, HECK, Kenneth and van MONTFRANS, Jacques. Faunal communities in seagrass beds: A review of the influence of plant structure and prey characteristics on predator-prey relationships. En : Estuaries Vol. 7, No. 4a (1984). p. 339-350

PATIÑO, F. y FLORÉZ, F. Estudio ecológico del Golfo de Morrosquillo. Universidad Nacional de Colombia-Fondo "FEN" Colombia. Santa fe de Bogota, 1993. 109p

PUNTES, L. G. y CAMPOS, N. Los camarones (Crustacea: Decapoda: Natantia) asociados a praderas de *Thalassia testudinum* Banks ex Koning en la región de Santa Marta, Caribe colombiano. En : Caldasia No. 17 (1992). p. 121-131

RAMÍREZ, Alberto. Ecología aplicada. Diseño y análisis estadístico. Fundación Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano. Santa fe de Bogota, 1999. 325p

RAMÍREZ, A., MIRANDA, D. y VIÑA, G. Estructura arrecifal del archipiélago de San Bernardo (Mar Caribe, Colombia), estudio de línea base. En : Trianea No. 5 (1994). p. 189-219

RAMÍREZ, G. Evaluación de los parámetros y su relación con la surgencia de aguas costeras. En : Díaz, J. M. (edit.). Estudio ecológico integrado de la zona costera de Santa Marta y Parque Nacional Natural Tayrona. Informe final. INVEMAR. Santa Marta, 1990. 439p

RANDALL, J. Caribbean reef fishes. New York: I. F. H. Publications Inc., 1968. 318p

RATHBUN, M. The Cancroid crabs of America. The families Euryalidae, Portunidae, Atelecyclidae, Cancridae and Xanthidae. Smithsonian Institution. United States National Museum. Bulletin No. 152 (1930). 608p

_____. The spiders crabs of America. Smithsonian Institution. United States National Museum. Bulletin No. 129 (1925). 613p

RODRÍGUEZ, A. Ictiofauna béntica asociada a praderas de *Thalassia testudinum* Banks ex Koning 1805 en Isla Grande e Isla Rosario, estación seca (Caribe colombiano): relación entre la estructura íctica y la de las praderas. Bogotá, 1996. 110p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Área de Ingeniería y Recursos Naturales.

RODRIGUEZ, B. D. Los cangrejos de la familia Portunidae (Decapoda : Brachyura) del Caribe colombiano. En : Anales del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras No. 12 (1982). p. 137-184

SANCHEZ, H. y CAMPOS, N. Los cangrejos ermitaños (Crustacea : Anomura : Paguridae) de la costa norte colombiana. Anales del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras No. 10 (1978). p. 15-62

SCHEIBLING, R. Feeding habits of *Oreaster reticulatus* (Echinodermata: Asteroidea). En : Bulletin of Marine Science Vol. 32, No. 2 (1982). p. 504-510

SCHUBEL, J. R. Some comments on seagrasses and sedimentary process. Special report 33. Chesapeake Bay Institute. The Johns Hopkins University. Baltimore, 1973. 32p

SOLIS-WEISS, V. y CARREÑO, S. Estudio prospectivo de la macrofauna béntica asociada a praderas de *Thalassia testudinum* en la laguna de Términos, Campeche, México. En : Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM Vol. 13, No. 3 (1986). p. 201-216

STONER, Allan. The role of seagrass biomass in the organization of benthic macrofaunal assemblages. En : Bulletin of Marine Science Vol. 30, No. 3 (1980). p. 537-551

TER BRAAK, Cajo. Canonical correspondence analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. En : Ecology Vol. 67, No. 5 (1986). p. 1167-1179

THAYER, Gordon, BJORN DAL, Karen, OGDEN, John, WILLIAMS, Susan and ZIEMAN, Joseph. Role of large herbivores in seagrass communities. En : Estuaries Vol. 7, No. 4a (1984). p. 651-376

UNESCO. CARICOMP – Caribbean coral reef, seagrass and mangrove sites. Coastal region and small island papers 3, UNESCO. Paris, 1998. xiv +347p

van MONTFRANS, Jacques, WETZEL, Richard and ORTH, Robert. Epiphyte-grazer relationships in seagrass meadows: Consequences for seagrass growth and production. En : Estuaries Vol. 7, No. 4a (1984). p. 289-309

VEGAS, Manuel. Introducción a la Ecología del bentos marino. Serie Biología. Monografía No. 9. Lima, 1971. 91p

VILLA, Amelia. Caracterización de las formaciones coralinas de la bahía de Cinto, Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano, de acuerdo con la ecología del paisaje. Bogotá, D.C., 2001., 73p. Trabajo de Grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Área de Ingeniería y Recursos Naturales.

VIRNSTEIN, R. Seagrass-associated invertebrate communities of the Southeastern U.S.A.: A review. En : Durako, M., Phillips, R. and Lewis, R. (edit). Proceedings of the Symposium on Subtropical-Tropical Seagrasses of the Southeastern United States. Florida Marine Research Publications Number 42. June, 1987. p. 89-116.

WILKINSON, C. and BAKER, V. Survey manual for tropical marine resources. Second edition. Australian Institute of Marine Science. Townsville, 1997. 368p

YOUNG, D. and YOUNG, M. Macrobenthic invertebrates in bare sand and seagrass (*Thalassia testudinum*) at Carrie Bow Cay, Belize. En : Rutzler, K. and I. E. MacIntyre (edit.). The Atlantic barrier reef ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize. I. Structure and communities. Smithsonian Contribution for Marine Science No.12 (1982). p. 115-126

ZAR, J. Biostatistical analysis. Third edition. New Jersey: Prentice Hall International Inc., 1984. 662p

ZEA, S. Esponjas del Caribe Colombiano Bogotá : Catálogo Científico, 1987. 286 p

ZIEMAN, J. C. Tropical sea grass ecosystems and pollution. En : Ferguson, E. J. and E. J. Johannes (edit.). Tropical Marine Pollution. Amsterdam: Elsevier Publication Co., 1975. p. 63-74

ANEXO A.

Ubicación geográfica de las 55 estaciones de muestreo realizadas en el Caribe colombiano. La profundidad de cada estación es: S somera y P profunda.

Estación	Latitud	Longitud	Área	Sector	Profundidad
1	11°17'23"	74°9'23"	Tayrona	Bonito Gordo	S
2	11°17'25"	74°9'25"	Tayrona	Bonito Gordo	P
3	10°23'23"	75°32'23"	Cartagena	Bajo La Virgen	S
4	10°18'24"	75°34'24"	Cartagena	Isla Abanico	S
5			Islas del Rosario	Periquito	S
6			Islas del Rosario	Periquito	P
7	10°10'5"	75°40'5"	Cartagena	Cholon	P
8	10°10'2"	75°40'2"	Cartagena	Cholon	S
9	10°9'4"	75°47'4"	Islas del Rosario	Isla Rosario	S
10	10°14'3"	75°37'3"	Cartagena	Punta Gigante	P
11	10°10'22"	75°43'22"	Islas del Rosario	I.Grande/I. Pirata	S
12	10°10'43"	75°47'43"	Islas del Rosario	Rosario	P
13	11°19'52"	74°6'52"	Tayrona	Gayraca	P
14	11°19'33"	74°6'33"	Tayrona	Gayraca	S
15	11°19'6"	74°8'6"	Tayrona	Playa Salina	S
16	10°44'5"	75°21'5"	Cartagena	Isla Arena	S
17			Isla Fuerte		P
18	9°22'9"	76°11'9"	Isla Fuerte	I.Fuerte SW	S
19	9°22'21"	76°10'21"	Isla Fuerte	I.Fuerte NE	P
20	9°23'23"	76°10'23"	Isla Fuerte	I.Fuerte P.Ingles	S
21	9°25'24"	75°43'24"	Golfo de Morrosquillo	Punta Bolivar	S
22	9°45'6"	75°39'6"	Golfo de Morrosquillo	Rincón	P
23			Golfo de Morrosquillo	Isla Cabrana	S
24	9°41'-30"	75°38'30"	Golfo de Morrosquillo	Verrugas	S
25	9°42'56"	75°40'56"	Golfo de Morrosquillo	C. Buceo El Golfo	P
26	9"		Islas de San Bernardo	Isla Tintipan	P
27	9°41'46"	75°49'46"	Islas de San Bernardo	Isla Tintipan	S
28			Islas de San Bernardo	Isla Mucura	P

ANEXO A. Continuación.

Estación	Latitud	Longitud	Área	Sector	Profundidad
29	9°41'57"	75°50'57"	Islas de San Bernardo	Ceycen	P
30	11°19'16"	74°3'16"	Tayrona	Cinto	P
31	11°19'30"	74°4'30"	Tayrona	Neguanje	S
32	11°53'10"	71°17'10"	Puerto López	Puerto Lopez	S
33	12°16'3"	71°56'3"	Portete	B.Portete N	S
34	12°11'28"	71°58'28"	Portete	Canal Manglar	S
35	12°9'18"	71°58'18"	Portete	B.Portete S	S
36			Cabo de La Vela-Riohacha	Pueblo La Vela	S
37	12°8'31"	72°8'31"	Cabo de La Vela-Riohacha	Guajira	S
38	12°0'30"	72°11'30"	Cabo de La Vela-Riohacha	Carrizal	P
39			Cabo de La Vela-Riohacha	Auyama	P
40			Cabo de La Vela-Riohacha	Cardon	S
41			Cabo de La Vela-Riohacha	Cardon	P
42	11°44'0"	72°34'0"	Cabo de La Vela-Riohacha	Manaure	S
43			Cabo de La Vela-Riohacha	Manaure	P
44	8°34'29"	77°17'29"	Choco Caribeño	E. Pinoroa	S
45	8°34'36"	77°17'36"	Choco Caribeño	E. Pinoroa	P
46	8°39'46"	77°21'46"	Choco Caribeño	Sapzurro	S
47	12°33'1"	81°42'1"	San Andres	La Mansion	P
48	12°35'19"	81°41'19"	San Andrés	Los Delfines	S
49	12°33'56"	81°41'56"	San Andres	Bahia Hooker	S
50	12°34'32"	81°41'32"	San Andrés	Club Nautico	P
51	12°21'11"	81°21'11"	Providencia	McBean Lagoon	S
52	13°21'5"	81°23'5"	Providencia	Manzanillo	P
53	13°23'12"	81°22'12"	Providencia	P. Enamorados	S
54	13°23'55"	81°21'55"	Providencia	PV-S.Cata	P
55			Tayrona	Arrecifes	S

ANEXO B.

Características estructurales y ambientales de las praderas de pastos marinos del Caribe colombiano. Estación (E), profundidad (Pf; P: 4-5 metros y S: 1-2 metros), densidad de vástagos por m² (D), biomasa foliar en gramos de peso seco por m² (BF), porcentaje de epífitos (E), porcentaje de cobertura (C), ancho de hojas en cm (A), longitud de hojas en cm (L), origen de sedimento (OS), tipo de sedimento (TS) y grado de influencia de otros biotopos (I).

E	Área	Pf	D	BF	E	C	A	L	OS	TS	I
1	Tayrona	S	342.5	89.0	6.4	23.3	1.41	21.0	Litoclástico	Arena fina	8,0
2	Tayrona	P	205.0	102.5	10.1	38.4	1.27	24.7	Litoclástico	Arena mixta	6,0
3	Cartagena	S	455.0	88.8	41.9	45.9	1.24	20.6	Bioclástico	Arena gruesa	8,0
4	Cartagena	S	382.5	108.5	22.9	49.2	1.08	17.6	Bioclástico	Arena gruesa	10,0
5	Islas del Rosario	S	602.5	89.0	-	74.8	1.04	14.4	Bioclástico	Arena gruesa	0,0
6	Islas del Rosario	P	192.5	56.8	7.6	64.4	0.90	16.4	Bioclástico	Arena mixta	5,0
7	Cartagena	P	285.0	74.6	6.6	42.4	1.25	21.6	Bioclástico	Arena media	5,0
8	Cartagena	S	637.5	76.4	12.1	64.9	1.10	11.1	Bioclástico	Arena media	9,0
9	Islas del Rosario	S	337.5	55.4	14.0	55.4	1.27	13.2	Bioclástico	Arena fina	9,0
10	Cartagena	P	502.5	87.2	13.6	50.0	1.11	22.5	Litobioclástico	Arena muy fina	17,0
11	Islas del Rosario	S	550.0	41.3	3.0	33.2	1.16	10.9	Bioclástico	Arena mixta	10,0
12	Islas del Rosario	P	366.6	105.0	20.7	67.5	1.12	17.8	Bioclástico	Arena fina	0,0
13	Tayrona	P	440.0	88.0	33.0	77.0	0.94	21.8	Litobioclástico	Arena media	16,0
14	Tayrona	S	320.0	133.9	8.1	57.0	1.42	25.4	Litoclástico	Arena media	12,0
15	Tayrona	S	730.0	93.6	16.0	70.5	1.21	14.3	Bioclástico	Arena gruesa	10,0
16	Cartagena	S	985.0	189.3	25.3	89.5	0.92	17.3	Litoclástico	Arena fina	8,0
17	Isla Fuerte	P	440.0	47.3	9.9	40.9	1.00	15.0	Biolitoclástico	Arena gruesa	13,0
18	Isla Fuerte	S	402.5	42.0	13.9	17.2	1.08	10.0	Biolitoclástico	Bloques	13,0
19	Isla Fuerte	P	457.5	93.5	8.1	63.9	1.08	22.0	Biolitoclástico	Arena media	6,0
20	Isla Fuerte	S	810.0	164.9	11.8	73.3	1.31	21.3	Bioclástico	Arena media	13,0
21	Golfo Morrosquillo	S	362.5	76.3	4.7	47.5	1.17	18.2	Bioclástico	Arena mixta	9,0
22	Golfo Morrosquillo	P	255.0	84.3	10.1	49.8	1.09	19.8	Bioclástico	Arena gruesa	10,0
23	Golfo Morrosquillo	S	835.0	159.7	6.3	78.0	1.28	24.0	Bioclástico	Arena media	9,0
24	Golfo Morrosquillo	S	620.0	86.9	20.3	63.5	0.90	18.1	Litoclástico	Arena fina	18,0
25	Golfo Morrosquillo	P	257.5	56.7	9.4	33.0	0.97	18.9	Litoclástico	Arena muy fina	6,0
26	Islas de San Bernardo	P	457.5	64.7	17.1	42.8	0.97	16.5	Bioclástico	Arena media	0,0
27	Islas de San Bernardo	S	830.0	188.9	7.1	60.0	1.20	19.4	Bioclástico	Arena gruesa	14,0
28	Islas de San Bernardo	P	372.5	118.6	3.1	48.8	1.23	20.0	Bioclástico	Arena muy fina	8,0
29	Islas de San Bernardo	P	707.5	61.6	12.1	40.8	0.95	10.2	Bioclástico	Arena gruesa	15,0

ANEXO B. Continuación.

E	Área	Pf	D	BF	E	C	A	L	OS	TS	I
30	Tayrona	P	655.0	111.2	3.8	62.1	1.07	19.2	Litoclástico	Arena media	13,0
31	Tayrona	S	615.0	152.3	4.8	52.0	1.21	21.6	Bioclástico	Arena muy fina	17,0
32	Puerto López	S	425.0	102.7	19.5	43.5	1.14	28.6	Litobioclástico	Arena fina	9,0
33	Portete	S	602.5	180.1	27.4	68.0	1.27	22.1	Litoclástico	Arena muy fina	8,0
34	Portete	S	607.5	203.3	19.5	58.5	1.33	39.1	Litobioclástico	Lodo	20,0
35	Portete	S	712.5	113.9	11.8	56.0	1.01	18.0	Biolitoclástico	Arena media	9,0
36	Cabo de La Vela-Riohacha	S	395.0	147.4	6.4	35.5	1.34	25.6	Litoclástico	Lodo	20,0
37	Cabo de La Vela-Riohacha	S	407.5	129.6	23.7	43.8	1.29	18.9	Litobioclástico	Arena fina	3,0
38	Cabo de La Vela-Riohacha	P	375.0	156.7	15.3	37.4	1.50	28.4	Biolitoclástico	Arena gruesa	3,0
39	Cabo de La Vela-Riohacha	P	220.0	115.1	14.3	23.5	1.28	27.8	Litobioclástico	Arena media	3,0
40	Cabo de La Vela-Riohacha	S	277.5	158.7	25.0	33.0	1.28	31.1	Litoclástico	Arena fina	5,0
41	Cabo de La Vela-Riohacha	P	287.5	133.8	12.4	34.0	1.19	26.8	Litobioclástico	Arena media	0,0
42	Cabo de La Vela-Riohacha	S	410.0	248.7	17.7	50.5	1.15	38.2	Litoclástico	Lodo	2,0
43	Cabo de La Vela-Riohacha	P	212.5	81.3	17.1	24.0	1.03	28.5	Litobioclástico	Arena media	2,0
44	Choco caribeño	S	667.5	60.3	14.0	51.5	1.02	19.1	Biolitoclástico	Arena gruesa	17,0
45	Choco caribeño	P	402.5	60.4	14.9	30.3	1.15	28.0	Biolitoclástico	Arena media	12,0
46	Choco caribeño	S	470.0	74.8	17.0	41.0	1.14	16.4	Litobioclástico	Arena media	15,0
47	San Andrés	P	485.0	71.6	6.0	38.8	1.01	15.9	Bioclástico	Arena gruesa	10,0
48	San Andres	S	595.0	81.8	13.2	44.0	0.92	11.5	Bioclástico	Arena media	3,0
49	San Andres	S	505.0	98.3	4.3	32.5	1.04	23.1	Bioclástico	Arena gruesa	13,0
50	San Andrés	P	437.5	58.5	21.5	27.5	0.99	23.2	Bioclástico	Arena muy fina	12,0
51	Providencia	S	752.5	133.3	9.8	40.0	1.11	23.3	Bioclástico	Arena media	10,0
52	Providencia	P	530.0	87.0	10.0	33.7	0.93	22.3	Bioclástico	Arena media	6,0
53	Providencia	S	345.0	92.1	4.4	31.5	1.17	29.1	Bioclástico	Lodo	15,0
54	Providencia	P	307.5	48.9	8.2	30.0	0.99	19.1	Bioclástico	Arena media	12,0
55	Tayrona	S	620.0	153.9	6.0	56.0	1.31	24.1	Bioclástico	Arena media	11,0
	Promedio		481,1	105,1	13,4	48,0	1,13	21	-	-	9,5
	Desviación estándar		182,3	45,5	7,9	16,1	0,15	6,2	-	-	5,22

ANEXO C

Cuadro taxonómico de las especies de la macrofauna asociada a praderas de *Thalassia testudinum* en el Caribe colombiano. El orden sistemático sigue a ITIS 2002.

Phylum/ Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie/Morfotipo		
Porifera	Demospongea	Axinellida	Agelasidae	<i>Agelas sventres</i> <i>Agelas clathrodes</i>		
			Axinellidae	<i>Pseudaxinella</i> sp. <i>Thrinacophora funiformis</i>		
			Dictyonellidae	<i>Dictyonella</i> sp. <i>Scopalina ruetzleri</i>		
			Halichondriidae	<i>Myrmekioderma rea</i>		
			Raspailiidae	<i>Ectyoplasia ferox</i>		
			Dictyoceratida	Dysideidae	<i>Dysidea</i> cf. <i>fragilis</i> <i>Dysidea janiae</i> <i>Dysidea etheria</i>	
				Thorectidae	<i>Ircinia felix</i> <i>Ircinia strobilina</i>	
				Halichondrida	Halichondriidae	<i>Halichondria melanodocia</i>
				Haplosclerida	Callyspongiidae	<i>Callyspongia armigera</i>
			Halicionidae		<i>Haliciona caerulea</i>	
		Niphatidae	<i>Niphates erecta</i> <i>Amphimedon erina</i> <i>Amphimedon compressa</i>			
			Oceanapiidae		<i>Calyx podatypa</i> <i>Oceanapia oleracea</i> <i>Oceanapia peltata</i>	
			Petrosiidae		<i>Xestospongia</i> sp.	
		Poecilosclerida	Spongiidae		<i>Hyattella cavernosa</i>	
			Clathriidae		<i>Clathria schoenus</i>	
			Coelosphaeridae		<i>Phorbas</i> cf. <i>amaranthus</i>	
			Desmacellidae		<i>Desmapsamma anchorata</i>	
			Esperiopsidae	<i>Itrochota birotulata</i>		
			Euryponidae	<i>Cyamon vichersi</i>		
			Mycalidae	<i>Mycale laevis</i> <i>Mycale microsigmatosa</i>		

ANEXO C. Continuación.

Phylum/ Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie/Morfotipo
				<i>Mycale angulosa</i>
			Myxillidae	<i>Tedania ignis</i>
			Raspailiidae	<i>Eurypon laughlini</i>
		Verongida	Apysinidae	<i>Aplysina cauliformis</i>
		Hadromerida	Clionidae	<i>Cliona</i> sp.
			Placospongiidae	<i>Placospongia</i> sp.
			Tethyidae	<i>Tethya</i> sp.
		Spirophorida	Tetillidae	<i>Cinachyrella</i> sp.
		Chondrosia	Chondrillidae	<i>Chondrilla nucula</i>
				<i>Chondrosia collectrix</i>
		Astrophorida	Ancorinidae	<i>Ancorina megastylifera</i>
				Esponja 1
	Calcarea	Clathrinida	Leucascidae	<i>Leucetta barbata</i>
Cnidaria	Anthozoa	Actiniaria	Actiniidae	<i>Condylactis gigantea</i>
				<i>Isactinia</i> sp.
				<i>Phyllactis</i> cf. <i>pretexta</i>
			Aiptasiidae	<i>Bartholomea annulata</i>
				<i>Aiptasia</i> sp.
			Alicidae	<i>Triactis</i> sp.
				<i>Alicia mirabilis</i>
			Boloceroiidae	<i>Bunodeopsis</i> sp.
				<i>Bunodosoma</i> sp.
			Isophelliidae	<i>Calliactis tricolor</i>
			Metridiidae	<i>Metridium</i> sp.
			Phymanthidae	<i>Phymanthus</i> sp.
				<i>Phymantus crucifer</i>
			Stoichactiidae	<i>Stoichactis helianthus</i>
				Anemona 1
		Gorgonacea	Gorgoniidae	<i>Pterogorgia</i> sp.
			Plexauridae	<i>Eunicea</i> sp.
				<i>Plexaurella</i> sp.
		Scleractinia	Faviidae	<i>Manicina aerolata</i>
				<i>Cladocora arbuscula</i>
				<i>Diploria clivosa</i>
				<i>Diploria strigosa</i>
				<i>Favia fragum</i>
				<i>Solenastrea</i> sp.

ANEXO C. Continuación.

Phylum/ Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie/Morfotipo	
	Hydrozoa	Zoanthida Hydroida	Meandrinidae	<i>Montastrea cavernosa</i>	
			Oculinidae	<i>Dichocoenia stokesi</i>	
			Poritidae		<i>Oculina</i> sp.
					<i>Porites porites</i>
					<i>Porites astreoides</i>
			Siderastreidae		<i>Siderastrea radians</i>
					<i>Siderastrea siderea</i>
				Zoanthidae	<i>Palythoa caribeorum</i>
				Campanulariidae	Hidroide sp1
				Plumulariidae	Hidroide sp2
				Hidroide sp3	
			Hidroide sp4		
	Milleporina	Milleporidae	<i>Millepora alcornis</i>		
			<i>Millepora complanata</i>		
Annelida	Polichaeta	Canalipalpata	Amphinomidae	<i>Hermodice carunculata</i>	
			Artacaminae	<i>Eupolymnia</i> sp.	
			Sabellidae		<i>Bispira</i> sp.
					<i>Anamobaea</i> sp.
					<i>Notaulax</i> sp.
					<i>Megalomma</i> sp.
				Serpulidae	<i>Pomatostegus</i> sp.
		Spirobranchiidae	<i>Spirobranchus</i> sp.		
Mollusca	Bivalvia	Arcoida	Arcidae	<i>Arca zebra</i>	
				<i>Anadara notabilis</i>	
				<i>Arca imbricata</i>	
				<i>Barbatia cancellaria</i>	
		Mytiloidea	Mytilidae	<i>Modiolus americanus</i>	
				<i>Brachidontes modiolus</i>	
			Pinnidae	<i>Pinna carnea</i>	
				<i>Atrina seminuda</i>	
		Pterioidea	Pectinidae	<i>Chlamys (Argopecten) nucleus</i>	
			Limidae	<i>Lima lima</i>	
			Pteriidae	<i>Pinctada imbricata</i>	
		Veneroidea	Cardiidae	<i>Trachycardium</i> sp.	
		Chamidae	<i>Chama macerophylla</i>		
		Lucinidae	<i>Codakia</i> sp.		
		Trachycardiinae	<i>Papyridea media</i>		

ANEXO C. Continuación.

Phylum/ Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie/Morfotipo	
	Gastropoda	Achaegastropoda	Turbiniidae	<i>Astraea tecta tecta</i> <i>Astraea phoebia</i> <i>Astraea caelata</i>	
Anaspidea			Aplysiidae	<i>Phyllaplysia engeli</i> <i>Aplysia brasiliana</i>	
			Notarchidae	<i>Bursatella leachi pleii</i>	
		Archaeogastropoda	Fissurellidae	<i>Fissurella</i> sp.	
Neritidae			<i>Smaragdia viridis viridemaris</i>		
Tricoliidae			<i>Tricolia</i> sp.		
Trochidae			<i>Tegula fasciata</i> <i>Tegula hotessieriana</i>		
Turbiniidae			<i>Turbo castanea</i>		
Cephalaspidea			Aglajidae	<i>Navanax</i> sp.	
			Cylindrobullidae	<i>Bulla striata</i>	
Mesogastropoda		Bursidae	<i>Bursa</i> sp.		
		Capulidae	<i>Capulus ungaricus</i>		
		Cassidae	<i>Cassis flammea</i>		
		Cerithidae	<i>Cerithium litteratum</i> <i>Cerithium eburneum</i>		
			Crepidulidae	<i>Crepidula convexa</i>	
		Cypraeidae	<i>Cypraea (Siphocypraea) mus</i>		
		Modulidae	<i>Modulus modulus</i> <i>Modulus carchedonius</i>		
			Potamididae	<i>Batillaria minima</i>	
			Ranellidae	<i>Cymatium (Septa) pileare</i>	
			Strombidae	<i>Strombus raninus</i> <i>Strombus gigas</i>	
				Neogastropoda	Buccinidae
		Columbellidae	<i>Columbella mercatoria</i> <i>Anachis sertulariarum</i> <i>Nitidella nitida</i>		
			Fascioliariidae		<i>Latirus infundibulum</i> <i>Leucozonia nassa</i> <i>Fasciolaria tulipa</i>
					Harpidae
		Marginellidae	<i>Prunum guttatum</i>		
Mitridae		<i>Mitra</i> sp.			

ANEXO C. Continuación.

Phylum/ Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie/Morfotipo
			Muricidae	<i>Chicoreus (Phyllonotus) oculatus</i> <i>Chicoreus (Phyllonotus) pomum</i> <i>Chicoreus brevifrons</i> <i>Murex messorius</i> <i>Thais</i> sp. <i>Urosalpinx</i> sp.
			Nassariidae	<i>Melongena melongena</i>
			Thaididae	<i>Morula nodulosa</i>
			Turbinellidae	<i>Vasum muricatum</i> <i>Turbinella angulata</i>
			Turridae	<i>Cerodrillia coccinata</i> <i>Crassispira (Gibbaspira) dysoni</i> <i>Strictispira paxillus</i>
		Notaspidea	Pleurobranchidae	<i>Pleurobranchus</i> sp.
		Nudibranchia	Facelinidae	<i>Dondice occidentalis</i> <i>Phidiana lynceus</i>
		Saccoglossa	Elysiidae	<i>Elysia</i> sp. <i>Elysia (Tridachia) crispata</i>
Crustacea	Malacostraca	Decapoda	Alpheidae	<i>Alpheus normanii</i> <i>Alpheus heterochaelis</i> <i>Synalpheus</i> sp.
			Calappidae	<i>Calappa gallus</i>
			Diogenidae	<i>Paguristes zebra</i> <i>Calcinus tibicen</i> <i>Isocheles</i> sp. <i>Clibanarius tricolor</i> <i>Clibanarius antillensis</i> <i>Paguristes puncticeps</i> <i>Dardanus venosus</i> <i>Petrochirus diogenes</i>
			Dorippidae	<i>Ethusa mascarone</i>
			Dromiidae	<i>Dromidia antillensis</i>
			Epialtidae	<i>Epialtus longirostris</i> <i>Epialtus bituberculatus</i>
			Hyppolytidae	<i>Tozeuma carolinense</i> <i>Trachycaris</i> sp. <i>Lysmata</i> sp. <i>Thor amboinensis</i>

ANEXO C Continuación.

Phylum/ Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie/Morfotipo
			Inachidae	<i>Stenorhynchus seticornis</i> <i>Podochela macrodera</i> <i>Podochela</i> sp. <i>Podochela gracilipes</i>
			Leucosiidae	<i>Ebalia cariosa</i> <i>Persephone</i> sp.
			Majidae	<i>Notolopas brasiliensis</i>
			Mithracidae	<i>Mithraculus forceps</i> <i>Microphrys bicornutus</i> <i>Mithraculus coryphe</i> <i>Macrocoeloma trispinosum</i> <i>Macrocoeloma subparallelum</i>
			Ophthalmiidae	<i>Pitho lherminieri</i> <i>Pitho laevigata</i>
			Paguridae	<i>Pagurus brevidactylus</i> <i>Pagurus criniticornis</i>
			Palaemonidae	<i>Leander tenuicornis</i> <i>Periclimenes pedersoni</i> <i>Periclimenes</i> sp.
			Palinuridae	<i>Panulirus argus</i>
			Penaeidae	<i>Penaeus notialis</i> <i>Trachypenaeopsis</i> sp.
			Porcellanidae	<i>Petrolisthes armatus</i> <i>Petrolisthes galathinus</i> <i>Porcellana sayana</i>
			Portunidae	<i>Cronius tumidulus</i> <i>Charybdis helleri</i> <i>Callinectes sapidus</i> <i>Portunus anceps</i> <i>Portunus ordwayi</i>
			Sicyoniidae	<i>Sicyonia typica</i>
			Stenopodidae	<i>Stenopus hispidus</i>
			Xanthidae	<i>Pilumnus sayi</i> <i>Carpillus corallinus</i>
			Inachidae	<i>Stenorhynchus seticornis</i> <i>Podochela macrodera</i>

ANEXO C. Continuación.

Phylum/ Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie/Morfotipo
		Isopoda Stomatopoda	Aegidae Gonodactylidae	<i>Micropanope nuttigi</i> <i>Panopeus occidentalis</i> <i>Pilumnus dasypodus</i> <i>Actaea setigera</i> <i>Cataleptodius floridanus</i> <i>Rocinela signata</i> <i>Pseudosquilla ciliata</i>
Echinodermata	Asteroida Echinoidea Holothuroidea	Spinulosida Valvatida Cidaroida Clypeasteroida Diadematoidea Echinoida Spatangoida Temnopleuroidea Apodida Aspidochirotida Dendrochirotida	Echinasteridae Ophiasteridae Oreasteridae Cidaridae Clypeasteridae Diademataidae Echinometridae Brissidae Toxopneustidae Synaptidae Holothuriidae Stichopodiidae Dendrochirotida Phyllophoridae	<i>Echinaster</i> sp. <i>Linckia guildingi</i> <i>Oreaster reticulatus</i> <i>Eucidaris tribuloides</i> <i>Clypeaster rosaceus</i> <i>Diadema antillarum</i> <i>Echinometra lucunter</i> <i>Echinometra viridis</i> <i>Meoma ventricosa</i> <i>Lytechinus variegatus</i> <i>Tripneustes ventricosus</i> <i>Synaptula</i> sp. <i>Holothuria (Halodeima) mexicana</i> <i>Holothuria (Halodeima) grisea</i> <i>Isostichopus badionotus</i> Pepino 1 <i>Pseudothyone</i> sp. <i>Stolus</i> sp.
Chordata	Ascidacea	Phlebobranchia Aplousobranchia Stolidobranchia	Asciidae Diazonidae Clavelinidae Didemnidae Styelidae	<i>Ascidia</i> sp. <i>Rhopalaea</i> sp. <i>Clavelina</i> sp1 <i>Clavelina</i> sp2 <i>Didemnum</i> sp. <i>Botrylloides</i> sp.
Peces	Chondrichthyes Osteichthyes	Rajiformes Anguilliformes Aulopiformes Batrachoidiformes Beryciformes	Urolophidae Muraenidae Synphobranchidae Synodontidae Batrachoididae Holocentridae	<i>Urolophus jamaicensis</i> <i>Gymnothorax vicinus</i> <i>Gymnothorax moringa</i> <i>Myrichthys oculus</i> <i>Synodus</i> sp. <i>Batrachoides manglae</i> <i>Holocentrus</i> sp.

ANEXO C. Continuación.

Phylum/ Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie/Morfotipo
		Lophiiformes	Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus</i> sp.
		Perciformes	Acanthuridae	<i>Acanthurus chirurgus</i>
			Apogonidae	<i>Astrapogon</i> sp.
			Callionymidae	<i>Callionymus pauciradiatus</i>
			Caranjidae	<i>Caranx</i> sp.
			Chaenopsidae	<i>Chaenopsis</i> sp.
			Chaetodontidae	<i>Chaetodon</i> sp.
			Gerreidae	<i>Eucinostomus</i> sp.
			Gobiesocidae	<i>Acyrtops beryllinus</i>
			Gobiidae	<i>Coryphopterus</i> sp.
				Gobido 1
				<i>Bathygobius soporator</i>
				<i>Gobionellus</i> sp.
			Haemulidae	<i>Haemulon aurolineatum</i>
				<i>Haemulon</i> sp.
			Labridae	<i>Halichoeres bivittatus</i>
				<i>Doratonotus megalepis</i>
				<i>Thalassoma bifasciatum</i>
			Labrisomidae	<i>Malacoctenus</i> sp.
				<i>Malacoctenus macropus</i>
				<i>Malacoctenus aurolineatus</i>
				<i>Labrisomus nuchipinnis</i>
				<i>Paraclinus fasciatus</i>
			Lutjanidae	<i>Ocyurus chrysurus</i>
			Monacanthidae	<i>Monacanthus ciliatus</i>
				<i>Monacanthus tuckeri</i>
				<i>Stephanolepis setifer</i>
			Mullidae	<i>Pseudopeneus maculatus</i>
			Opistognathidae	<i>Opisthognathus</i> sp.
			Pomacentridae	<i>Stegastes dorsopunicans</i>
				<i>Stegastes planifrons</i>
				<i>Abudefduf saxatilis</i>
			Scaridae	<i>Sparisoma radians</i>
				<i>Sparisoma</i> sp.
				<i>Criptotomus roseus</i>
			Sciaenidae	<i>Bairdiella</i> sp.
			Serranidae	<i>Serranus baldwini</i>
				<i>Serranus tigrinus</i>
				<i>Mycteroperca bonaci</i>

ANEXO C. Continuación.

Phylum/ Grupo	Clase	Orden	Familia	Especie/Morfotipo
			Sparidae	<i>Archosargus rhomboidalis</i>
			Sphyraenidae	<i>Sphyraena</i> sp.
		Pleuronectiformes	Bothidae	<i>Bothus ocellatus</i>
		Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Scorpaena plumieri</i>
		Syngnathiformes	Syngnathidae	<i>Syngnathus</i> cf. <i>caribbaeus</i>
				<i>Cosmocampus elucens</i>
				<i>Bryx dunckeri</i>
		Tetraodontiformes	Diodontidae	<i>Diodon holocanthus</i>
			Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengleri</i>

ANEXO D.

Principales características de las especies de la macrofauna encontradas asociadas a praderas de *Thalassia testudinum* en el Caribe colombiano. Las especies están organizadas por grupos taxonómicos y en orden de acuerdo a su frecuencia (F= número de estaciones en las cuales esta presente) en los muestreos. Las especies que presentan abundancias (N) con decimales corresponden a las especies que les fue estimada su abundancia en intervalos, y el valor mostrado es la sumatoria de las media de los intervalos de individuos estimados. La dominancia (%) corresponde a la proporción que representa la especie con respecto al total de individuos muestreados. Las categorías para la relación frecuencia-abundancia corresponden a poco abundantes pero ampliamente distribuidas (A/AD), muy abundantes pero poco distribuidas (MA/D), poco abundantes y poco distribuidas (A/D), muy abundantes y restringidas (MA/R), poco abundantes y restringidas (A/R) y escasas y restringidas (E/R). Las especies que fueron utilizadas en el análisis de ordenación presentan una abreviatura, la cual indica la especie dentro del diagrama de la ordenación (ver Figura 12 y Metodología).

Grupo/Especie	F	N	%	Relación Frecuencia-abundancia	Estrategia de vida	Estrategia de alimentación	Abreviatura
Esponjas							
<i>Niphates erecta</i>	28	641,5	3,61	A/D	Sesil Substrato	Suspensivoro	Nip ere
<i>Desmapsamma anchorata</i>	25	522,5	2,94	A/D	Sesil Substrato	Suspensivoro	Des anc
<i>Amphimedon erina</i>	18	494	2,78	A/D	Sesil Substrato	Suspensivoro	Amp eri
<i>Tethya</i> sp	18	94	0,53	A/D	Sesil Substrato	Suspensivoro	Tet sp.
<i>Chondrilla nucula</i>	14	484,5	2,73	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Cho nuc
<i>Tedania ignis</i>	14	264,5	1,49	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Ted ign
<i>Aplysina cauliformis</i>	13	246,5	1,39	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Apl cau
<i>Ircinia felix</i>	13	144	0,81	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Irc fel
<i>Ircinia strobilina</i>	13	259	1,46	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Irc str
<i>Cinachyrella</i> sp	12	141	0,79	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Cin sp.
<i>Amphimedon compressa</i>	9	32	0,18	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Iotrochota birotulata</i>	7	31	0,17	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	lot bir
<i>Pseudaxinella</i> sp	7	261	1,47	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Pse sp.
<i>Scopalina ruetzleri</i>	7	21	0,12	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Sco rue
Esponja 1	5	42,5	0,24	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Esp 1
<i>Clathria schoenus</i>	4	24,5	0,14	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Clt sch
<i>Halichondria melanodocia</i>	4	112	0,63	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Hai mel
<i>Mycale laevis</i>	4	42	0,24	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Myc lea
<i>Mycale microsigmatosa</i>	4	17	0,10	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Myc mic
<i>Cliona</i> sp	3	9	0,05	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Cli sp.

<i>Dysidea cf. fragilis</i>	3	36,5	0,21	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Dys fra
<i>Dysidea janiae</i>	3	14	0,08	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Ectyoplasia ferox</i>	3	9	0,05	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Placospongia</i> sp	3	9	0,05	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Agelas clathrodes</i>	2	6	0,03	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Callyspongia armigera</i>	2	6	0,03	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-

ANEXO D. Continuación.

Grupo/Especie	F	N	%	Relación Frecuencia-abundancia	Estrategia de vida	Estrategia de alimentación	Abreviatura
<i>Calyx podatypa</i>	2	11	0,06	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Chondrosia collectrix</i>	2	11	0,06	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Dictyonella</i> sp	2	11	0,06	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Dysidea etheria</i>	2	6	0,03	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Dys eth
<i>Haliclona caerulea</i>	2	88,5	0,50	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Hac cae
<i>Leucetta barbata</i>	2	6	0,03	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Mycale angulosa</i>	2	6	0,03	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Agelas sventres</i>	1	60,5	0,34	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Age sve
<i>Ancorina megastylifera</i>	1	3	0,02	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Cyamon vichersi</i>	1	3	0,02	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Eurypon laughlini</i>	1	3	0,02	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Hyattella cavernosa</i>	1	60,5	0,34	A/R	Sesil Vastago	Suspensivoro	Hay cav
<i>Myrmekioderma rea</i>	1	8	0,05	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Oceanapia oleracea</i>	1	3	0,02	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Oceanapia peltata</i>	1	3	0,02	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Oce pel
<i>Phorbas cf. amaranthus</i>	1	8	0,05	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Thrinacophora funiformis</i>	1	15,5	0,09	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Xestospongia</i> sp	1	3	0,02	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
Cnidarios							
<i>Siderastrea radians</i>	22	1090	6,14	MA/D	Sesil Substrato	Carnivoro	Sid rad
<i>Bartholomea annulata</i>	13	758	4,27	A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	Bar ann
<i>Porites porites</i>	13	759	4,27	A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	Por por
<i>Bunodeopsis</i> sp	9	58	0,33	A/R	Sesil Vastago	Carnivoro	Bun sp.
<i>Manicina aerolata</i>	9	279	1,57	A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	Man aer
<i>Eunicea</i> sp	8	254	1,43	A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	Eun sp.
<i>Phyllactis cf. pretexta</i>	8	11	0,06	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Condylactis gigantea</i>	7	26	0,15	A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	Con gig
<i>Millepora complanata</i>	7	36	0,20	A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	Mil com
<i>Aiptasia</i> sp	6	29	0,16	A/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	Aip sp.
<i>Cladocora arbuscula</i>	6	163	0,92	A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	Cla arb
<i>Diploria clivosa</i>	5	19	0,11	A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	Dip cli
<i>Porites astreoides</i>	5	26	0,15	A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
<i>Diploria strigosa</i>	4	6	0,03	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	Dip str
<i>Triactis</i> sp	4	30	0,17	A/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	Tri sp.
<i>Millepora alcornonis</i>	3	32	0,18	A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	Mil alc
<i>Calliactis tricolor</i>	2	2	0,01	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
<i>Isactinia</i> sp	2	4	0,02	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Oculina</i> sp	2	13	0,07	A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	Ocu sp.
<i>Phymantus crucifer</i>	2	6	0,03	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
<i>Pterogorgia</i> sp	2	2	0,01	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
<i>Alicia mirabilis</i>	1	1	0,01	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
<i>Anemona</i> 1	1	1	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Carnivoro	-

<i>Bunodosoma</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sesil Vastago	Carnivoro	-
<i>Dichocoenia stokesi</i>	1	2	0,01	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
<i>Favia fragum</i>	1	3	0,02	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
<i>Metridium</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Montastrea cavernosa</i>	1	1	0,01	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
<i>Palythoa caribeorum</i>	1	1	0,01	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-

ANEXO D. Continuación

Grupo/Especie	F	N	%	Relación Frecuencia-abundancia	Estrategia de vida	Estrategia de alimentación	Abreviatura
<i>Phymanthus</i> sp	1	18	0,10	A/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	Phm sp.
<i>Plexaurella</i> sp	1	4	0,02	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
<i>Siderastrea siderea</i>	1	1	0,01	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
<i>Solenastrea</i> sp	1	3	0,02	E/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
<i>Stoichactis helianthus</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
Hidroide sp1	12	Muy abundante		MA/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
Hidroide sp3	3	Poco abundante		A/R	Sesil Substrato	Carnivoro	-
Hidroide sp2	3	Poco abundante		A/R	Sesil Vastago	Carnivoro	-
Hidroide sp4	2	Escaso		E/R	Sesil Vastago	Carnivoro	-
<i>Poliquetos</i>							
<i>Eupolyornia</i> sp	27	420	2,36	A/D	Sesil Substrato	Suspensivoro	Eup sp.
<i>Bispira</i> sp	16	124	0,70	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Bis sp.
<i>Hermodice carunculata</i>	14	42	0,24	A/R	Vagil	Carnivoro	Her car
<i>Anamobaea</i> sp	5	12	0,07	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Spirobranchus</i> sp	5	7	0,04	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Megalomma</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Notaulax</i> sp	1	2	0,01	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Pomatostegus</i> sp	1	6	0,03	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
Moluscos							
<i>Modulus modulus</i>	30	448	2,52	A/D	Sedentario Vastago	Omnivoro	Mod mod
<i>Cerithium litteratum</i>	26	739	4,16	A/D	Sedentario Substrato	Herviboro	Cer lit
<i>Cerithium eburneum</i>	25	606	3,41	A/D	Sedentario Substrato	Herviboro	Cer ebu
<i>Vasum muricatum</i>	18	26	0,15	A/D	Vagil	Carnivoro	Vas mur
<i>Pinna carnea</i>	16	42	0,24	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Pin car
<i>Columbella mercatoria</i>	15	31	0,17	A/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	Col mer
<i>Strombus raninus</i>	14	20	0,11	A/R	Vagil	Omnivoro	Str ran
<i>Tegula fasciata</i>	10	16	0,09	A/R	Sedentario Vastago	Depositivoro	-
<i>Arca zebra</i>	9	99	0,56	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Arc zeb
<i>Atrina seminuda</i>	9	22	0,12	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Brachidontes modiolus</i>	8	1730	9,74	MA/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Bra mod
<i>Anadara notabilis</i>	8	29	0,16	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Phyllaplysia engeli</i>	6	19	0,11	A/R	Sedentario Vastago	Depositivoro	Phy eng
<i>Astraea phoebia</i>	6	10	0,06	E/R	Sedentario Vastago	Herviboro	Ast pho
<i>Smaragdia viridis viridemarais</i>	5	7	0,04	E/R	Sedentario Vastago	Herviboro	-
<i>Astraea tecta tecta</i>	4	50	0,28	A/R	Sedentario Vastago	Herviboro	Ast tec
<i>Elysia</i> sp	4	8	0,05	E/R	Sedentario Vastago	Herviboro	-
<i>Cassis flammea</i>	4	4	0,02	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Pinctada imbricata</i>	3	28	0,16	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Pin imb
<i>Turbinella angulata</i>	3	6	0,03	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Bulla striata</i>	3	4	0,02	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Chicoreus (Phyllonotus)</i>	3	3	0,02	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-

pomum

<i>Cypraea (Siphocypraea) mus</i>	3	3	0,02	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Chama macerophylla</i>	2	7	0,04	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Bursatella leachi pleii</i>	2	4	0,02	E/R	Vagil	Herviboro	-
<i>Crepidula convexa</i>	2	4	0,02	E/R	Sedentario Vastago	Suspensivoro	Cre con
<i>Astraea caelata</i>	2	3	0,02	E/R	Sedentario Vastago	Herviboro	-

ANEXO D. Continuación.

Grupo/Especie	F	N	%	Relación Frecuencia-abundancia	Estrategia de vida	Estrategia de alimentación	Abreviatura
<i>Leucozonia nassa</i>	2	3	0,02	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Arca imbricata</i>	2	2	0,01	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Strombus gigas</i>	1	1	0,00	E/R	Vagil	Omnivoro	-
<i>Barbatia cancellaria</i>	2	2	0,01	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Chicoreus brevifrons</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Cymatium (Septa) pileare</i>	2	2	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Elysia (Tridachia) crispata</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Herviboro	-
<i>Tricolia sp</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Herviboro	-
<i>Turbo castanea</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Herviboro	-
<i>Batillaria minima</i>	1	20	0,11	A/R	Sedentario Substrato	Depositivo	Bat min
<i>Morula nodulosa</i>	1	7	0,04	E/R	Sedentario Vastago	Omnivoro	Mor nod
<i>Modiolus americanus</i>	1	5	0,03	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Fissurella sp</i>	1	3	0,02	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
<i>Latirus infundibulum</i>	1	3	0,02	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Chicoreus oculus</i>	1	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Chlamys (Argopecten) nucleus</i>	1	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Suspensivoro	-
<i>Melongena melongena</i>	1	2	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Pleurobranchus sp</i>	1	2	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Carnivoro	-
<i>Anachis sertulariarum</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Aplysia brasiliana</i>	1	1	0,01	E/R	Vagil	Herviboro	-
<i>Bursa sp</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Capulus ungaricus</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Suspensivoro	-
<i>Cerodrillia coccinata</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Herviboro	-
<i>Codakia sp</i>	1	1	0,01	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Crassispira (Gibbaspira) dysoni</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Dondice occidentalis</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Depositivo	-
<i>Fasciolaria tulipa</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Lima lima</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Suspensivoro	-
<i>Mitra sp</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Modulus carchedonius</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Omnivoro	-
<i>Morum sp</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Omnivoro	-
<i>Murex messorius</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Navanax sp</i>	1	1	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Nitidella nitida</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Herviboro	-
<i>Papyridea media</i>	1	1	0,01	E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
<i>Phidiana lynceus</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Depositivo	-
<i>Phos (Engoniophos) uncinatus</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
<i>Prunum guttatum</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Suspensivoro	-
<i>Strictispira paxillus</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Herviboro	-
<i>Tegula hotessieriana</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Depositivo	-

<i>Thais</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnívoro	-
<i>Trachycardium</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sesil Substrato	Suspensívoro	-
<i>Urosalpinx</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnívoro	-
Crustáceos							
<i>Tozeuma carolinense</i>	23	167	0,94	A/D	Sedentario Vástago	Depositívoro	Toz car

ANEXO D. Continuación.

Grupo/Especie	F	N	%	Relación Frecuencia-abundancia	Estrategia de vida	Estrategia de alimentación	Abreviatura
<i>Pagurus brevidactylus</i>	20	83	0,47	A/D	Sedentario Substrato	Omnívoro	Pag bre
<i>Mithraculus forceps</i>	16	51	0,29	A/R	Sedentario Substrato	Carnívoro	-
<i>Pseudosquilla ciliata</i>	16	22	0,12	A/R	Vágil	Carnívoro	-
<i>Microphrys bicornutus</i>	15	31	0,17	A/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	Mic bic
<i>Calcinus tibicen</i>	14	114	0,64	A/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	Cal tib
<i>Paguristes zebra</i>	13	128	0,72	A/R	Sedentario Substrato	Omnívoro	Pag zeb
<i>Leander tenuicornis</i>	13	43	0,24	A/R	Sedentario Vástago	Depositívoro	Lea ten
<i>Penaeus notialis</i>	10	53	0,30	A/R	Vágil	Carnívoro	Pen not
<i>Trachycaris</i> sp	9	16	0,09	A/R	Sedentario Vástago	Depositívoro	-
<i>Alpheus normanii</i>	7	10	0,06	E/R	Sedentario Vástago	Omnívoro	-
<i>Clibanarius tricolor</i>	6	14	0,08	A/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Cronius tumidulus</i>	5	7	0,04	E/R	Vágil	Depositívoro	Cro tum
<i>Charybdis helleri</i>	5	6	0,03	E/R	Vágil	Depositívoro	Cha hel
<i>Dardanus venosus</i>	5	5	0,03	E/R	Vágil	Depositívoro	-
<i>Petrolisthes galathinus</i>	5	7	0,04	E/R	Sedentario Substrato	Omnívoro	-
<i>Pitho laevigata</i>	5	5	0,03	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Sicyonia typica</i>	5	8	0,05	E/R	Vágil	Omnívoro	-
<i>Mithraculus coryphe</i>	4	7	0,04	E/R	Sedentario Substrato	Carnívoro	-
<i>Panulirus argus</i>	4	12	0,07	A/R	Vágil	Omnívoro	-
<i>Petrochirus diogenes</i>	4	4	0,02	E/R	Vágil	Carnívoro	-
<i>Clibanarius antillensis</i>	3	7	0,04	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Panopeus occidentalis</i>	3	3	0,02	E/R	Sedentario Substrato	Omnívoro	-
<i>Petrolisthes armatus</i>	3	14	0,08	A/R	Sedentario Substrato	Omnívoro	-
<i>Pitho lherminieri</i>	3	8	0,05	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Stenorhynchus seticornis</i>	3	3	0,02	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Callinectes sapidus</i>	2	3	0,02	E/R	Vágil	Omnívoro	Cai sap
<i>Epialtus longirostris</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Notolopas brasiliensis</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Periclimenes pedersoni</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Pilumnus dasypodus</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Omnívoro	-
<i>Pilumnus sayi</i>	2	6	0,03	E/R	Sedentario Substrato	Omnívoro	-
<i>Podochela macrodera</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnívoro	-
<i>Podochela</i> sp	2	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnívoro	-
<i>Thor amboinensis</i>	2	4	0,02	E/R	Sedentario Vástago	Omnívoro	-
<i>Actaea setigera</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Alpheus heterochaelis</i>	1	3	0,02	E/R	Sedentario Vástago	Omnívoro	-
<i>Calappa gallus</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Carpillus corallinus</i>	1	2	0,01	E/R	Vágil	Depositívoro	-
<i>Cataleptodius floridanus</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Dromidia antillensis</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Ebalia cariosa</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-
<i>Epialtus bituberculatus</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositívoro	-

<i>Ethusa mascarone</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
<i>Isocheles</i> sp	1	5	0,03	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
<i>Lysmata</i> sp	1	6	0,03	E/R	Sedentario Vastago	Depositivo	-
<i>Macrocoeloma subparallelum</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Macrocoeloma trispinosum</i>	1	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-

ANEXO D. Continuación.

Grupo/Especie	F	N	%	Relación Frecuencia-abundancia	Estrategia de vida	Estrategia de alimentación	Abreviatura
<i>Micropanope nuttigi</i>	1	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
<i>Paguristes puncticeps</i>	1	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Omnivoro	-
<i>Pagurus criniticornis</i>	1	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Omnivoro	-
<i>Periclimenes</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Omnivoro	-
<i>Persephone</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
<i>Podochela gracilipes</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Porcellana sayana</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Suspensivoro	-
<i>Portunus anceps</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Omnivoro	-
<i>Portunus ordwayi</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Omnivoro	-
<i>Rocinela signata</i>	1	1	0,01	E/R	Vagil	Omnivoro	-
<i>Stenopus hispidus</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
<i>Synalpheus</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Depositivo	-
<i>Trachypenaeopsis</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Depositivo	-
Equinodermos							
<i>Lytechinus variegatus</i>	36	1868	10,5	M/A/D	Vagil	Herviboro	Lyt var
<i>Oreaster reticulatus</i>	14	51	0,29	A/R	Vagil	Omnivoro	Ore ret
<i>Holothuria (Halodeima) mexicana</i>	12	21	0,12	A/R	Sedentario Substrato	Depositivo	Ho me
<i>Tripneustes ventricosus</i>	12	37	0,21	A/R	Vagil	Herviboro	Tri ven
<i>Clypeaster rosaceus</i>	7	18	0,10	A/R	Vagil	Depositivo	-
<i>Echinometra lucunter</i>	5	74	0,42	A/R	Sedentario Substrato	Herviboro	Ech luc
<i>Echinaster</i> sp	4	36	0,20	A/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Isostichopus badionotus</i>	4	5	0,03	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
<i>Eucidaris tribuloides</i>	3	10	0,06	E/R	Sedentario Substrato	Herviboro	-
<i>Meoma ventricosa</i>	3	3	0,02	E/R	Vagil	Depositivo	-
<i>Pseudothyone</i> sp	2	8	0,05	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	Pst sp.
<i>Diadema antillarum</i>	2	2	0,01	E/R	Vagil	Herviboro	-
<i>Holothuria (Halodeima) grisea</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
<i>Linckia guildingi</i>	2	3	0,02	E/R	Vagil	Depositivo	-
<i>Synaptula</i> sp	2	17	0,10	A/R	Sedentario Vastago	Depositivo	-
<i>Echinometra viridis</i>	1	5	0,03	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
Pepino 1	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
<i>Stolus</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Depositivo	-
Tunicados							
<i>Ascidia</i> sp	11	132	0,74	A/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	Asc sp.
<i>Botrylloides</i> sp	3	Escaso		E/R	Sesil Vastago	Suspensivoro	-
<i>Clavelina</i> sp1	6	Muy abundante		MA/R	Sesil Vastago	Suspensivoro	-
<i>Clavelina</i> sp2	3	Muy abundante		MA/R	Sesil Vastago	Suspensivoro	-
<i>Didemnum</i> sp	7	Poco abundante		A/R	Sesil Vastago	Suspensivoro	-
<i>Rhopalaea</i> sp	1	Escaso		E/R	Sesil Substrato	Suspensivoro	-
Peces							

<i>Sparisoma radians</i>	38	204	1,15	A/AD	Vagil	Herviboro	Spa rad
<i>Halichoeres bivittatus</i>	25	430	2,42	A/D	Vagil	Carnivoro	Hal biv
<i>Monacanthus ciliatus</i>	23	49	0,28	A/D	Sedentario Vastago	Omnivoro	Mon cil
<i>Haemulon aurolineatum</i>	20	477,5	2,69	A/D	Vagil	Carnivoro	Hae aur
<i>Criptotomus roseus</i>	18	69	0,39	A/D	Vagil	Carnivoro	Cri ros
<i>Acanthurus chirurgus</i>	14	192	1,08	A/R	Vagil	Herviboro	Aca chi

ANEXO D. Continuación.

Grupo/Especie	F	N	%	Relación Frecuencia- abundancia	Estrategia de vida	Estrategia de alimentación	Abreviatura
<i>Diodon holocanthus</i>	13	27	0,15	A/R	Vagil	Carnivoro	Dio hol
<i>Stegastes planifrons</i>	9	37	0,21	A/R	Vagil	Omnivoro	Ste pla
<i>Doratonotus megalepis</i>	8	15	0,08	A/R	Vagil	Carnivoro	Dor meg
<i>Scorpaena plumieri</i>	8	24	0,14	A/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Sphoeroides spengleri</i>	8	8	0,05	E/R	Vagil	Carnivoro	Sph spe
<i>Pseudopeneus maculatus</i>	7	26	0,15	A/R	Vagil	Carnivoro	Psu mac
<i>Chaetodon</i> sp	6	18	0,10	A/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Haemulon</i> sp	6	53	0,30	A/R	Vagil	Carnivoro	Hae sp
<i>Malacoctenus</i> sp	5	9	0,05	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Syngnathus cf. caribbaeus</i>	5	6	0,03	E/R	Sedentario Vastago	Carnivoro	-
<i>Urolophus jamaicensis</i>	5	7	0,04	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Archosargus rhomboidalis</i>	4	11	0,06	A/R	Vagil	Carnivoro	Arh rho
<i>Astrapogon</i> sp	4	4	0,02	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Batrachoides manglae</i>	4	8	0,05	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Caranx</i> sp	4	12	0,07	A/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Cosmocampus elucens</i>	4	4	0,02	E/R	Sedentario Vastago	Carnivoro	-
<i>Eucinostomus</i> sp	4	112	0,63	A/R	Vagil	Carnivoro	Euc sp.
<i>Malacoctenus macropus</i>	4	5	0,03	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Ocyurus chrysurus</i>	4	17	0,10	A/R	Vagil	Carnivoro	Ocy chr
<i>Serranus baldwini</i>	4	17	0,10	A/R	Vagil	Carnivoro	Ser bal
<i>Stegastes dorsopunicans</i>	4	24,5	0,14	A/R	Vagil	Omnivoro	Ste dor
<i>Acyrtops beryllinus</i>	3	3	0,02	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Abudefduf saxatilis</i>	2	18,5	0,10	A/R	Vagil	Herviboro	-
<i>Bathygobius soporator</i>	2	2	0,01	E/R	Vagil	Omnivoro	-
<i>Coryphopterus</i> sp	2	48,5	0,27	A/R	Vagil	Omnivoro	Cor sp.
<i>Gobionellus</i> sp	2	2	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Gymnothorax moringa</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Monacanthus tuckeri</i>	2	3	0,02	E/R	Sedentario Vastago	Omnivoro	-
<i>Myrichthys ocellatus</i>	2	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Sparisoma</i> sp	2	6	0,03	E/R	Vagil	Herviboro	-
<i>Stephanolepis setifer</i>	2	2	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	2	6	0,03	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Bairdiella</i> sp	1	1	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	Bai sp.
<i>Bothus ocellatus</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Bryx dunckeri</i>	1	1	0,01	E/R	Sedentario Vastago	Carnivoro	-
<i>Callionymus pauciradiatus</i>	1	1	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Chaenopsis</i> sp	1	3	0,02	E/R	Vagil	Carnivoro	-
Gobido 1	1	3	0,02	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Gymnothorax vicinus</i>	1	2	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Holocentrus</i> sp	1	1	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Labrisomus nuchipinnis</i>	1	1	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Malacoctenus aurolineatus</i>	1	1	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	Mal aur

<i>Mycteroperca bonaci</i>	1	1	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Ogcocephalus</i> sp	1	1	0,01	E/R	Sedentario Substrato	Carnivoro	-
<i>Opisthognathus</i> sp	1	3	0,02	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Paraclinus fasciatus</i>	1	1	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Serranus tigrinus</i>	1	3	0,02	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Sphyraena</i> sp	1	1	0,01	E/R	Vagil	Carnivoro	-
<i>Synodus</i> sp	1	3	0,02	E/R	Vagil	Carnivoro	Syn sp.

ANEXO E.

Análisis de clasificación inverso mostrando las especies que conforman cada asociación o conjunto de asociaciones definidos por el análisis normal. Los datos son la abundancia promedio por estación y su desviación estándar. Las especies exclusivas de una asociación se encuentran subrayadas, las características (abundancia > 70% y frecuencia > 60) tienen dos asteriscos y las generalistas en negrilla. Las especies con asterisco son aquellas registradas en la asociación a partir de los censos rápidos.

Asociación/Especies	A N= 41	B N=12	C Est. 3	D Est. 32
A-B-C-D				
Callinectes sapidus	0,18 ± 0,60		1	
A-B-C				
<i>Placospongia</i> sp.	0,14 ± 0,65		3	
<i>Petrolisthes galathinus</i>	0,05 ± 0,22		0,18 ± 0,40	3
<i>Haemulon</i> sp.	0,14 ± 0,65		1,95 ± 4,65	25,5
D				
<i>Bairdiella</i> sp.				1
<i>Malacoctenus aurolineatus</i>				1
A-B				
<i>Atrina seminuda</i>	0,36 ± 0,98		0,64 ± 1,50	
<i>Cliona</i> sp.	0,14 ± 0,65		0,27 ± 0,90	
<i>Panopeus occidentalis</i>	0,05 ± 0,22		0,09 ± 0,30	
<i>Turbinella angulata</i>	0,10 ± 0,62		0,18 ± 0,40	
<i>Phyllactis</i> cf. <i>Pretexta</i>	0,17 ± 0,49		0,36 ± 0,67	
<i>Sicyonia typica</i>	0,12 ± 0,40		0,27 ± 0,90	
<i>Astraea phoebia</i>	0,14 ± 0,57		0,36 ± 0,67	
<i>Isostichopus badionotus</i>	0,07 ± 0,26		0,18 ± 0,60	
<i>Aplysina cauliformis</i>	3,46 ± 11,22		9,18 ± 20,91	
<i>Microphrys bicornutus</i>	0,43 ± 0,97		1,18 ± 1,89	
<i>Amphimedon compressa</i>	0,43 ± 1,06		1,27 ± 2,53	
<i>Ircinia strobilina</i>	3,43 ± 14,41		10,45 ± 20,45	
<i>Malacoctenus</i> sp.	0,12 ± 0,50		0,36 ± 0,92	
<i>Ascidia</i> sp.	1,71 ± 8,07		5,45 ± 14,86	
<i>Arca imbricata</i>	0,02 ± 0,15		0,09 ± 0,30	
<i>Barbatia cancellaria</i>	0,02 ± 0,15		0,09 ± 0,30	
<i>Bursatella leachi pleii</i>	0,05 ± 0,31		0,18 ± 0,60	
<i>Callyspongia armigera</i>	0,07 ± 0,46		0,27 ± 0,90	
<i>Cymatium (Septa) pileare</i>	0,02 ± 0,15		0,09 ± 0,30	
<i>Petrochirus Diógenes</i>	0,05 ± 0,22		0,18 ± 0,40	
<i>Podochela macrodera</i>	0,02 ± 0,15		0,09 ± 0,30	
<i>Sparisoma</i> sp.	0,07 ± 0,46		0,27 ± 0,90	
<i>Stephanolepis setifer</i>	0,02 ± 0,15		0,09 ± 0,30	
<i>Tricolia</i> sp.	0,02 ± 0,15		0,09 ± 0,30	
<i>Paquristes zebra</i>	1,38 ± 7,12		6,36 ± 12,28	
<i>Aiptasia</i> sp.	0,29 ± 0,89		1,55 ± 5,13	
<i>Pitho lherminieri</i>	0,07 ± 0,34		0,45 ± 1,51	
<i>Chondrilla nucula</i>	4,06 ± 16,04		28,55 ± 33,93	
<i>Anadara notabilis</i>	0,24 ± 0,76		1,73 ± 3,04	
<i>Panulirus argus</i>	0,10 ± 0,62		0,73 ± 1,79	
<i>Cerithium eburneum</i>	8,05 ± 39,24		24,18 ± 76,29	2

ANEXO E. Continuación.

Asociación/Especies	A N= 41	B N=12	C Est. 3	D Est. 32
<i>Desmapsamma anchorata</i>	8,69 ± 22,16	14,05 ± 27,28	3	
<i>Spherooides spengleri</i>	0,07 ± 0,26	0,36 ± 0,50		1
<i>Vasum muricatum</i>	0,36 ± 0,79	0,64 ± 0,67	3	1
<i>Charybdis helleri</i>	0,07 ± 0,34	0,18 ± 0,40	1	
<i>Cosmocampus elucens</i>	0,05 ± 0,22	0,09 ± 0,30	1	
D				
<i>Carpillus corallinus</i>				2
<i>Eurypon laughlini</i>				3
<i>Murex messorius</i>	*		1	
<i>Ogcocephalus sp.</i>			1	
<i>Thais sp.</i>			1	
<i>Pilumnus sayi</i>	0,02 ± 0,15		5	
<i>Eucinostomus sp.</i>		2,41 ± 4,99	85,5	
A				
<i>Cerithium litteratum*</i>	17,60 ± 65,11			
<i>Halichoeres bivittatus*</i>	10,24 ± 17,81	*		
<i>Criptotomus roseus</i>	1,64 ± 2,28			
<i>Pinna carnea</i>	1,00 ± 2,36	*		
<i>Tedania ignis</i>	6,30 ± 15,97	*		
<i>Porites porites</i>	18,07 ± 42,33			
<i>Tripneustes ventricosus</i>	0,88 ± 2,92			
<i>Stegastes planifrons</i>	0,88 ± 1,97			
<i>Doratonotus meqalepis</i>	0,36 ± 0,85			
<i>Scorpaena plumieri</i>	0,57 ± 1,43	*		
<i>Pseudaxinella sp.</i>	6,21 ± 20,35			
<i>Millepora complanata</i>	0,86 ± 3,38			
<i>Iotrochota birotulata</i>	0,74 ± 1,91			
<i>Condylactis gigantea</i>	0,62 ± 2,66			
<i>Pseudopeneus maculatus</i>	0,62 ± 1,58	*		
<i>Scopalina ruetzleri</i>	0,50 ± 1,13			
<i>Cladocora arbuscula</i>	3,88 ± 15,17			
<i>Phyllaplysia engeli</i>	0,45 ± 1,63			
<i>Esonja 1</i>	1,01 ± 3,12			
<i>Anamobaea sp.</i>	0,29 ± 0,86			
<i>Pitho laevigata</i>	0,12 ± 0,33			
<i>Porites astreoides</i>	0,62 ± 2,13	*		
<i>Smaragdia viridis viridemaris</i>	0,17 ± 0,54			
<i>Spirobranchus sp.</i>	0,17 ± 0,54			
<i>Mycale laevis</i>	1,00 ± 3,53			
<i>Ocyurus chrysurus</i>	0,40 ± 1,43			
<i>Serranus baldwini</i>	0,40 ± 1,43			
<i>Diploria strigosa</i>	0,14 ± 0,52			
<i>Astrapogon sp.</i>	0,10 ± 0,30			
<i>Cassis flammea</i>	0,10 ± 0,30			
<i>Elysia sp.</i>	0,19 ± 0,63			
<i>Malacoctenus macropus</i>	0,12 ± 0,40			
<i>Acyrtops beryllinus</i>	0,07 ± 0,26			
<i>Clibanarius antillensis</i>	0,17 ± 0,66	*		
<i>Chicoreus (Phyllonotus) pomum</i>	0,07 ± 0,26	*		
<i>Ectyoplasia ferox</i>	0,21 ± 0,78			
<i>Eucidaris tribuloides</i>	0,24 ± 1,12			
<i>Meoma ventricosa</i>	0,07 ± 0,26			
<i>Stenorhynchus seticornis</i>	0,07 ± 0,26			
<i>Coryphopterus sp.</i>	1,15 ± 6,34			

<i>Oculina</i> sp.	0,31 ± 1,85
--------------------	-------------

ANEXO E. Continuación.

Asociación/Especies	A N= 41	B N=12	C Est. 3	D Est. 32
<i>Dysidea etheria</i>	0,14 ± 0,65			
<i>Abudefduf saxatilis</i>	0,44 ± 2,42			
<i>Astraea caelata</i>	0,07 ± 0,34			
<i>Bathygobius soporator</i>	0,05 ± 0,22			
<i>Calliactis tricolor</i>	0,05 ± 0,22			
<i>Diadema antillarum</i>	0,05 ± 0,22			
<i>Elysia (Tridachia) crispata</i>	0,05 ± 0,22			
<i>Epialtus longirostris</i>	0,05 ± 0,22			
<i>Gobionellus</i> sp.	0,05 ± 0,22			
<i>Gymnothorax moringa</i>	0,05 ± 0,22			
<i>Isactinia</i> sp.	0,10 ± 0,48			
<i>Leucetta barbata</i>	0,14 ± 0,65			
<i>Leucozonia nassa</i>	0,07 ± 0,34	*		
<i>Linckia quilingi</i>	0,07 ± 0,34			
<i>Monacanthus tuckeri</i>	0,07 ± 0,34			
<i>Mycale angulosa</i>	0,14 ± 0,65			
<i>Myrichthys oculatus</i>	0,05 ± 0,22	*		
<i>Notolopas brasiliensis</i>	0,05 ± 0,22			
<i>Phymantus crucifer</i>	0,14 ± 0,78			
<i>Periclimenes pedersoni</i>	0,05 ± 0,22			
<i>Pilumnus dasypodus</i>	0,05 ± 0,22			
<i>Podocheila</i> sp.	0,05 ± 0,22			
<i>Pterogorgia</i> sp.	0,05 ± 0,22			
<i>Strombus gigas</i>	0,07 ± 0,34			
<i>Thalassoma bifasciatum</i>	0,14 ± 0,65			
<i>Thor amboinensis</i>	0,10 ± 0,48			
<i>Turbo castanea</i>	0,05 ± 0,22			
<i>Agelas sventres</i>	1,44 ± 9,34			
<i>Hyattella cavernosa</i>	1,44 ± 9,34			
<i>Batillaria minima</i>	0,48 ± 3,09			
<i>Phymanthus</i> sp.	0,43 ± 2,78			
<i>Morula nodulosa</i>	0,17 ± 1,08			
<i>Oceanapia peltata</i>	0,07 ± 0,46			
<i>Synodus</i> sp.	0,07 ± 0,46			
<i>Actaea setigera</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Anemona</i> sp1	0,02 ± 0,15			
<i>Alicia mirabilis</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Amphiopholis</i> sp.	0,05 ± 0,31			
<i>Anachis sertulariarum</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Aplysia brasiliiana</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Bothus ocellatus</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Bryx dunckeri</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Bunodosoma</i> sp.	0,02 ± 0,15			
<i>Bursa</i> sp.	0,02 ± 0,15			
<i>Chicoreus (Phyllonotus) oculatus</i>	0,05 ± 0,31	*		
<i>Calappa gallus</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Cataleptodius floridanus</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Cerodrillia coccinata</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Chaenopsis</i> sp.	0,07 ± 0,46			
<i>Codakia</i> sp.	0,02 ± 0,15			
<i>Crassispira (Gibbaspira) dysoni</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Dichocoenia stokesi</i>	0,05 ± 0,31			
<i>Dondice occidentalis</i>	0,02 ± 0,15	*		

<i>Dromidia antillensis</i>	0,02 ± 0,15
<i>Echinometra viridis</i>	0,12 ± 0,77
<i>Ebalia cariosa</i>	0,02 ± 0,15
<i>Epiplatys bituberculatus</i>	0,02 ± 0,15

ANEXO E. Continuación.

Asociación/Especies	A N= 41	B N=12	C Est. 3	D Est. 32
<i>Ethusa mascarone</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Favia fragum</i>	0,07 ± 0,46			
<i>Fissurella sp.</i>	0,07 ± 0,46			
<i>Gobido sp1</i>	0,07 ± 0,46			
<i>Gymnothorax vicinus</i>	0,05 ± 0,31			
<i>Isocheles sp.</i>	0,12 ± 0,77			
<i>Labrisomus nuchipinnis</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Latirus infundibulum</i>	0,07 ± 0,46			
<i>Lima lima</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Lysmata sp.</i>	0,14 ± 0,93			
<i>Macrocoeloma subparallelum</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Megalomma sp.</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Melongena melongena</i>	0,05 ± 0,31			
<i>Metridium sp.</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Micropanope nuttigi</i>	0,05 ± 0,31			
<i>Mitra sp.</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Modulus carchedonius</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Montastrea cavernosa</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Morum sp.</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Mycteroperca bonaci</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Myrmekioderma rea</i>	0,19 ± 1,23			
<i>Navanax sp.</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Nitidella nitida</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Notaulax sp.</i>	0,05 ± 0,31			
<i>Oceanapia oleracea</i>	0,07 ± 0,46			
<i>Opisthoqnathus sp.</i>	0,07 ± 0,46			
<i>Paquristes punticeps</i>	0,05 ± 0,31			
<i>Palythoa caribeorum</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Papyridea media</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Paraclinus fasciatus</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Periclimenes sp.</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Pleurobranchus sp.</i>	0,05 ± 0,31			
<i>Podocheila gracilipes</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Pomatostegus sp.</i>	0,14 ± 0,93			
<i>Portunus anceps</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Portunus ordwayi</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Prunum guttatum</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Siderastrea siderea</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Serranus tigrinus</i>	0,07 ± 0,46			
<i>Sphyraena sp.</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Stenopus hispidus</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Stoichactis helianthus</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Strictispira paxillus</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Synalpheus sp.</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Tequila hotessieriana</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Trachycardium sp.</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Trachypenaeopsis sp.</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Urosalpinx sp.</i>	0,02 ± 0,15			
<i>Xestospongia sp.</i>	0,07 ± 0,46			
Sparisoma radians	4,45 ± 5,06	1,55 ± 3,91		
<i>Niphates erecta*</i>	14,31 ± 26,89	3,68 ± 12,21		
<i>Siderastrea radians</i>	25,79 ± 61,99	0,64 ± 1,57		
<i>Eupolytnia sp.</i>	9,48 ± 32,62	2,00 ± 2,61		

<i>Monacanthus ciliatus</i>	1,07 ± 1,47	0,36 ± 0,67
<i>Pagurus brevidactylus</i>	1,90 ± 6,51	0,27 ± 0,65
<i>Amphimedon erina</i>	11,08 ± 23,84	2,59 ± 7,65

ANEXO E. Continuación.

Asociación/Especies	A N= 41	B N=12	C Est. 3	D Est. 32
<i>Tethya</i> sp.	2,10 ± 4,65	0,55 ± 1,21		
<i>Bispira</i> sp.	2,81 ± 9,91	0,55 ± 1,51		
<i>Pseudosquilla ciliata</i>	0,48 ± 0,92	0,18 ± 0,40		
<i>Tozeuma carolinense</i>	3,17 ± 7,58	2,55 ± 3,50		6
<i>Haemulon aurolineatum</i>	8,80 ± 20,23	4,32 ± 7,69	60,5	
<i>Oreaster reticulatus</i>	1,19 ± 2,92		1	
<i>Hermodice carunculata</i>	0,98 ± 1,98	0,09 ± 0,30		
<i>Calcinus tibicen</i>	2,62 ± 7,59		4	
<i>Strombus raninus</i>	0,45 ± 0,80	0,09 ± 0,30		
<i>Columbella mercatoria</i>	0,55 ± 1,17	0,73 ± 2,10		
<i>Mithraculus forceps</i>	0,88 ± 1,77	1,27 ± 3,04		
<i>Ircinia felix</i>	3,36 ± 13,32	0,27 ± 0,90		
<i>Acanthurus chirurgus</i>	4,43 ± 10,30	0,27 ± 0,90	3	
<i>Diodon holocanthus</i>	0,60 ± 1,19	0,18 ± 0,60		
<i>Cinachyrella</i> sp.	3,29 ± 10,36	0,27 ± 0,90		
<i>Holothuria (Halodeima) mexicana</i>	0,45 ± 1,31	0,18 ± 0,40		
<i>Tegula fasciata</i>	0,36 ± 0,93	0,09 ± 0,30		
<i>Bartholomea annulata</i>	16,90 ± 83,62	4,36 ± 10,83		
<i>Leander tenuicornis</i>	0,86 ± 3,06	0,55 ± 1,04		1
<i>Manicina aerolata</i>	6,62 ± 34,12	0,09 ± 0,30		
<i>Bunodeopsis</i> sp.	1,31 ± 3,45			3
<i>Trachycaris</i> sp.	0,29 ± 1,11	0,36 ± 0,67		
<i>Chaetodon</i> sp.	0,36 ± 0,98		3	
<i>Clibanarius tricolor</i>	0,26 ± 0,83		3	
<i>Echinometra lucunter</i>	1,69 ± 7,85	0,27 ± 0,90		
<i>Diploria clivosa</i>	0,40 ± 1,45	0,18 ± 0,60		
<i>Cronius tumidulus</i>	0,14 ± 0,52	0,09 ± 0,30		
<i>Dardanus venosus</i>	0,10 ± 0,30	0,09 ± 0,30		
<i>Clathria schoenus</i>	0,51 ± 2,46	0,27 ± 0,90		
<i>Stegastes dorsopunicans</i>	0,51 ± 2,46		3	
<i>Mithraculus coryphe</i>	0,14 ± 0,57	0,09 ± 0,30		
<i>Mycale microsigmatosa</i>	0,33 ± 1,37	0,27 ± 0,90		
<i>Caranx</i> sp.	0,21 ± 0,78	0,27 ± 0,90		
<i>Haliclona caerulea</i>	2,04 ± 13,19		3	
<i>Dictyonella</i> sp.	0,19 ± 1,23	0,27 ± 0,90		
B				
<i>Lytechinus variegatus</i>	10,45 ± 36,16	129,82 ± 161,37	1	*
<i>Brachidontes modiolus</i> *		157,27 ± 237,34		
<i>Urolophus jamaicensis</i>	*	0,64 ± 0,81		
<i>Astraea tecta tecta</i>	*	4,55 ± 11,04		
<i>Echinaster</i> sp.		3,27 ± 5,48		
<i>Millepora alcicornis</i>		2,91 ± 7,80		
<i>Pinctada imbricata</i>		2,55 ± 7,79		
<i>Bulla striata</i>		0,36 ± 0,67		
<i>Cypraea (Siphocypraea) mus</i>		0,27 ± 0,47		
<i>Pseudothyone</i> sp.		0,73 ± 2,10		
<i>Agelas clathrodes</i>		0,55 ± 1,21		
<i>Chama macerophylla</i>		0,64 ± 1,80		
<i>Chicoreus brevifrons</i>		0,18 ± 0,40		
<i>Chondrosia collectrix</i>		1,00 ± 2,49		
<i>Holothuria (Halodeima) grisea</i>		0,18 ± 0,40		
<i>Synaptula</i> sp.		1,55 ± 4,50		

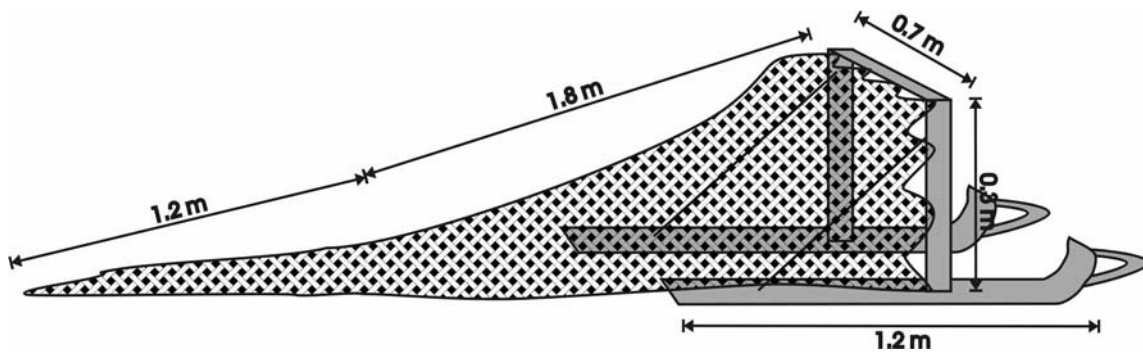
<i>Alpheus heterochaelis</i>	0,27 ± 0,90
<i>Ancorina megastylifera</i>	0,27 ± 0,90
<i>Callionymus pauciradiatus</i>	0,09 ± 0,30
<i>Capulus ungaricus</i>	0,09 ± 0,30

ANEXO E. Continuación.

Asociación/Especies	A N= 41	B N=12	C Est. 3	D Est. 32
<i>Chlamys (Argopecten) nucleus</i>		0,18 ± 0,60		
<i>Cyamon vichersi</i>		0,27 ± 0,90		
Holoturido sp1.		0,09 ± 0,30		
<i>Fasciolaria tulipa</i>		0,09 ± 0,30		*
<i>Holocentrus</i> sp.	*	0,09 ± 0,30		
<i>Macrocoeloma trispinosum</i>		0,18 ± 0,60		
<i>Modiolus americanus</i>		0,45 ± 1,51		
<i>Paqurus criniticornis</i>		0,18 ± 0,60		
<i>Persephone</i> sp.		0,09 ± 0,30		
<i>Phidiana lynceus</i>		0,09 ± 0,30		
<i>Phorbas cf. amaranthus</i>		0,73 ± 2,41		
<i>Phos (Engoniophos) uncinatus</i>		0,09 ± 0,30		
<i>Plexaurella</i> sp.		0,36 ± 1,21		
<i>Porcellana sayana</i>		0,09 ± 0,30		
<i>Rocinela signata</i>		0,09 ± 0,30		
<i>Solenastrea</i> sp.		0,27 ± 0,90		
<i>Stolus</i> sp.		0,09 ± 0,30		
<i>Thrinacophora funiformis</i>		1,41 ± 4,67		
<i>Eunicea</i> sp.	0,02 ± 0,15	23,00 ± 55,82		
<i>Arca zebra</i>	0,05 ± 0,22	8,82 ± 13,62		
<i>Modulus modulus</i>	1,71 ± 4,69	34,09 ± 73,19		1
<i>Penaeus notialis</i>	0,29 ± 1,55	3,73 ± 8,52		
<i>Alpheus normanii</i>	0,05 ± 0,22	0,73 ± 1,01		
<i>Syngnathus cf. caribbaeus</i>	0,02 ± 0,15	0,45 ± 0,69		
<i>Clypeaster rosaceus</i>	0,10 ± 0,37	1,27 ± 3,26		
<i>Archosargus rhomboidalis</i>		0,82 ± 2,09		2
<i>Petrolisthes armatus</i>	0,02 ± 0,15	1,18 ± 3,60		
<i>Triactis</i> sp.	0,10 ± 0,43	2,36 ± 7,51		
<i>Halichondria melanodocia</i>	0,44 ± 2,42	8,50 ± 25,65		
<i>Dysidea janiae</i>	0,07 ± 0,46	1,00 ± 2,49		
<i>Dysidea cf. fragilis</i>	0,19 ± 1,23	2,59 ± 7,65		
<i>Batrachoides manglae</i>	0,05 ± 0,22	0,55 ± 1,21		
<i>Crepidula convexa</i>	0,02 ± 0,15	0,27 ± 0,90		
<i>Calyx podatypa</i>	0,07 ± 0,46	0,73 ± 2,41		

ANEXO F.

Especificaciones de la rastra empleada.



Forma : Rectangular

Dimensiones de la boca: 0.7 x 0.3 m

Largo del cuerpo de la red: 1.8 m

Largo del cono: 1.2 m

Diámetro del cono: 1 m

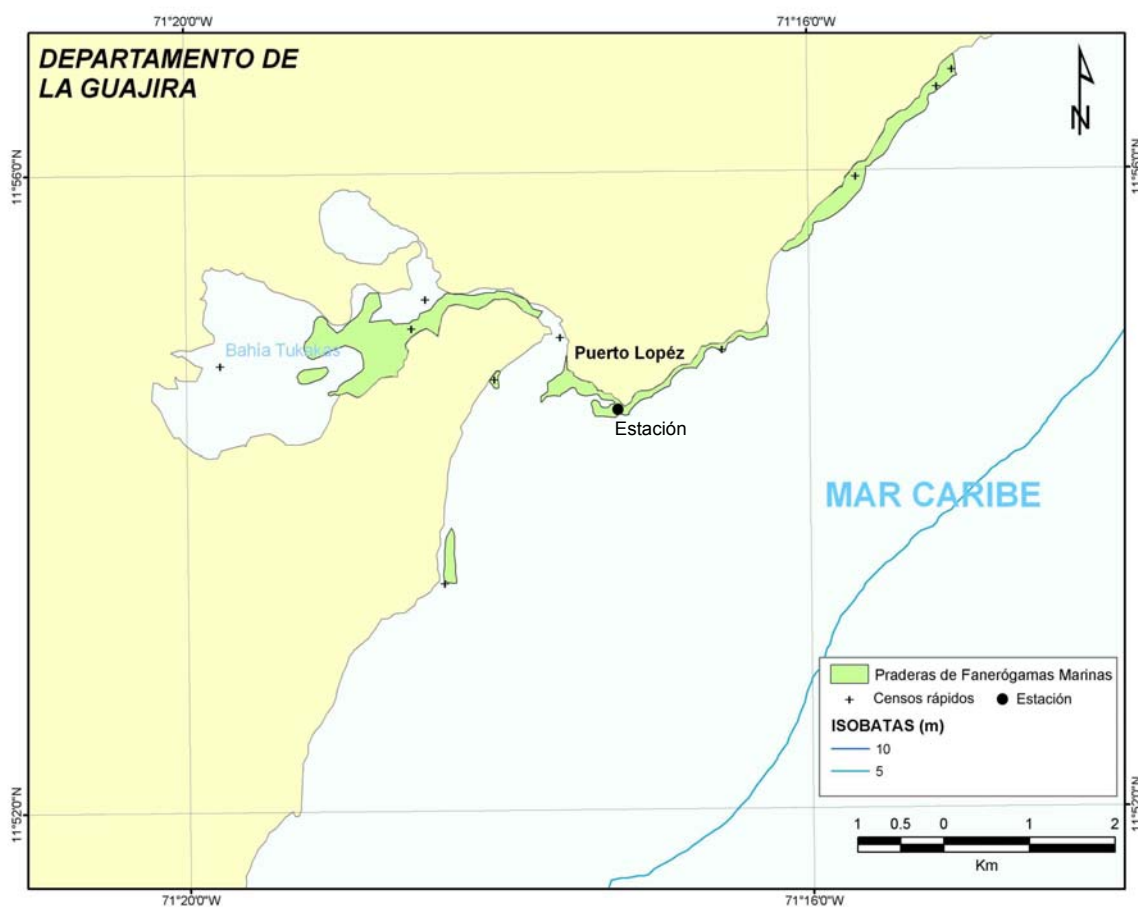
Ojo de malla-cuerpo: 1.25 cm

Ojo de malla-cono: 0.5 cm

Cadena en la parte inferior

ANEXO G

Área de estudio (Puerto López) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.



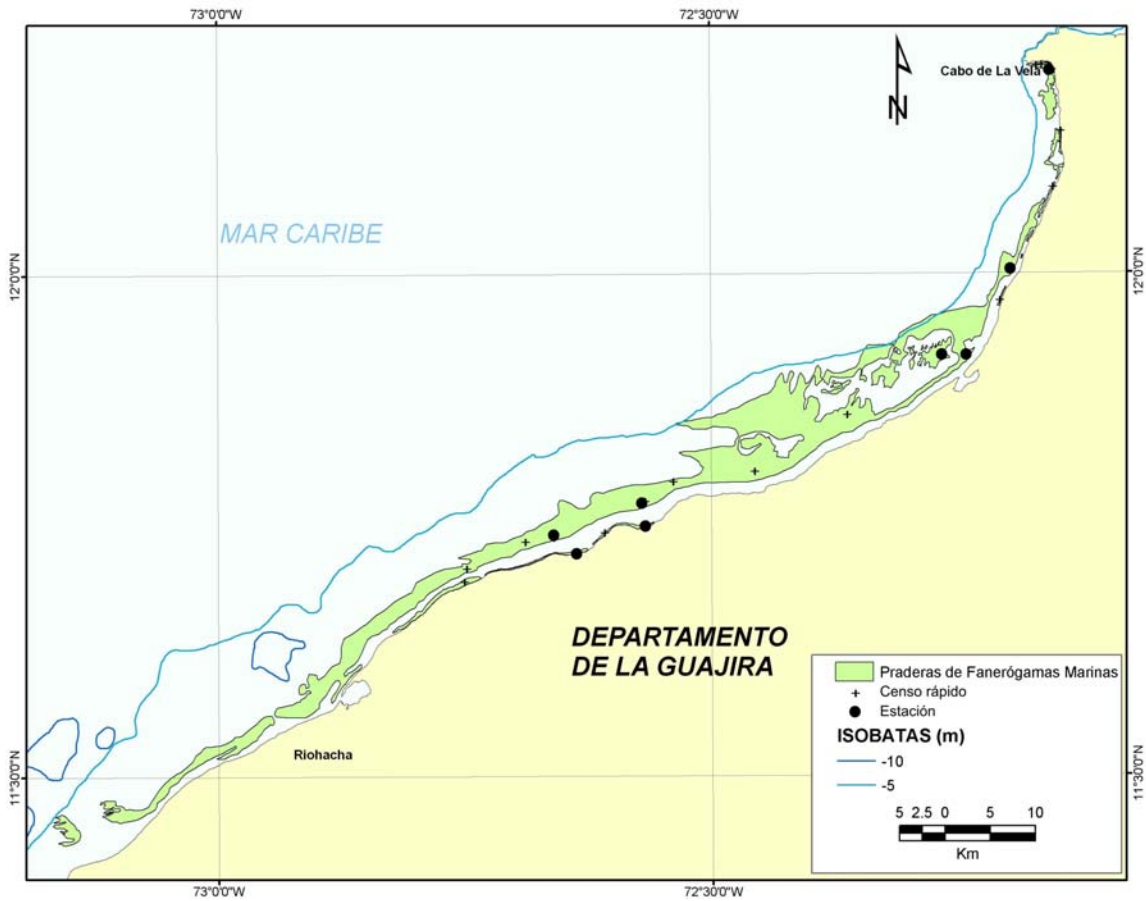
ANEXO H

Área de estudio (Bahía Portete) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.



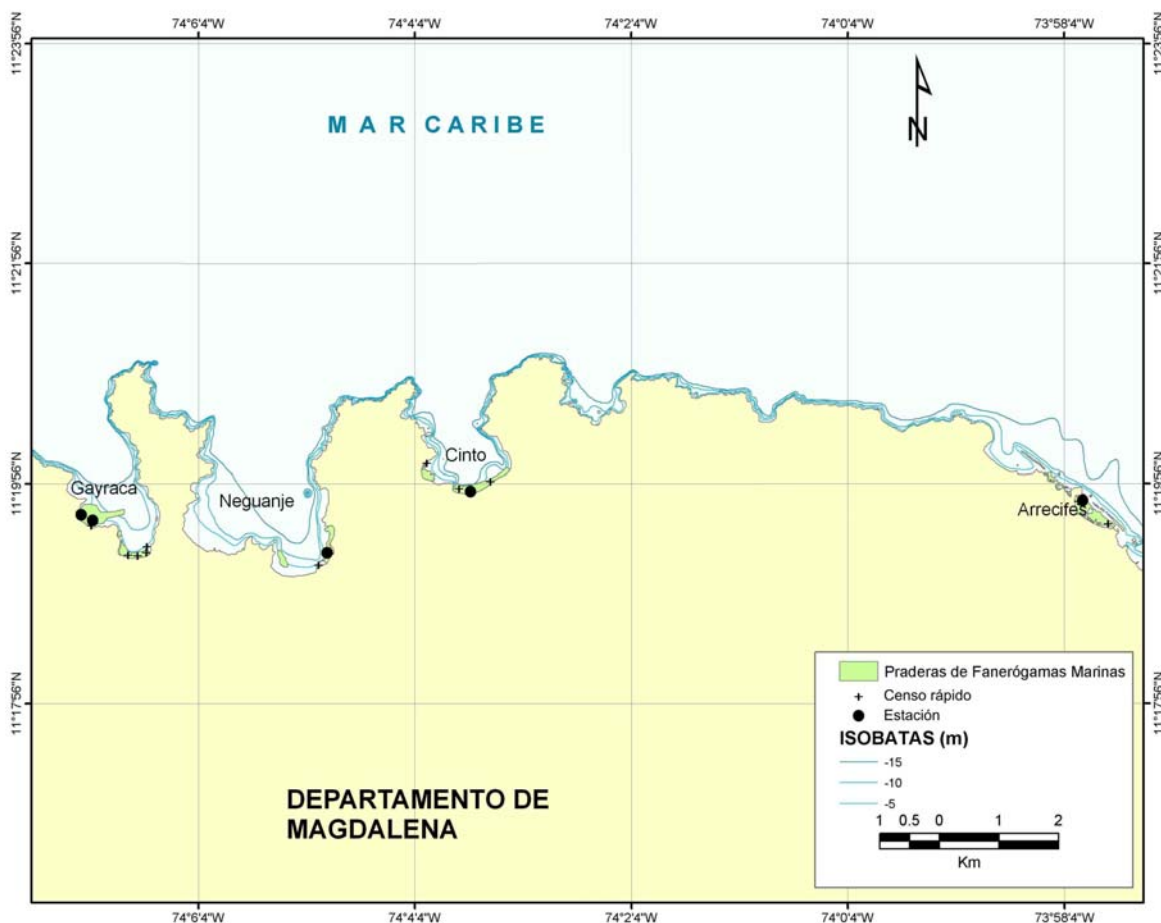
ANEXO I

Área de estudio (Cabo de La Vela-Riohacha) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.



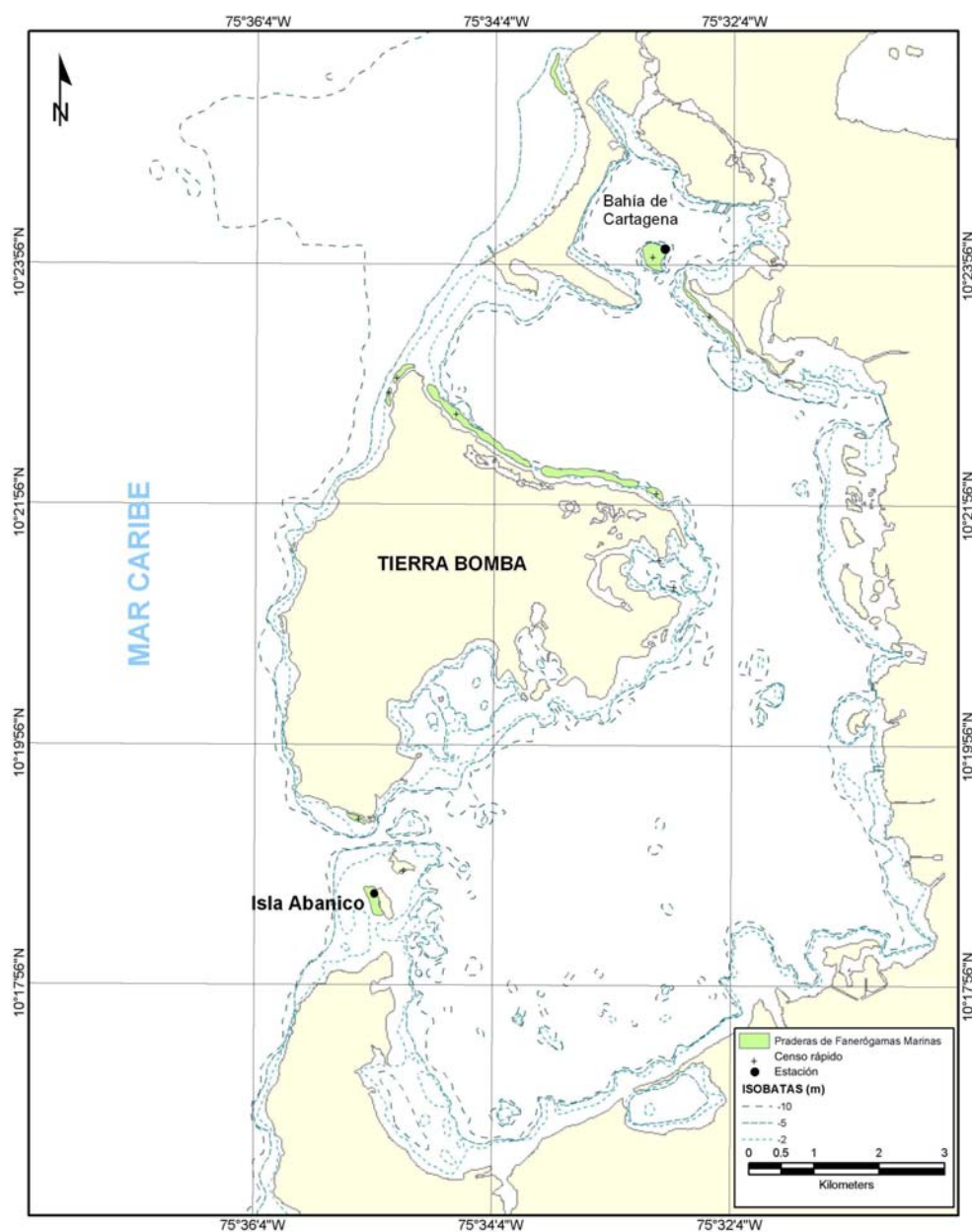
ANEXO J

Área de estudio (Parque Tayrona, Sector Bahía Gayraca-Arrecifes) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.



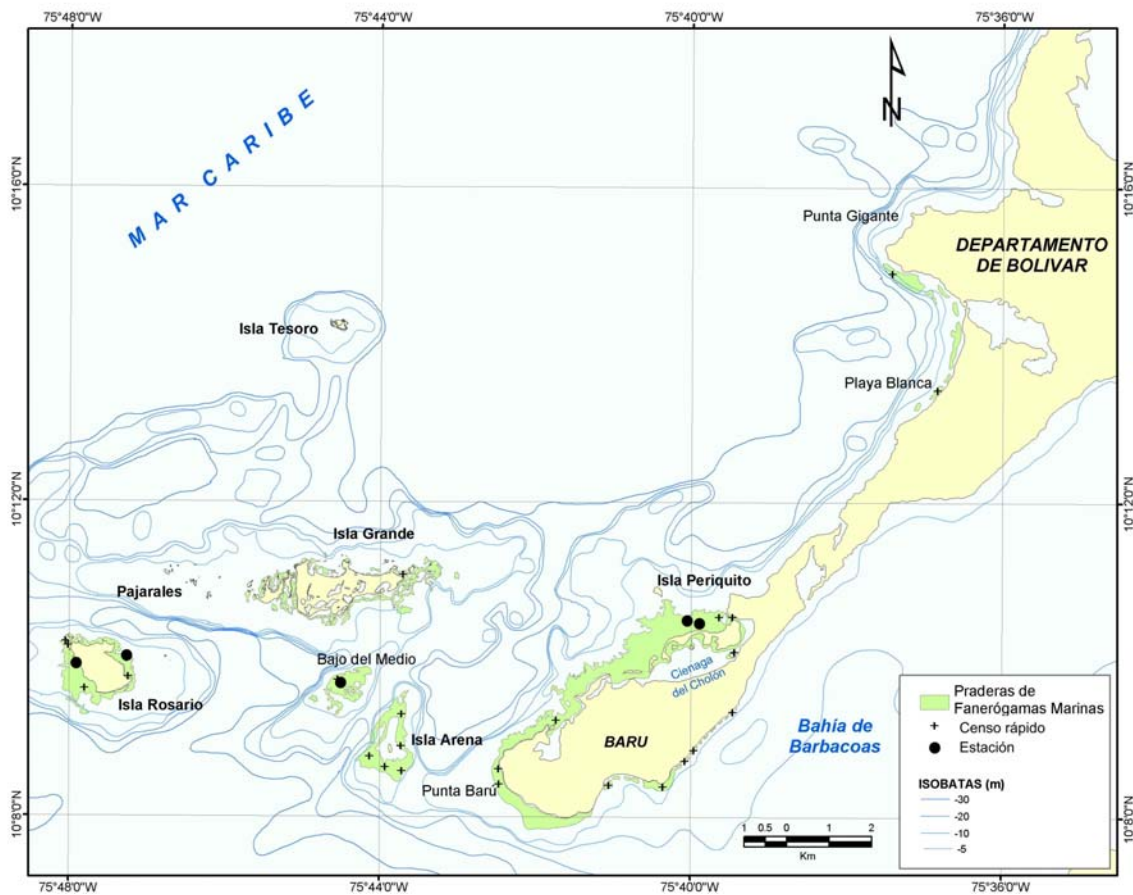
ANEXO K

Área de estudio (Cartagena) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.



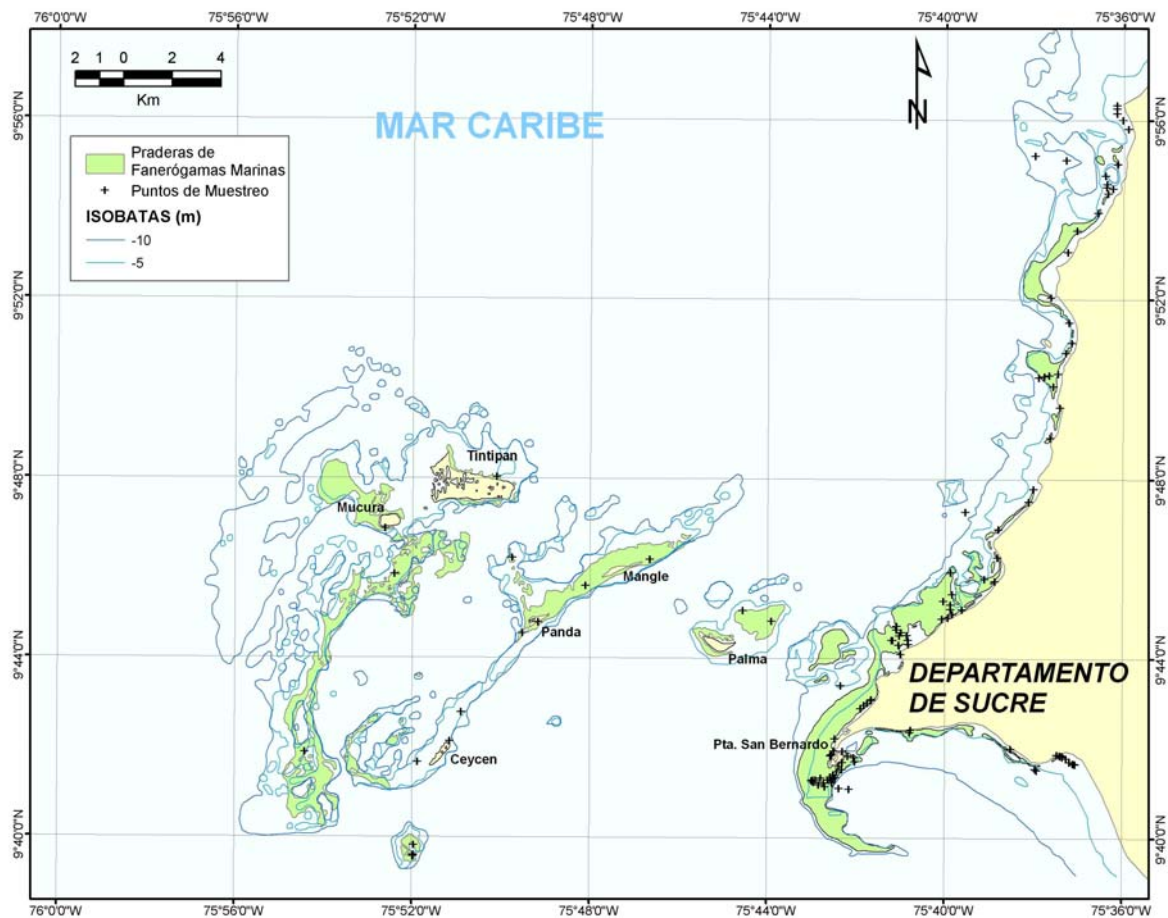
ANEXO L

Área de estudio (Barú e Islas del Rosario) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.



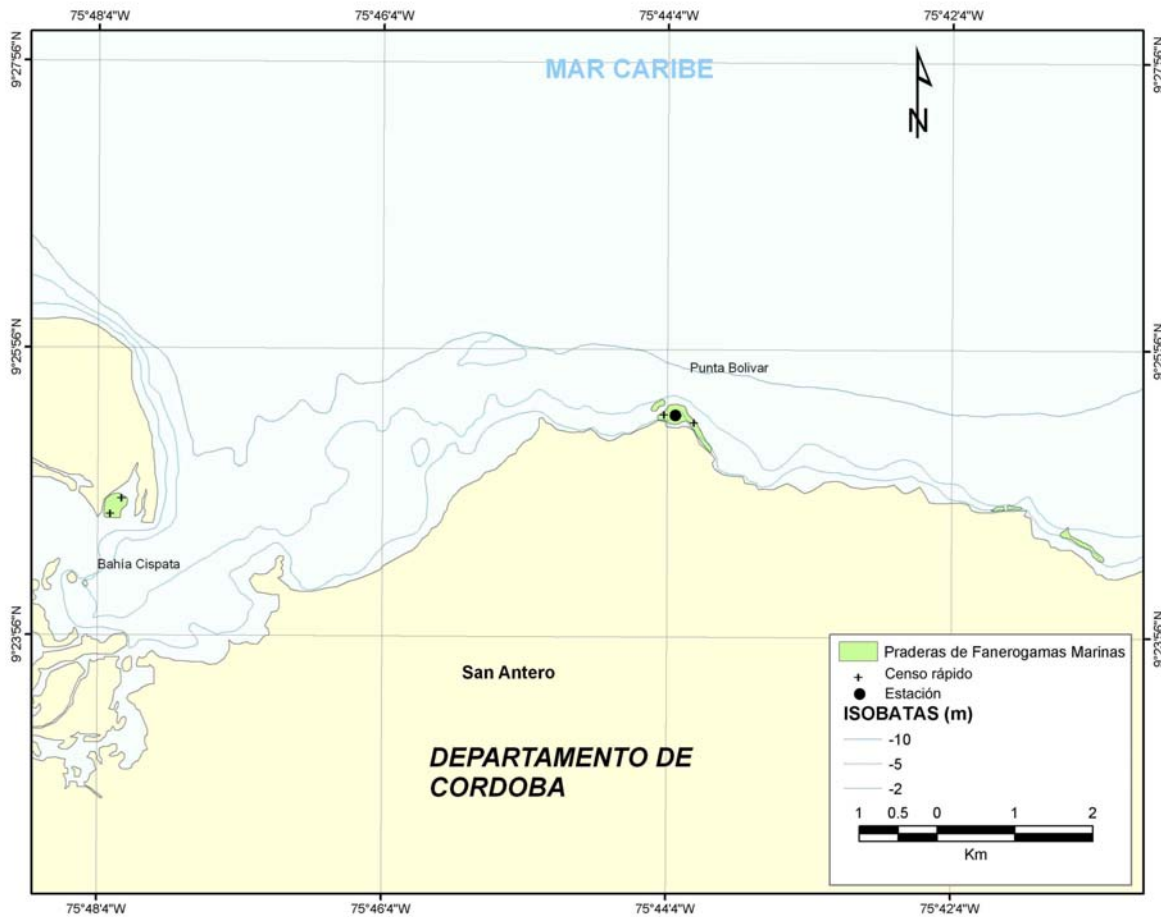
ANEXO M

Área de estudio (Islas de San Bernardo y Golfo de Morrosquillo, sector Punta San Bernardo) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.



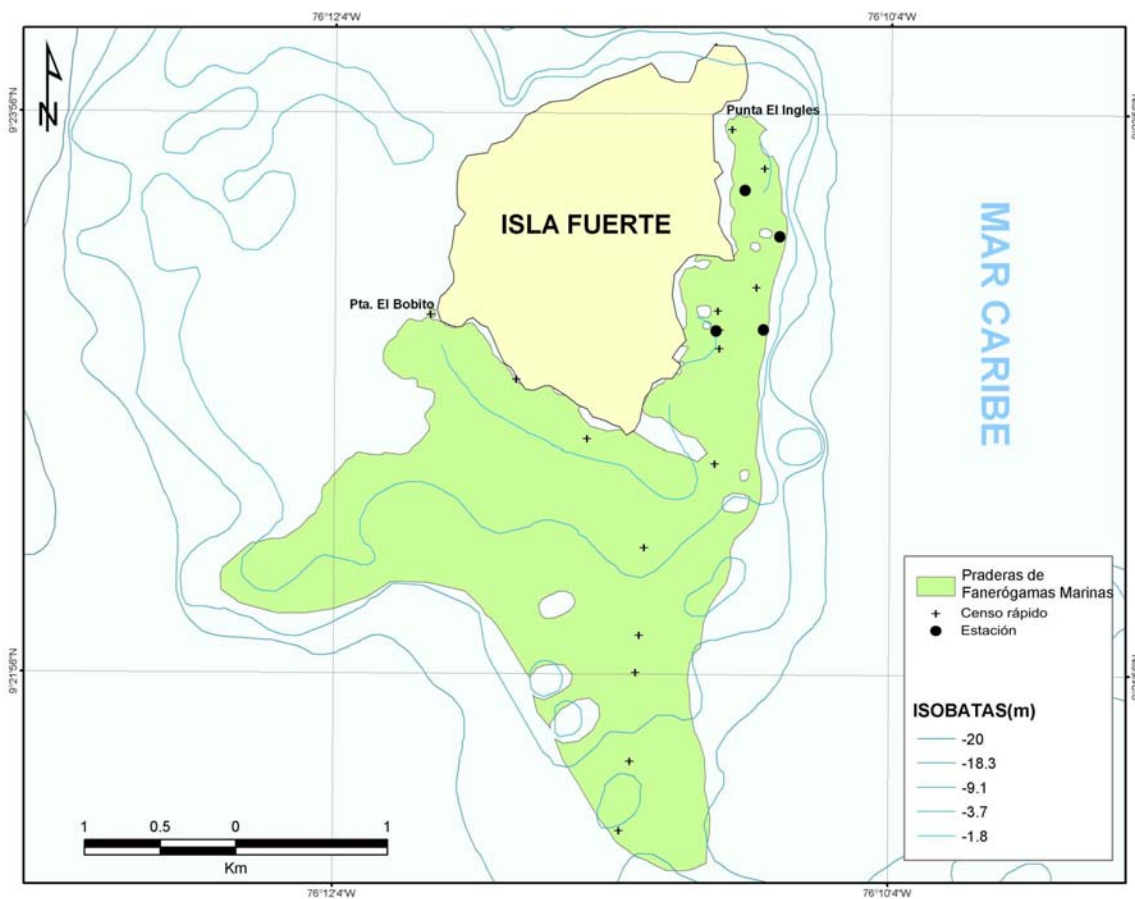
ANEXO N

Área de estudio (Golfo de Morrosquillo, Sector Bahía Cispata) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.



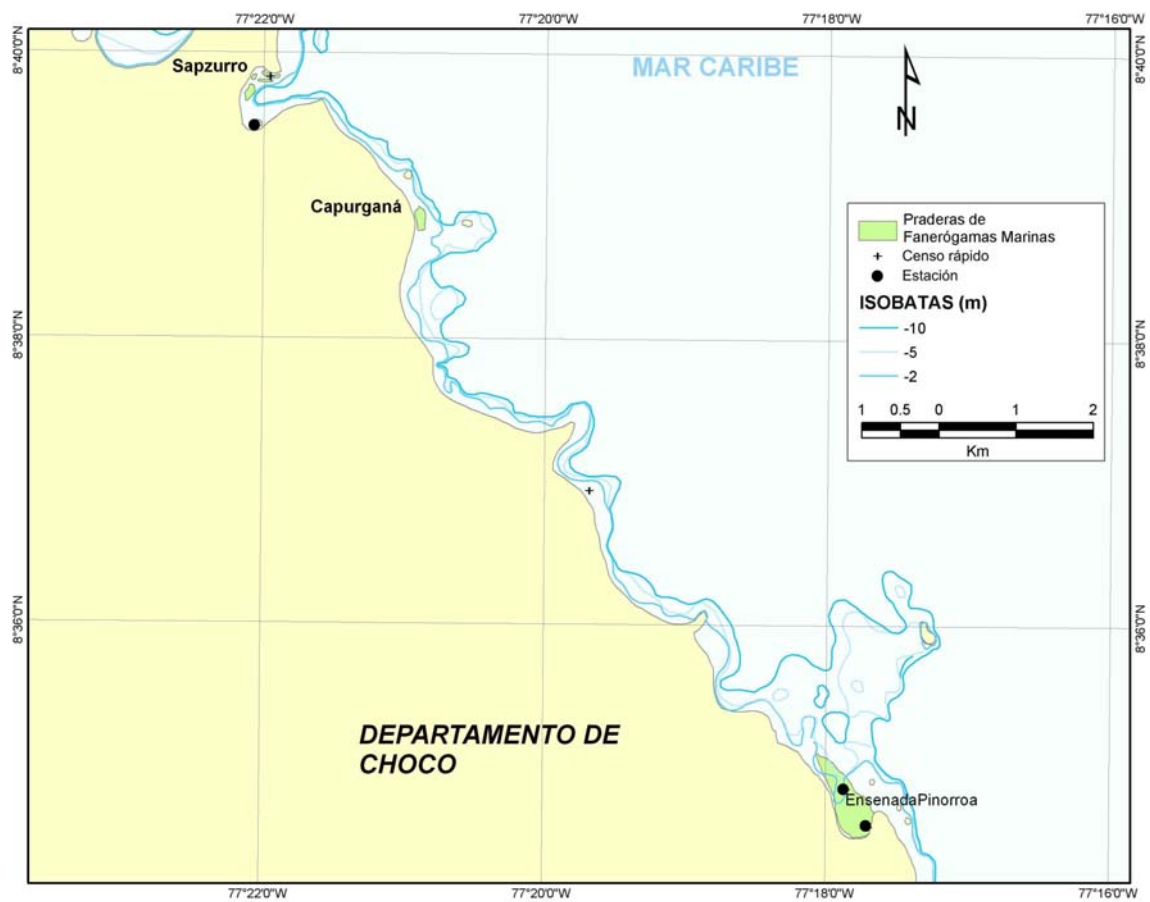
ANEXO O

Área de estudio (Isla Fuerte) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.



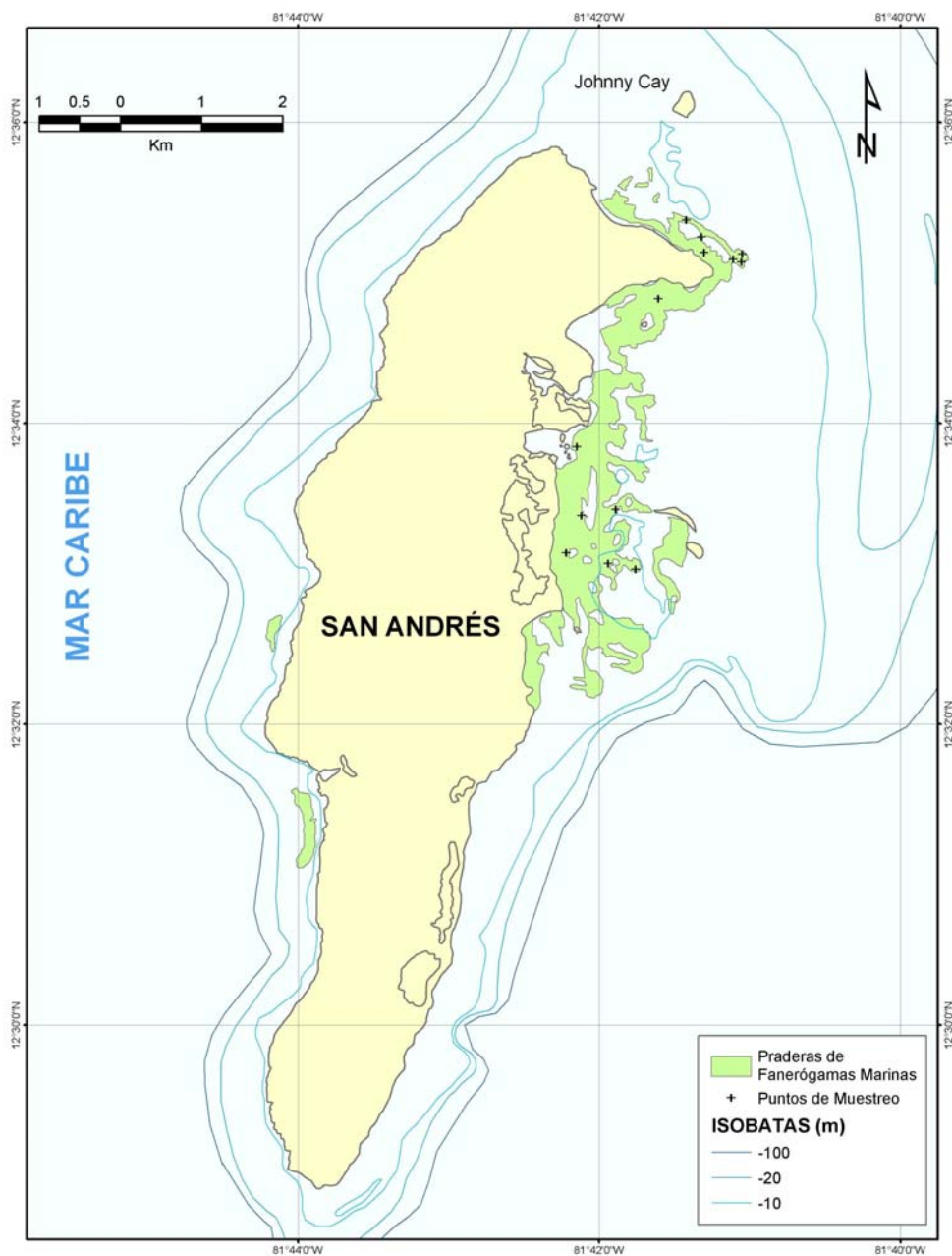
ANEXO P

Área de estudio (Choco Caribeño) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.



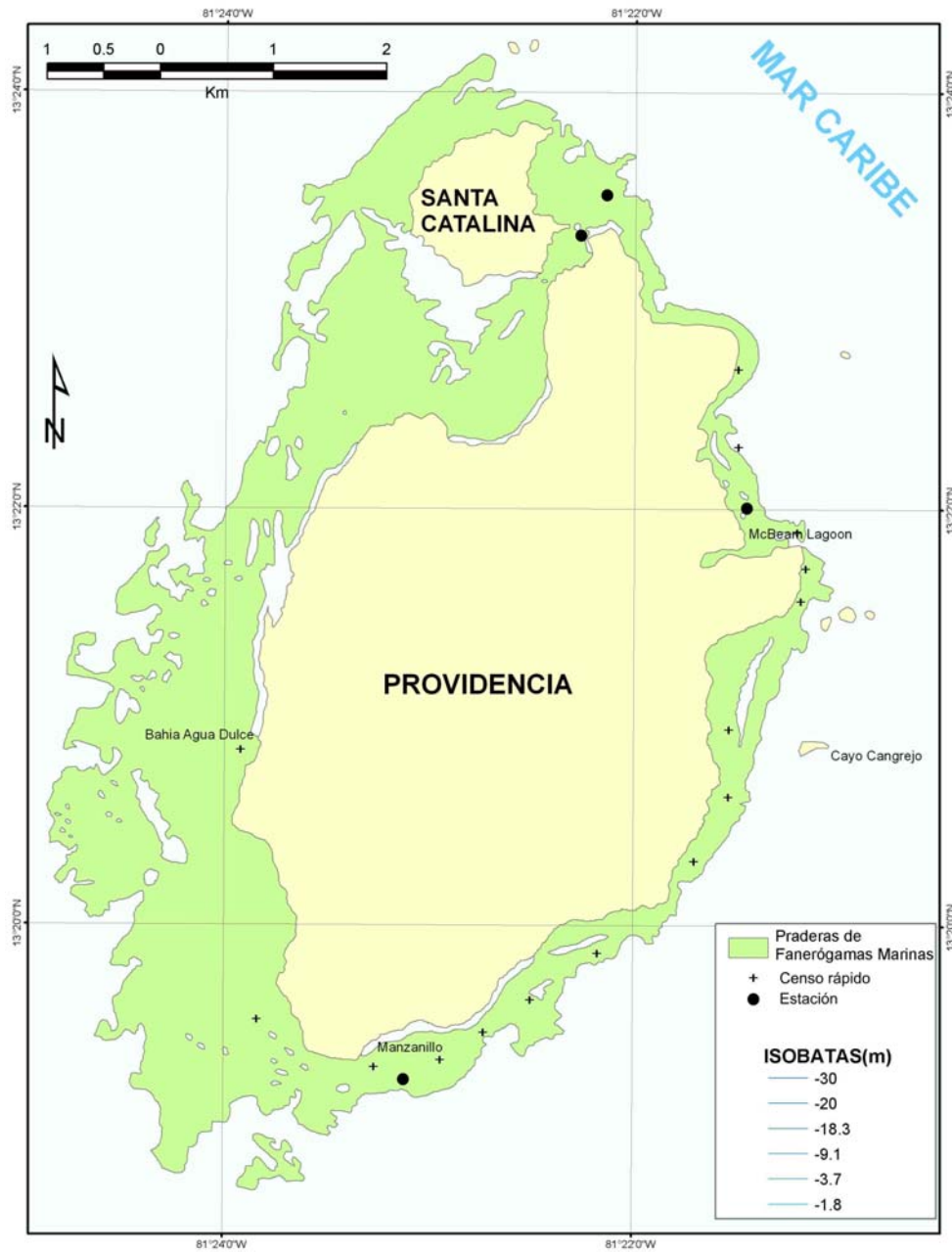
ANEXO Q

Área de estudio (Isla de San Andrés) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Phanerógamas-INVEMAR.



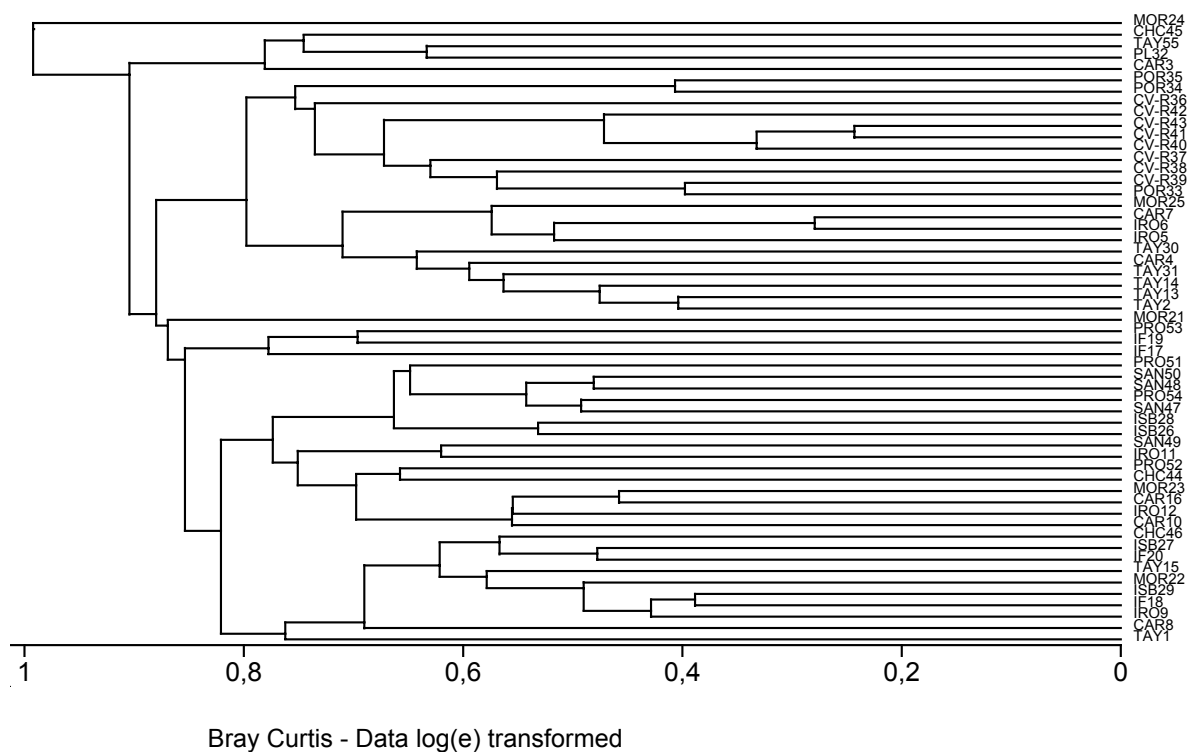
ANEXO R

Área de estudio (Islas de Providencia y Santa Catalina) mostrando los fondos de fanerógamas marinas y la ubicación de los puntos de muestreo (estaciones y censos rápidos). La ubicación exacta de las estaciones se encuentra en el Anexo A. Fuente: Base de datos Fanerógamas-INVEMAR.



ANEXO S

Dendrograma de clasificación de las 55 estaciones de muestreo, empleando el índice de similitud de Bray-Curtis sobre una matriz con solo datos provenientes de los censos visuales. Los datos fueron transformados con $\ln(x + 1)$ y como técnica de ligamiento se empleó el promedio no ponderado (UPGMA).



ANEXO U

Dendrograma de clasificación de las 55 estaciones de muestreo, empleando el Coeficiente de Similitud General de Gower (CGS) sobre una matriz donde se han fusionado los datos provenientes de los censos visuales y arrastres. La técnica de ligamiento empleada fue el promedio no ponderado (UPGMA).

