

[Ir a Tabla de Contenido](#)

**CARACTERIZACIÓN ESPACIAL EN LA ÉPOCA SECA, DE LA TAXOCENOSIS  
ANNELIDA-CRUSTACEA-MOLLUSCA ASOCIADA A FONDOS BLANDOS SOMEROS  
VEGETADOS DEL COSTADO NORORIENTAL DE LA ISLA DE SAN ANDRÉS,  
COLOMBIA**

**ANDRÉS GIOVANI MORALES NUÑEZ**

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

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO  
FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA  
SANTA MARTA**

**2001**

**CARACTERIZACIÓN ESPACIAL EN LA ÉPOCA SECA DE LA TAXOCENOSIS  
ANNELIDA-CRUSTACEA-MOLLUSCA ASOCIADA A FONDOS BLANDOS SOMEROS  
VEGETADOS DEL COSTADO NORORIENTAL DE LA ISLA DE SAN ANDRÉS,  
COLOMBIA.**

**ANDRÉS GIOVANI MORALES NUÑEZ**

**DIRECTOR:**

**Néstor E. Ardila E.**

**(M. Sc., Biólogo Marino)**

**CODIRECTOR:**

**Martha Inés García E.**

**(Biólogo Marino)**

Investigador Proyecto CORALINA-Iniciativa DARWIN

**UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO**

**FACULTAD DE BIOLOGÍA MARINA**

**SANTA MARTA**

**2001**

Nota de aceptación

---

---

---

---

Presidente del jurado

---

Jurado

---

Jurado

Bogotá D. C, agosto de 2001

*A Julia Stella Nuñez y mi  
padre, a Mis hermanos  
especialmente a Luz Stella  
que ha sido mi angelito de  
la guarda, a toda mi  
familia y a Dios.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Durante la elaboración de este trabajo fue mucha la gente que me colaboro para llevarlo a cabo, es por esto que si me olvido de nombrar a alguien no se vaya a molestar.

Primero que todo quiero agradecerles a las tres mujeres más importantes de mi vida, por darme su amor y apoyo incondicional en los momentos buenos pero sobre todo en no dejarme desfallecer en esos momentos difíciles de mi vida, que fueron bastantes, gracias a mi Abuelita, a mi mamita y mi hermanita. A toda mi familia que de alguna u otra manera han colocado un poco de su parte para lograr este objetivo.

En San Andrés quiero agradecerle la colaboración por el apoyo logístico en la toma de las muestras a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (CORALINA) encabezada por su directora June Marie Mow, a la subdirectora de gestión ambiental Elizabeth Taylor y a toda la gente que hace parte de esta institución.

También darle muchas gracias a mi grupo de trabajo dentro del proyecto “Mapeo de Hábitats Marinos”, ellos son mi codirectora Martha Inés García por su apoyo y preocupación en todo momento de mi “sufrida” estadía allá, a Anthony Mitchell, y Tito Howard el duro piloto de la lancha. De igual manera a la Universidad Heriot-Watt de Escocia y a la iniciativa Darwin, las cuales están vinculadas a este proyecto.

En el laboratorio de Coralina le quiero agradecer su ayuda a Patricia Abdul, Alejandro Amaya, Mary Ann Robinson, a Paola Arévalo y Viviana Guzmán por ser las tamizadoras oficiales de los muestreos y por brindarme su amistad.

De todo corazón quiero agradecerles a dos personas maravillosas que gracias a Dios fueron como mis madres en San Andrés ellas son Maria Elsy Hernández que me colaboro en el laboratorio, me brindo su hogar y me consintió con esos manjares exquisitos y a Liliana Florez por abrirme las puertas de su hogar y ayudarme en todo momento.

En Santa Marta a mi director y amigo Néstor Ardila por toda su ayuda, paciencia, y guiarme en este trabajo, pero sobre todo quiero expresarle mi más enorme sentido de agradecimiento a un gran AMIGO que desde antes y durante todo el tiempo que duro este trabajo me ha apoyado incondicionalmente y ha estado conmigo en todo, muchísimas gracias Andrés Franco Herrera.

A el Dr Hernando Valencia Abdala por el préstamo de los laboratorios de la universidad para poder identificar los organismos, a la gente de los laboratorios Charlie y Edgar. A Nelida y Alexis por su gran colaboración en el préstamo de libros y por la paciencia.

A el Dr Néstor Hernando Campos por su valiosa colaboración en la identificación de los decápodos, a Gustavo Ramírez químico de Invemar por su apoyo en la medición de la calcimetría, a Juan Laverde por sus consejos y a Martha Vides por su ayuda en la identificación de los anfípodos.

A Paulo "Waifa" Tigreros por su ayuda y compañía en los agónicos meses de laboratorio y sobre todo por el operativo del "OH".

A lo largo de toda la carrera conocí mucha gente que me brindó su amistad y apoyo entre ellos están Edward Castañeda, Alexander Galán, Milena Benavides, Nazira Mejía, Paola Rojas, Gisela Reina, Fabio Pinto, Alexandra Duque, Marcela Grijalba, Lilian Barreto, Magda Jiménez, Juan Carlos Gutiérrez, Ramiro Torres, Fabián Vallejo, Doralis Correa, Daniel Rincón y Giovani Rojas.

Quiero agradecerle a Olga Lucia Lara por brindarme su amor, estar conmigo durante estos últimos meses y hacerme muy feliz, gracias "fea".

No puedo terminar esta sesión de agradecimientos sin participarle mi más fuerte y grande agradecimiento, a mi querido y adorado cómplice de toda la vida, mi mejor amigo el "gordito".

## LISTA DE FIGURAS

	Pág
<a href="#"><u>Figura 1.</u></a> Ubicación de los transectos en la Isla de San Andrés (mapa proporcionado por el proyecto iniciativa <b>DARWIN CORALINA-Universidad Heriot-Watt</b> “mapeo de Hábitats Marinos del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina”. CORALINA)	26
<a href="#"><u>Figura 2.</u></a> Metodología utilizada para la toma de las muestras en los tres transectos	29
<a href="#"><u>Figura 3.</u></a> Variación de la profundidad en los tres transectos muestreados.	41
<a href="#"><u>Figura 4.</u></a> Variación de la salinidad en los tres transectos durante el tiempo de muestreo.	42
<a href="#"><u>Figura 5.</u></a> Variación del pH en los tres transectos durante el tiempo de muestreo.	43
<a href="#"><u>Figura 6.</u></a> Variación de la temperatura del agua en los tres transectos durante el tiempo de muestreo.	44
<a href="#"><u>Figura 7.</u></a> Variación de la temperatura del sedimento en los tres transectos durante el tiempo de muestreo.	45



- Figura 8.** Variación de la materia orgánica en los tres transectos durante el tiempo de muestreo. 46
- Figura 9.** Número total de individuos para los grupos evaluados en los tres transectos muestreados. 49
- Figura 10.** Número total de familias presentes por grupo en los tres transectos durante el tiempo de estudio. 50
- Figura 11.** Número de familias presentes en las estaciones de cada transecto. 50
- Figura 12.** Porcentaje de las familias mas dominantes en los tres transectos: **a.** Dry Shoal, **b.** La Mansión y **c.** Sprat Bight. En su orden se encuentran **Syl:** Syllidae; **Eun:** Eunicidae; **Cap:** Capitellidae (poliquetos), **Cor:** Corophiidae (amphipodo) y **Luc:** Lucinidae (bivalvo). 51
- Figura 13.** Dendograma que muestra las asociaciones entre las estaciones durante el tiempo de muestreo, formado a partir de la matriz de abundancia, eliminando las familias menores al 2% y con la transformación (raíz cuadrada). Los rótulos indican el nombre y número de la estación **SB:** Sprat Bight; **LM:** La Mansión y **DS:** Dry Shoal. Los números 1, 2 y 3 indican los grupos formados. 52
- Figura 14.** Diagrama de Kaandorp que combina los resultados de la clasificación y el análisis inverso. \*\* representa las familias que presentaron una abundancia del 100% (exclusivas); \* Familias con una abundancia mayor al 90% (características) y subrayadas las familias con una abundancia mayor del 70% (características). 55
- Figura 15.** Mapa de ordenación NMDS de las estaciones con base a la abundancia de las familias recolectadas en San Andrés Isla. Las

letras indican el nombre del transecto y el número la estación: **(DS)**: Dry Shoal; **(LM)**: La Mansión y **(SB)**: Sprat Bight.

57

**Figura 16.** Superposición de las variables ambientales sobre el plano de ordenación obtenido a partir de un análisis de escalamiento multidimensional no métrico NMDS. El tamaño de los símbolos es proporcional al valor numérico de las variables.

59

## LISTA DE TABLAS

	Pág
<p><b><u>Tabla 1.</u></b> Valores promedio de granulometría, materia orgánica, carbonato de calcio para los tres transectos muestreados en la Isla de San Andrés, se indica también la estación (Est), profundidad (<b>Prof</b>), el tamaño medio del grano (<b>phi</b>), la desviación estándar (<b>D.S</b>), la asimetría (<b>Sk</b>), la kurtosis (<b>K</b>) y el tipo de sedimento para cada estación.</p>	48
<p><b><u>Tabla 2.</u></b> Características biológicas determinadas para cada estación de acuerdo a los grupos formados por la clasificación. <b>E</b>-estación; <b>N</b>-número de individuos; <b>A</b>-abundancia de las familias dominantes: <b>Sy</b> (Syllidae), <b>Luc</b> (Lucinidae) y <b>Cor</b> (Corophiidae); <b>F</b>-número de familias: <b>Po</b> (poliqueto), <b>Mo</b> (molusco) y <b>Crus</b> (crustáceo).</p>	56

## LISTA DE ANEXOS

**Anexo A** Clasificación de las familias, géneros y especies encontrados para los crustáceos (decápodos) según Williams (1984) y moluscos según Díaz y Puyana (1994). En la isla de San Andrés durante el periodo de estudio.

**Anexo B** Fotos de las familias más abundantes dentro del estudio y fichas de las especies de moluscos que se registran por primera vez para la Ecorregión Archipiélago de San Andrés y Providencia (SAN).

**Anexo C** Matriz final de datos de abundancia expresada en individuos/ 0.45m<sup>2</sup> para cada transecto durante todo el tiempo del estudio: Estación (**E**); Poliqueto (**P**); Bivalvo (**B**); Gasterópodo (**G**); Scafophodo (**S**); Isopodo (**I**); Anfípodo (**A**) y Decápodo (**D**).

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág
<b><u>RESUMEN</u></b>	
<b><u>ABSTRACT</u></b>	
<b><u>1 INTRODUCCIÓN</u></b>	19
<b><u>2 ÁREA DE ESTUDIO</u></b>	23
2.1 <u>Aspectos generales</u>	23
2.2 <u>Ubicación de los transectos</u>	25
2.2.1 <u>Transecto 1 (Dry Shoal)</u>	25
2.2.2 <u>Transecto 2 (La Mansión)</u>	26
2.2.3 <u>Transecto 3 (Sprat Bight)</u>	27
<b><u>3 METODOLOGÍA</u></b>	28
3.1 <u>Fase de campo</u>	28
3.1.1 <u>Recolección de las muestras</u>	28
3.2 <u>Fase de laboratorio</u>	31
3.2.1 <u>Componente Biológico</u>	31
3.2.1.1 <u>Identificación de organismos</u>	31
3.2.2 <u>Componente Abiótico</u>	32
3.2.2.1 <u>Sedimento</u>	32

3.2.2.1.1 <a href="#">Materia orgánica</a>	32
3.2.2.1.2 <a href="#">Granulometría</a>	33
3.2.2.1.3 <a href="#">Calcimetría</a>	33
3.3 <a href="#">Fase de gabinete</a>	34
3.3.1 <a href="#">Análisis de factores bióticos</a>	34
3.3.2 <a href="#">Análisis de factores abióticos</a>	34
3.3.3 <a href="#">Análisis de comunidades</a>	35
3.3.3.1 <a href="#">Clasificación</a>	36
3.3.3.2 <a href="#">Ordenación</a>	36
3.3.3.3 <a href="#">Análisis inverso</a>	37
3.3.3.4 <a href="#">Relación de las asociaciones biológicas con las variables ambientales</a>	37
<b>4 <a href="#">RESULTADOS</a></b>	<b>39</b>
4.1 <a href="#">Descripción de los transectos</a>	39
4.1.1 <a href="#">Transecto 1 (Dry Shoal)</a>	39
4.1.2 <a href="#">Transecto 2 (La Mansión)</a>	39
4.1.3 <a href="#">Transecto 3 (Sprat Bight)</a>	40
4.2 <a href="#">Variables abióticas</a>	40
4.2.1 <a href="#">Físicoquímicas</a>	40
4.2.1.1 <a href="#">Profundidad</a>	40
4.2.1.2 <a href="#">Salinidad</a>	41
4.2.1.3 <a href="#">PH</a>	42
4.2.1.4 <a href="#">Temperatura del agua</a>	43
4.2.1.5 <a href="#">Temperatura del sedimento</a>	44
4.3 <a href="#">Sedimentos</a>	45

4.3.1	<a href="#">Materia orgánica</a>	45
4.3.2	<a href="#">Carbonato de calcio</a>	46
4.3.3	<a href="#">Granulometría</a>	47
4.4	<b><a href="#">Descripción de la taxocenosis</a></b>	49
4.4.1	<a href="#">Clasificación y análisis inverso</a>	51
4.4.2	<a href="#">Ordenación</a>	56
4.4.3	<a href="#">Relación de las asociaciones con las variables ambientales</a>	57
4.4.4	<a href="#">Primeros registros de moluscos para la isla de San Andrés</a>	58
5	<b><a href="#">DISCUSIÓN DE RESULTADOS</a></b>	60
5.1	<b><a href="#">Variables abióticas</a></b>	60
5.1.1	<a href="#">Físicoquímicas</a>	60
5.1.1.1	<a href="#">Salinidad y pH</a>	60
5.1.1.2	<a href="#">Temperatura del agua y temperatura del sedimento</a>	61
5.1.1.3	<a href="#">Profundidad</a>	61
5.2	<b><a href="#">Sedimentos</a></b>	62
5.2.1	<a href="#">Materia orgánica</a>	62
5.2.2	<a href="#">Carbonato de calcio</a>	64
5.2.3	<a href="#">Granulometría</a>	64
5.3	<b><a href="#">Estructura de la taxocenosis</a></b>	66
6	<b><a href="#">CONCLUSIONES</a></b>	69
7	<b><a href="#">RECOMENDACIONES</a></b>	72

**BIBLIOGRAFÍA**

73

**ANEXOS**

81

**LISTA DE FIGURAS**

**LISTA DE TABLAS**



## ABSTRACT

Composition, structure and spatial distribution of Annelida – Crustacea – Mollusca taxocenosis and their relation with physicochemical and sedimentological parameters, were determined in the northeast sector of San Andrés Island from December 1999 until March 2000 (dry season). Three transects perpendicular to the coast line were made. In each one three stations were ubicated (1, 50, and 100 m), for a total of 9 stations. The samples were collected with a PVC corer. A total of 3847 individuals were found, showing the largest organisms richness and abundance on Dry Shoal and La Mansion transects of the east sector of the island. Syllidae (Polychaeta), Corophiidae (Crustacea) and Lucinidae (Mollusca) were the most representative families. Cluster and ordenation analysis, using abundance values to family level, showed three principals groups (1, 2, and 3) of which structure and composition should be determined by the granulometric composition and organic matter of the sediment of each transect. The three stations of the Sprat Bight transect belong the group 1, which showed an intermediate average value of the individuals abundance of 383 and the lower family diversity (19) for the stations 1 and 2. The group 2 was made up by the stations 2 and 3 of the La Mansión transect and by the stations 2 and 3 of Dry Shoal transect and was characterized for to be the group with the lower organism quantity, 304 of total mean and the highest families diversity value (25) that was found in the station 2 of the Dry Shoal transect. The group 3 were conformed by the station 1 of Dry Shoal transect and the station 1 of La Mansión transect, reporting the highest mean abundance with 590 individuals and the highest families number, 25 for each station. Not effect over the organisms distribution by the physicochemical variables (salinity, pH, water and sediment temperature) were detected, due than the values were similar. Moreover the water had oceanic waters properties. The sediments were dominated by middle sands with tendency to the coarse grain and high organic matter and carbonates percentage. The depth, foreign to others researches, was not a factor that influenced on the individuals distribution, since not wide changes were detected between the three transects.

## RESUMEN

A partir del estudio realizado en el sector nororiental de la isla de San Andrés durante los meses de diciembre de 1999 a marzo del 2000 (época seca), se determinó la composición, estructura y distribución espacial de la taxocenosis Annelida-Crustacea-Mollusca y su relación con parámetros sedimentológicos y fisicoquímicos del sector. Se realizaron tres transectos de 100 m perpendiculares a la costa, en cada uno se determinaron tres estaciones ubicadas a los (1, 50 y 100 m), para un total de 9 estaciones durante el estudio. Las muestras fueron recolectadas por medio de un corazonador de PVC. Se encontró un total de 3847 individuos, observándose la mayor riqueza y abundancia de organismos en los transectos Dry Shoal y La Mansión del sector oriental de la isla, representados principalmente por las familias Syllidae (Polychaeta), Corophiidae (Crustacea) y Lucinidae (Mollusca). Análisis de clasificación y ordenación, empleando valores de abundancia a nivel de familia, permitieron definir tres grupos principales (1, 2 y 3), cuya estructura y composición parece estar determinada principalmente por la composición granulométrica del sedimento y el contenido de materia orgánica presente en cada transecto. Las tres estaciones del transecto Sprat Bight conforman el grupo 1, el cual presentó un valor intermedio en la abundancia de individuos 383 en promedio total, y el de menor diversidad de familias (19), para las estaciones 1 y 2. El grupo 2 se encontró constituido por las estaciones 2 y 3 del transecto La Mansión y por las estaciones 2 y 3 del transecto Dry Shoal y se caracterizó por ser el grupo con menor cantidad de organismos 304 individuos en promedio total, y por presentar el mayor valor de diversidad de familias (25), encontrado en la estación 2 del transecto Dry Shoal. El grupo 3 estuvo conformado por la estación 1 del transecto Dry Shoal y la estación 1 del transecto la Mansión, presentando la mayor abundancia promedio con 590 individuos y el mayor número de familias, con 25 para cada estación. Las variables físicoquímicas (salinidad, pH, temperatura del agua y del sedimento) no presentaron ninguna influencia en la distribución de los organismos ya que sus valores se comportaron como los de aguas netamente oceánicas. En cuanto a los sedimentos, estos se encontraron dominados por arenas medias con tendencia hacia los granos gruesos y con altos porcentajes de materia orgánica y carbonatos. La profundidad, a diferencia de muchos estudios, fue un factor que no influyó en la distribución de los individuos ya que no varió marcadamente entre las estaciones de los tres transectos. Se registran por primera vez para la ecoregión de San Andrés y Providencia (SAN) los bivalvos *Carditopsis smithii* y *Tellina martinicensis*, los gastrópodos *Tenaturris bartletti* y *Haminoea elegans* y por último el escafópodo *Antalis antillarum*.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde la región litoral hasta las mayores profundidades, el fondo del océano está habitado por organismos que viven sobre él o se entierran dentro de los sedimentos (Margalef, 1972). Son bentónicas todas las especies que viven en relación íntima con el fondo, ya sea para fijarse en él, para excavarlo, marchar sobre su superficie o para nadar en sus vecindades sin alejarse de él (Vegas, 1980). Una división regularmente usada por los ecólogos del bentos es: 1) infauna, organismos que habitan dentro del sedimento, y 2) epifauna, aquellos que viven en o sobre el fondo marino. Frecuentemente la infauna es dividida según su tamaño en macrofauna ( $> 500 \mu\text{m}$ ), meiofauna ( $500 - 63 \mu\text{m}$ ) y microfauna ( $< 63 \mu\text{m}$ ). La macrofauna es el componente sobre el cual se tiene mayor conocimiento (Mann, 1976; Pearsons *et al.*, 1984).

Las comunidades macrozoobentónicas de fondos blandos en regiones tropicales han sido menos estudiadas en comparación con las regiones subtropicales y templadas. Sólo en años recientes se han venido incrementando los estudios sobre los sistemas marinos tropicales, dentro de los cuales se han considerado muy poco las comunidades de fondos blandos, las variaciones estacionales y sus respuestas a factores ambientales (Alongi, 1989).

La mayoría de los trabajos realizados sobre el macrobentos han sido referenciados para la región de la costa Caribe Colombiana. Guzmán (1993) realiza una caracterización espacial de la comunidad macrozoobentónica de la plataforma continental de

departamento del Magdalena, luego Guzmán y García (1996) presentó otro estudio sobre el macrobentos en la Bahía de Santa Marta, mostrando una comunidad conformada por varias zonas, las cuales se diferencian entre si por una disminución de la densidad, diversidad y riqueza de los géneros con la profundidad. Córdoba (1997) realizó la caracterización de la macrofauna bentónica de fondos blandos extendiéndose hasta el balneario El Rodadero, indicando la presencia de una sola comunidad continua que se diferencia en zonas según se incrementa la profundidad; siendo el principal factor determinante en la distribución y estructura. López (1997) trabajó en la caracterización espacio-temporal de la taxocenosis Mollusca-Crustacea encontrando que su distribución está determinada por un patrón de profundidad y una dominancia de los sedimentos tipo cieno, los cuales se distribuyen homogéneamente en tiempo y espacio. Alongi (1989) y Morrisey *et al.* (1992) hacen énfasis en que la distribución del bentos de fondos blandos se debe a factores físicos del ambiente, tales como la profundidad del agua, el movimiento y el tipo de sedimento, los cuales determinan patrones de distribución a gran escala. A su vez, Bremec (1990) estudió el macrobentos del área de Bahía Blanca (Argentina), mostrando que la principal variable ambiental fue la composición granulométrica del sedimento, observándose, en líneas generales, que la calidad de la fauna varió de los fondos eminentemente arenosos a los fangosos.

En el Caribe colombiano no existen antecedentes de trabajos basados en el estudio de organismos asociados a los fondos blandos en la Isla de San Andrés, solo se registra un estudio realizado por Garay *et al* (1988) quienes realizan un estudio oceanográfico del área insular y oceánica del Caribe, incluyendo información biológica referente al plancton y al bentos, determinando que este último se caracteriza por presentar una gran abundancia de poliquetos, moluscos, crustáceos y poríferos en toda la región. A su vez

los sedimentos estuvieron dominados por arenas con tendencia notoria hacia el grano grueso seguido de gravas.

Sin embargo, se cuenta con trabajos como el de Díaz *et al.* (1995), quienes presentaron un diagnóstico del estado ambiental del medio, de las características de sus aguas y de sus formaciones arrecifales, tratando en detalle los fondos marinos, como llanuras y praderas de algas, tras lo cual analizaron los agentes que están causando impacto sobre la base natural de los arrecifes, determinando, que los arrecifes de San Andrés muestran signos de deterioro relativamente avanzados por causas antropógenicas, depredación, destrucción del hábitat, sedimentación y contaminación. Angel (1998), determinó la estructura y distribución de fanerógamas marinas, teniendo en cuenta variables abióticas y la granulometría del sedimento, llegando a la conclusión que las praderas de pastos marinos de la isla se encuentran bastante deterioradas como consecuencia en gran medida, de actividades humanas como dragados, vertimientos de aguas residuales y tránsito continuo de embarcaciones.

El Archipiélago de San Andrés y Providencia es una zona que ha sido poco estudiada, en la cual existe poca información sobre las comunidades vivas en estas playas. Es por esto que se necesita de investigaciones que comiencen a dar una visión preliminar de la estructura de estas asociaciones en los sistemas tropicales para poder modificar, reafirmar o emitir nuevos conceptos sobre la ecología de estos ambientes. La corporación para el desarrollo sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina CORALINA viene desarrollando el proyecto “Mapeo de Hábitats Marinos del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina” con la colaboración de la Universidad Heriot-Watt de Escocia y fondos de la Iniciativa DARWIN para la

supervivencia de las especies, la cual se encuentra bajo el Ministerio del Medio Ambiente y Transporte del Reino Unido (DTER). El presente estudio se enmarca dentro del anterior proyecto y pretende dar inicio al conocimiento de la taxocenosis Annelida-Crustacea-Mollusca de fondos blandos vegetados de la isla de San Andrés y su distribución espacial, para poder tener un mayor y mejor conocimiento de los organismos allí presentes; su distribución en la zona costera de la isla y así poder dar un adecuado manejo y aprovechamiento del bentos marino, ya que muchas especies de peces de valor comercial, encuentran su alimento en el bentos (Alongi, 1989).

## 2. ÁREA DE ESTUDIO

### 2.1 ASPECTOS GENERALES

La isla de San Andrés se encuentra localizada en el occidente del Mar Caribe, a los 12°32' N y 81°43' W, a casi 800 km de la costa de Colombia y a 150 km de la de Nicaragua. Es la isla mayor del archipiélago colombiano de San Andrés y Providencia y tiene una longitud de 13 km, una anchura máxima de 3km y una superficie aproximada de 25 km<sup>2</sup> (Díaz *et al.*, 1995). El clima de la zona está clasificado como isomegatérmico el cual es similar al que predomina en islas como Jamaica, Santo Domingo y buena parte de Cuba (Andrade *et al.*, 1996). Las lluvias en San Andrés definen dos períodos bien marcados: una época seca de febrero a abril, cuando la precipitación mensual promedio es menor a 50 mm, y una época lluviosa de junio a diciembre, cuando la precipitación mensual es superior a los 150mm y alcanza su máximo en noviembre (mas de 300mm); enero y mayo, con precipitaciones cercanas a los 100 mm, son meses de transición (Díaz *et al.*, 1995).

Tanto la isla como la plataforma submarina circundante son de origen fundamentalmente coralino y están compuestas por calizas arrecifales formadas desde el Oligoceno-Mioceno (Díaz *et al.*, 1995). Las corrientes predominantes en las aguas litorales, son impulsadas por los vientos alisios del nororiente, arriban a la plataforma insular de San Andrés por el nororiente, atravesando la barrera arrecifal por varios puntos para divergir por ambos lados de la isla hacia el sur (Díaz *et al.*, 1995). Las aguas superficiales son cálidas presentando una temperatura similar a las aguas oceánicas, con promedios mínimos de

26-28°C entre diciembre y febrero y máximos de 28-30°C entre agosto y octubre (Díaz *et al.*, 1995). La salinidad de las aguas litorales es similar con los valores oceánicos (35.5-36.0 ‰, Díaz *et al.*, 1995).

Los niveles más probables de oxígeno disuelto cerca de la costa son los registrados en agosto por CIOH (1991), fluctuando entre 5.8 y 6.5 mg.l<sup>-1</sup>. Datos de pH cerca de la costa y en la Bahía Hooker oscilan entre 7.5 y 8.5 (Díaz *et al.*, 1995) alrededor del pH marino normal. Las fluctuaciones pueden deberse a mezclas de agua dulce (lluvias, escorrentía), o a aportes de materia orgánica.

La porción terrestre de San Andrés consta de dos grandes paisajes representados por un sistema montañoso de colinas, ubicadas a lo largo de la parte central de la isla, y por una planicie litoral de terrazas marinas emergidas (Díaz *et al.*, 1995). El plano litoral actual consiste en playas arenosas en los sectores norte y oriental con alguna vegetación halofítica rastrera. En el lado occidental, el litoral está marcado por una terraza calcárea de abrasión de origen pleistocénico, prácticamente desprovista de suelos, y apenas vegetada por herbáceas o arbustos dispersos.

Hacia la parte marina, en otras porciones de la costa, principalmente hacia el lado, oriental y nororiental, existen algunas áreas protegidas, de escasa profundidad (1-3 m), con arenas fangosas, aledañas a las formaciones de mangle sobre la costa de la isla, así como buena parte de los fondos de arena de la Bahía de San Andrés aledaños a la zona del puerto (5-9 m de profundidad, en un sector que ha sido dragado anteriormente), se encuentran praderas de algas (principalmente dictiotáceas) más o menos densas. Generalmente estas praderas de algas se continúan o transforman paulatinamente en



praderas de fanerógamas hacia la parte externa de la isla, también se encuentran playas arenosas de arenas calcáreas (Díaz *et al.*, 1995).

## **2.2 UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS**

Se determinaron las coordenadas de tres transectos (100 m) por medio de un sistema de posicionamiento global GPS Diferencial. En cada uno se ubicaron tres estaciones con base en las características de la zona y que pudieran aportar una idea para establecer responsabilidades de manejo y monitoreo. Los tres transectos se encuentran en zonas donde se presentaba contaminación, debido a las actividades de la termoeléctrica (La cual no funciona actualmente), a el paso de buques y transito de embarcaciones menores por ser zonas hoteleras, así mismo, por contaminación de aguas residuales, rellenos y dragados.

### **2.2.1 TRANSECTO 1 (DRY SHOAL)**

Este primer transecto se encuentra ubicado frente a la entrada de la Bahía Honda comenzando a los 12° 33' 38.60" N Y 81° 42' 9.07" W y terminando a los 12° 33' 38.66" N y 81° 42' 6.25" W ([Figura 1](#)).

## 2.2.2 TRANSECTO 2 (LA MANSIÓN)

Como su nombre lo indica se ubico frente al Hotel la Mansión a los  $12^{\circ} 33' 41''$  N y  $81^{\circ} 42' 9.12''$  W y finalizando a los  $12^{\circ} 33' 11.19''$  N y  $81^{\circ} 42' 5.71$  W ([Figura 1](#)).

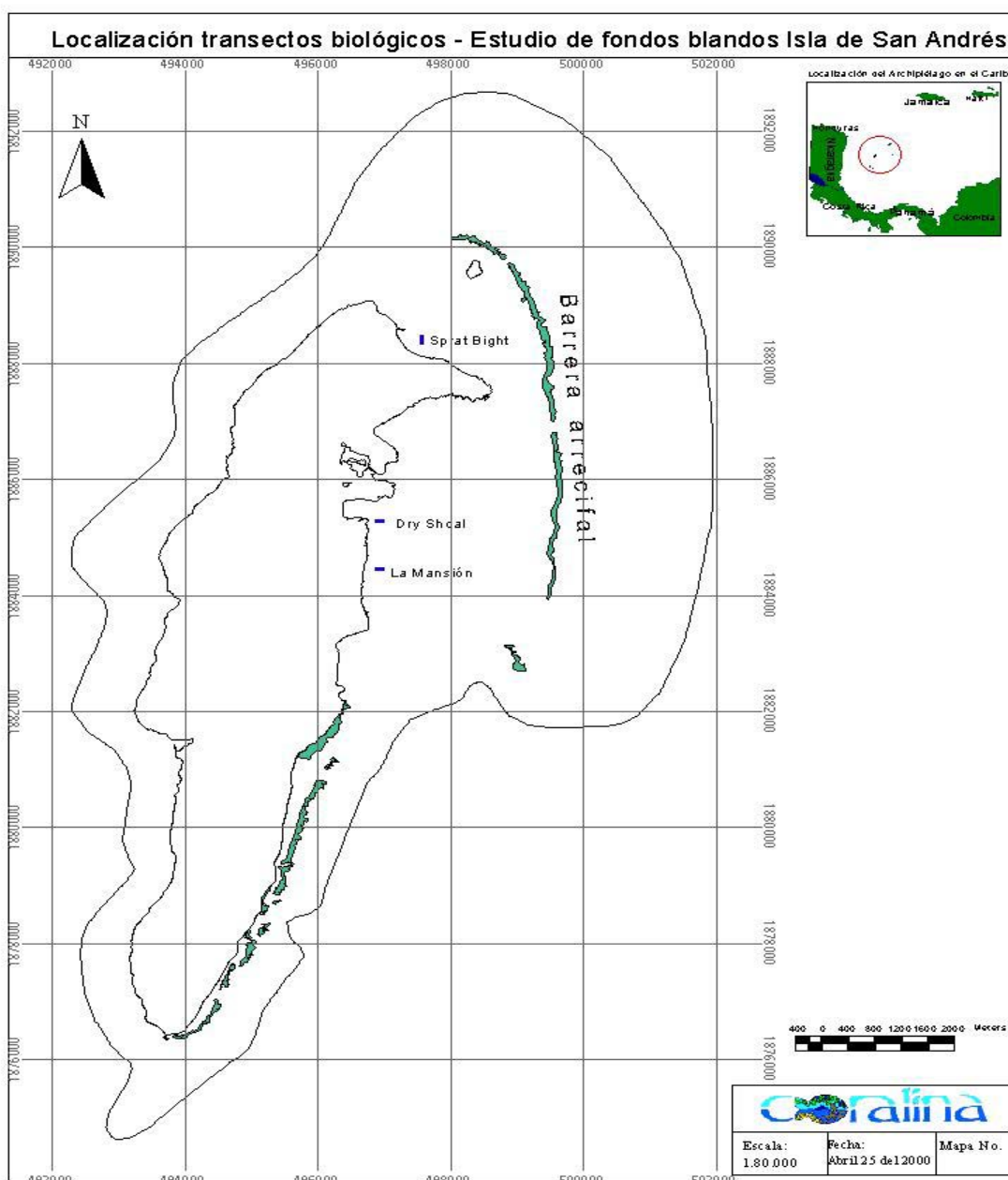


Figura 1. Ubicación de los transectos en la Isla de San Andrés (mapa proporcionado por el proyecto Iniciativa **DARWIN CORALINA- Universidad Heriot-Watt**, "Mapeo de Hábitats Marinos del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. CORALINA").

### **2.2.3 TRANSECTO 3 (SPRAT BIGHT)**

Este último transecto se localizó frente al hotel El Isleño a los  $12^{\circ} 35' 18.55''$  N y  $81^{\circ} 41' 48.56''$  W terminando a los  $12^{\circ} 35' 21.86''$  N y  $81^{\circ} 41' 48.77$  W ([Figura 1](#)).

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 FASE DE CAMPO**

El trabajo se realizó en dos etapas, la primera en la Isla de San Andrés, la cual duro seis meses, tiempo en el cual se llevo a cabo la toma de muestras, la separación de organismos del sedimento y la identificación preliminar de los especímenes. La siguiente parte fue efectuada en los laboratorios de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (sede Santa Marta), en la cual se culminó el estudio de las muestras y su respectivo análisis final.

##### **3.1.1. Recolección de las Muestras**

Los muestreos se realizaron entre los meses de diciembre de 1999 y marzo del 2000, intervalo de tiempo dominado por la época seca. Se determinaron 3 transectos de 100 m cada uno en fondos vegetados perpendiculares a la costa de la Isla de San Andrés ([Figura 1](#)). Dichos transectos fueron seleccionados por la falta de conocimiento en estos lugares y por que tanto (Spray Bight y Dry Shoal) hacen parte de un área de reserva nacional y parte del Parque Regional Natural Bahía Hooker-Honda. En cada transecto se definieron tres estaciones ubicadas al primer metro, a los 50 m y 100m. Cada transecto solo fue muestreado una vez, en el tiempo que duró el muestreo total, para cada estación se determinó un área de 2 m<sup>2</sup> en la cual se ubicó un cuadrante de pvc de 1 m<sup>2</sup> dividido a

su vez en subcuadrantes de  $123.2 \text{ cm}^2$  para un total de 81 subcuadrantes ([Figura 2](#)). También se realizó una observación directa en cada transecto del porcentaje de cobertura presente entre los pastos, macroalgas y arenas predominantes dentro de cada estación.

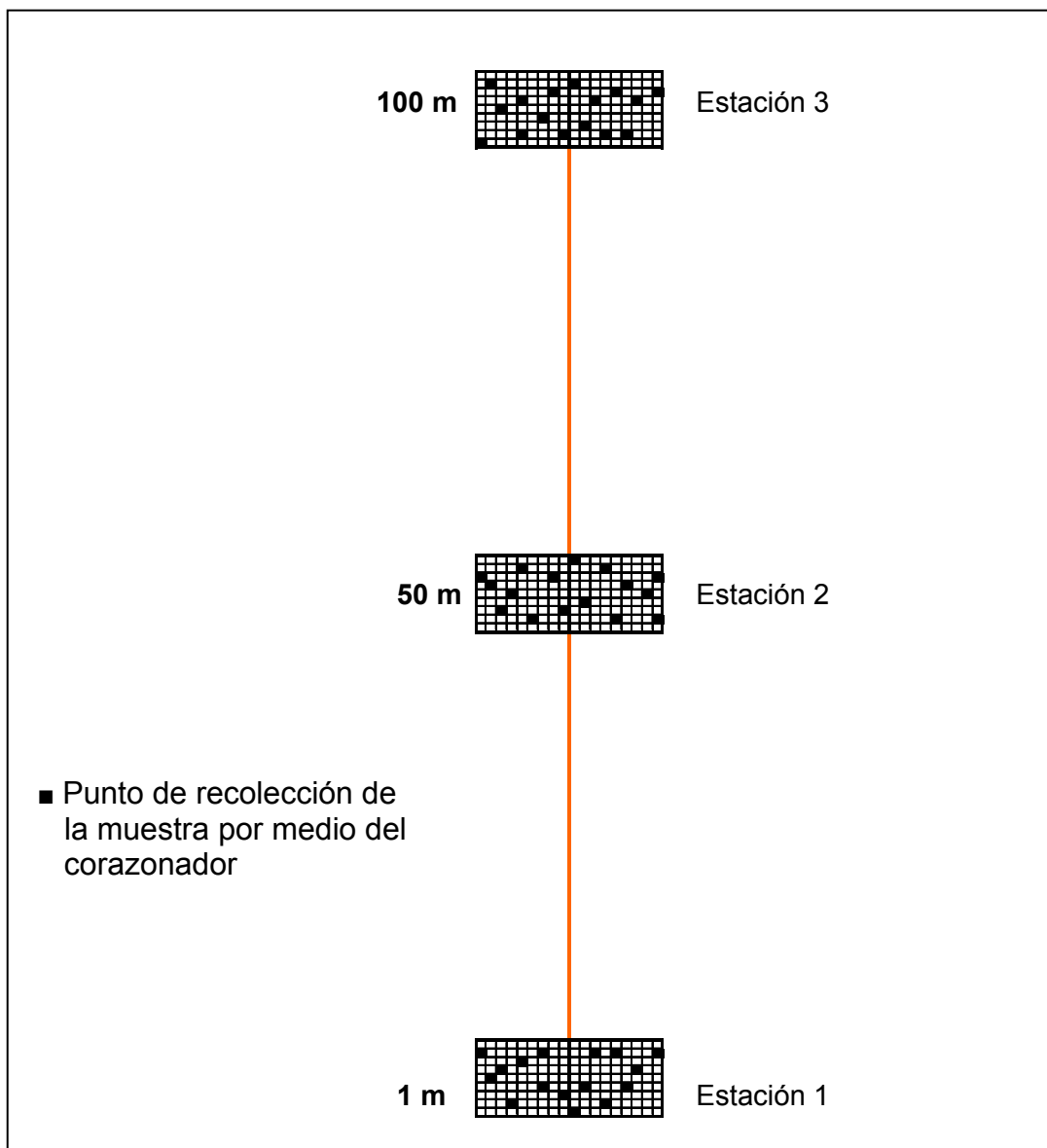


Figura 2. Metodología utilizada para la toma de las muestras en los tres transectos.

Los puntos muestreados fueron escogidos al azar por medio de una calculadora, en dichos puntos se recolectaron 16 muestras (15 para análisis biológicos y 1 para análisis de sedimentos) con un corazonador de 11.4 cm de diámetro y un área de 102.07 cm<sup>2</sup> para completar un área muestral biológica total de 0.1531 m<sup>2</sup> por estación. Este valor se encuentra dentro del rango mínimo (0.1-0.2 m<sup>2</sup>) de muestreo para estudios cualitativos y cuantitativos en las comunidades macrobentónicas recomendada para los estudios de bentos (Holme y McIntyre, 1984) y utilizadas en diferentes estudios a nivel mundial (Gray *et al.*, 1988; Schwinghamer, 1988; Sukwoo *et al.*, 1992; Rumohr, 1990; Manté *et al.*, 1995; Basford *et al.*, 1996). El corazonamiento se hizo hasta una profundidad de 10 cm, basándose en que los organismos se encuentran en los 12 cm superiores de la columna de sedimento (Laverde-Castillo, 1990; Morrisey *et al.*, 1992).

Posterior a la recolección en campo, las muestras fueron pasadas por un tamiz con ojo de malla de 0.5 mm que es normalmente usado para la selección de la macrofauna (Mcbee y Brehm 1982; Holme y McIntyre, 1984; Gray *et al.*, 1988; Bremec, 1990; Sukwoo *et al.*, 1992; Morrisey *et al.*, 1992; Manté *et al.*, 1995; Basford *et al.*, 1996; Pohle y Thomas, 1997).

El sedimento tamizado fue guardado en bolsas plásticas debidamente rotuladas con el sitio, fecha, transecto y ambiente del lugar; se fijaron con formalina al 5% neutralizada con tetraborato de sodio (bórax) previa adición de rosa de bengala que facilitó la separación de los organismos en la fase de laboratorio (Mcbee y Brehm, 1982; Guzmán, 1993; Manté *et al.*, 1995; Córdoba, 1997; Vides, 1999).

La muestra restante se utilizó para la determinación en el laboratorio de la composición granulométrica, porcentaje de materia orgánica y calcimetría. Adicionalmente, con un termómetro manual de mercurio  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  se midieron las temperaturas tanto del sedimento como del agua del fondo en cada una de las estaciones. Además se tomo una muestra de agua de fondo, en cada estación, para determinar la salinidad y el pH las cuales fueron medidas en el laboratorio de CORALINA con un analizador de calidad de aguas Horiba U-10  $\pm 0.01$ .

## **3.2. FASE DE LABORATORIO**

### **3.2.1. Componente Biológico**

#### **3.2.1.1. Identificación de Organismos**

Las muestras fijadas y teñidas fueron extendidas sobre una bandeja plana en donde inicialmente se separaron en grupos mayores (poliquetos, crustáceos y moluscos). A medida que se realizó la separación los organismos se colocaron en frascos plásticos previamente rotulados, los cuales contenían alcohol etílico al 70%; esta preservación debe realizarse entre 2 y 4 días máximo después de la fijación (Gaston *et al.*, 1996). Posteriormente los individuos de cada muestreo fueron contados e identificados hasta familia por estación de muestreo, ya que a este nivel últimamente muchos autores hacen referencia que no se presenta perdidas de información, se minimiza el tiempo de procesamiento en laboratorio y se reduce el costo de la investigación (Warwick *et al.*, 1988a; Guzmán y García, 1996; Guzmán y Solano, 1997). Para esta identificación se

contó con la ayuda de claves taxonómicas específicas para cada taxa, Poliquetos: Day (1967), Fauchald (1977), Salazar-Vallejo (1988). Crustáceos: Wagenaar (1968), Barnard (1969), Williams (1984), Kensley y Schotte (1989), Ortiz (1992); Moluscos: Abbott (1974) y Diaz y Puyana (1994). Adicionalmente, para los moluscos y crustáceos decápodos se llevó a cabo la identificación hasta el nivel más bajo posible.

### **3.2.2. Componente Abiótico**

#### **3.2.2.1. Sedimento**

Las muestras de sedimento tomadas para la medición de granulometría, materia orgánica y calcimetría fueron secadas a temperatura ambiente con el fin de retirar el exceso de agua, posteriormente se introdujeron en la estufa a 75°C hasta obtener peso constante (Holme y McIntyre, 1984).

##### **3.2.2.1.1. Materia Orgánica**

El contenido de materia orgánica de los sedimentos se determinó mediante el método de pérdida de peso por ignición, de acuerdo con la metodología descrita por (Holme y McIntyre, 1984; Páez-Osuna *et al.*, 1984; Stirn, 1981, Guzmán, 1993). Se determinó este contenido para un original y dos replicas y el valor final fue un promedio de estos datos.



### **3.2.2.1.2. Granulometría**

Teniendo en cuenta las características del sedimento de la muestra se realizó un tipo de tamizado en seco para fondos tipo arena (Holme y McIntyre, 1984). Para realizar el tamizado en seco se pesaron 100 g de sedimento en seco los cuales fueron pasados a través de una columna graduada de tamices (2, 1.25, 0.63, 0.45, 0.112, 0.06 mm de poro) durante un período de 15 minutos, para cada estación se realizó un original y dos replicas. Posteriormente el sedimento retenido fue recolectado y pesado para determinar el porcentaje en cada fracción (Holme y McIntyre, 1984; Bremec, 1990; Guzmán, 1993; Córdoba, 1997).

### **3.2.2.1.3. Calcimetría**

La determinación del contenido de carbonato de calcio en los sedimentos se realizó mediante la técnica microgasométrica, la cual es una adaptación de Gustavo Ramírez del método de Barnard, que consiste en adicionar una muestra (peso seco) ácido clorhídrico diluido. La muestra debe encontrarse bien cerrada y en contacto con una columna de agua. La reacción que debe producir el ácido con el calcio presente en la muestra produce la liberación de  $\text{CO}_2$ , el cual desplaza el volumen proporcional de agua en la columna. La cantidad de carbonato presente en la muestra se expresa en porcentaje y se determina reemplazando el valor del volumen desplazado en la columna de agua en una ecuación que ha sido hallada previamente mediante una curva de calibración estimada a

partir de muestras patrones de  $\text{CaCO}_3$  sometidas al mismo procedimiento (Guzmán, 1993). Este procedimiento fue llevado a cabo para un original con dos replicas y los valores fueron promediados.

### **3.3. FASE DE GABINETE**

#### **3.3.1 Análisis de factores bióticos**

Con base en los organismos encontrados se realizaron matrices básicas para abundancia ( $\text{N}^\circ\text{ind}/0.15 \text{ m}^2$ ) que presentaban las familias de los grupos (poliquetos, moluscos y crustáceos) encontradas por estación y se determinaron características como: número de individuos, número de familias, familia dominante y sus porcentajes para cada estación.

Posteriormente se realizaron gráficas de la diversidad acumulada por estaciones para determinar la representatividad del muestreo y del número de familias por estaciones. Para los transectos se llevo a cabo la elaboración de gráficas de abundancia total, familias totales, familias dominantes su porcentaje y número de taxas totales para poder identificar de esta manera las diferencias que presenta esta comunidad durante el tiempo de muestreo.

#### **3.3.2 Análisis de factores abióticos**

Con base en los porcentajes de cada tamaño de grano se realizó la transformación de estos valores a unidades phi ( $\phi$ ) la cual es mucho más conveniente, pues simplifica los análisis estadísticos en comparación con los datos expresados en milímetros y ha sido utilizada en diversos trabajos recientemente (Folk, 1980; Méndez *et al.*, 1986; López,

1997; Córdoba, 1997; Vides, 1999 ; Torres, 1999). Para determinar phi ( $\phi$ ) se utilizó la siguiente formula:

$$\text{Phi } (\phi) = - \text{Log}_2 (\text{d}) \quad \text{donde d es diámetro del grano en mm (Tucker, 1988)}$$

y se utilizó el “software” Seward-Thompson y Hails (1973) para determinar algunas características del sedimento como el tamaño medio del grano ( $\phi$ ): el cual expresa el diámetro promedio de las partículas de una muestra. La desviación estándar (D.S) de las muestras: la cual es una medida de uniformidad o clasificación del sedimento que esta determinada por la cantidad de tamaños diferentes que hay en las muestras. El grado de asimetría (Sk): que representa el sesgo o asimetría de una curva hacia material fino (+) o material grueso (-). Por último la kurtosis (K): que indica un acercamiento al valor medio de una curva, lo cual mide la dispersión, es decir cuantos grupos o clases de tamaños de granos hay presentes, dividiéndose en curvas de tipo: Leptocúrticas, mesocúrticas y planicúrticas (Folk, 1980; Méndez *et al.*, 1986; Tucker, 1988)

Los valores de materia orgánica, carbonato de calcio y análisis granulométrico fueron tabulados, por otra parte los datos de temperatura del agua, salinidad, pH, profundidad y temperatura del sedimento fueron graficados.

### **3.3.3 Análisis de comunidades**

Para determinar la taxocenosis y así poder realizar las comparaciones entre ella, se hizo una reducción de la matriz original eliminando las familias que presentaron un porcentaje menor al 2%, con base en esta matriz reducida se aplicó la transformación (raiz

cuadrada). Se realizó un análisis de clasificación y ordenación entre estaciones el cual las agrupó en el espacio (Field *et al.*, 1982) utilizando el programa estadístico PRIMER desarrollado en el Plymouth Marine Laboratory (Clarke y Warwick, 1994).

### **3.3.3.1 Clasificación**

Se utilizó esta técnica para determinar la formación de los grupos y poder realizar comparaciones entre las estaciones, se usó el ligamiento promedio no ponderado (UPGMA) para unir los grupos finalmente formados y realizar el dendograma final (Field *et al.*, 1982; Matteucci y Colma, 1982).

### **3.3.3.2 Ordenación**

Esta técnica permitió representar las distancias que hay entre las estaciones construyendo un mapa en un plano sobre un sistema de dos dimensiones, relacionando la distancia entre las estaciones con la correspondiente similaridad, por medio de una regresión. Esto fue comparado con los grupos formados por la clasificación con el propósito de definir las asociaciones. Se utilizó la técnica de ordenación (NMDS) escalamiento multidimensional no métrico, partiendo de la matriz de similaridad empleada para el análisis normal (Clarke y Warwick, 1994).

### **3.3.3.3 Análisis inverso**

Se llevo a cabo el análisis inverso de Kaandorp (1986), con el fin de caracterizar faunísticamente las asociaciones definidas. En términos generales se siguieron los siguientes pasos : a) se utilizó la matriz de abundancia usada en la clasificación; b) se organizaron los grupos de estaciones de acuerdo con la secuencia encontrada en la clasificación; c) se promedió la abundancia de las familias por asociación; d) se determinó el porcentaje de cada familia en las asociaciones formadas con relación al total de la abundancia de la familia; e) se ordenaron de mayor a menor los porcentajes de cada familia por grupo, lo cual permitió discriminar las familias como exclusivas (acumulan el 100% de la abundancia en un grupo), generalistas (especies que se distribuyen en todas las asociaciones definidas) o características (acumulan el 70% de la abundancia en determinada asociación) de los diferentes grupos o asociaciones encontradas; f) se reordenó la tabla de abundancia por asociaciones, juntando las familias de cada asociación según los resultados del dendograma normal (Kaandorp, 1986; Ardila, 2000).

Después de haber sido conformadas las asociaciones se realizaron comparaciones entre ellas, utilizando número de individuos por familia dentro de cada grupo, se determinaron los coeficientes de dominancia por familia, el porcentaje por familia y para cada grupo.

### **3.3.3.4 Relación de las asociaciones biológicas con las variables ambientales**

Con el propósito de definir cuales fueron las variables ambientales más relacionadas con los patrones de asociación de la comunidad se realizó la sobreposición de las variables

ambientales profundidad, temperatura del agua, temperatura del sedimento, salinidad, pH, granulometría, carbonato de calcio y materia orgánica sobre los planos de ordenación de los análisis NMDS, estas interacciones se determinaron por observación directa de las variables que al superponer sus valores sobre la ordenación biológica presentaban una disposición similar. Se utilizaron diferentes símbolos para cada variable, cuyos tamaños reflejan la magnitud de la variable en cada estación (Clarke y Warwick, 1994).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRANSECTOS

#### 4.1.1 Transecto 1 (Dry Shoal)

En el primer transecto del estudio se observó, que la primera estación esta cubierta en un 70% de los géneros de macroalgas *Halimeda* spp. *Dyctiota* spp. y en un 30% del pasto marino *Thalassia testudinum*. La segunda estación se caracterizó por que presentó un 70% de arena, 20% de *T. testudinum* y 10% de macroalgas. La última estación se caracterizo por tener un 80% de arena, 15% de *T. testudinum* y un 5% de macroalgas.

#### 4.1.2 Transecto 2 (La Mansión)

La primera estación se caracterizó por presentar una dominancia de la mezcla de los pastos marinos, *T. testudinum* ocupó un 40% y *Syringodium* sp. un 20%, a diferencia de las macroalgas que se encontraron en un 40%. La segunda estación fue dominada en su mayoría solo por *T. testudinum* en 90% y el 10% restante se distribuyó en un 5% de macroalgas y un 5% de arena. Para la estación final de este transecto se distribuyeron los pastos en un 85% para *T. testudinum* y un 12% para *Syringodium* sp, teniendo las macroalgas una mínima presencia del 3%.

### **4.1.3 Transecto 3 (Sprat Bight)**

Se presentó en su totalidad un dominio general de los pastos marinos en las tres estaciones, a diferencia de las estaciones de los otros transectos, se observó en la primera estación una mayor abundancia de *Syringodium* sp. en un 60% y *T. testudinum* en un 40%. Tanto la segunda como la tercera estación vuelven a presentar una mayor abundancia de *T. testudinum*, la segunda con un valor de 85% de *T. testudinum* y un 15% de *Syringodium* sp. y la tercera con un 80% de *T. testudinum* y 20% de *Syringodium* sp.

## **4.2 VARIABLES ABIOTICAS**

### **4.2.1 Fisicoquímicas**

#### **4.2.1.1 Profundidad**

La diferencia en las profundidades de las estaciones no fue muy marcada teniendo como valor mínimo 1.7 m en la estación 1 y el máximo de 4.8 m en la estación 3, registrándose estos en el transecto Dry Shoal, cabe resaltar que en el transecto La Mansión en la estación 3 la profundidad disminuyó a 2.8 m, con respecto a las estaciones 1 y 2 que era de 3 m ([Figura 3](#)). Tanto el lado norte como el lado oriental de la isla se encuentran protegidos por una barrera arrecifal, la cual separa dos amplias áreas o ambientes: los expuestos (parte externa de la barrera arrecifal) y los lagunares (parte interna de la barrera) por tal motivo se presenta en esta zona sectores someros desde unos pocos cm hasta 8-9 m de profundidad (Díaz *et al*, 1995).



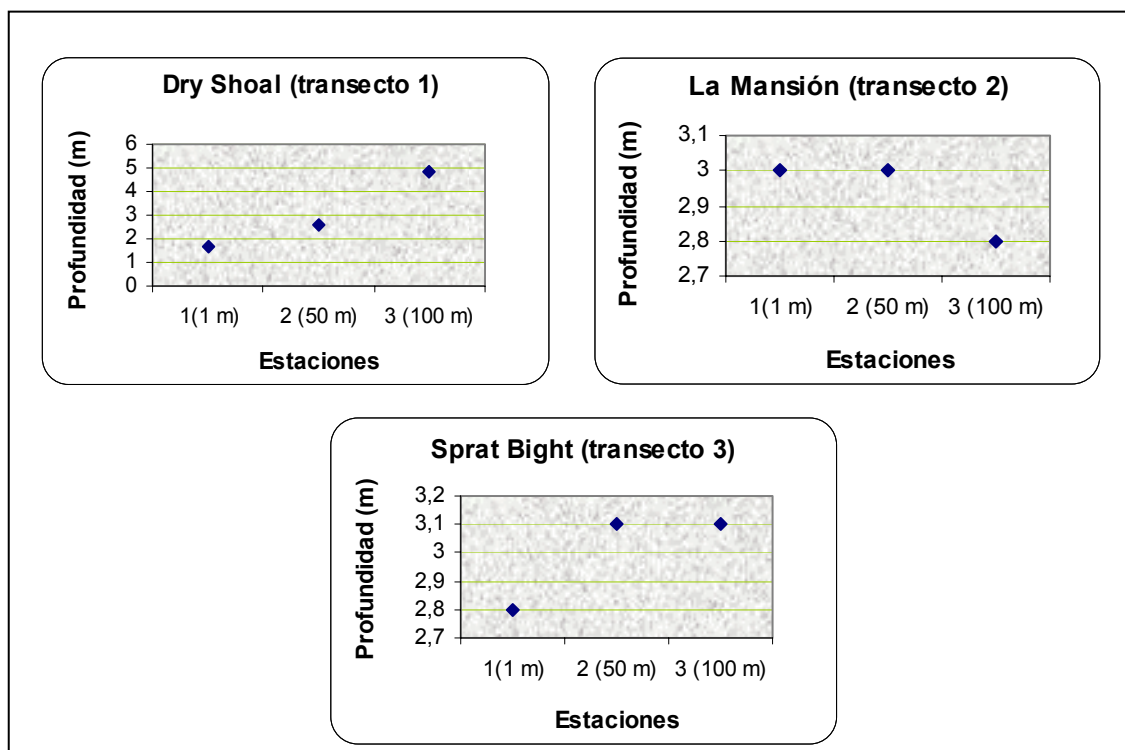


Figura 3. Variación de la profundidad en los tres transectos muestreados.

#### 4.2.1.2 Salinidad

La salinidad no presento ningún cambio significativo durante el tiempo de muestreo, presentándose el máximo en la estación 3 de 35.7 PSU para el transecto Sprat Bight y el mínimo de 34.8 PSU también en la estación 3 del transecto Dry Shoal siendo este dato el único de todos menor a 35 PSU durante todo el muestreo ([Figura 4](#)), en general la salinidad se mantuvo dentro de los rango estipulados para las aguas oceánicas (Díaz *et al*, 1996; CORALINA, 2000).

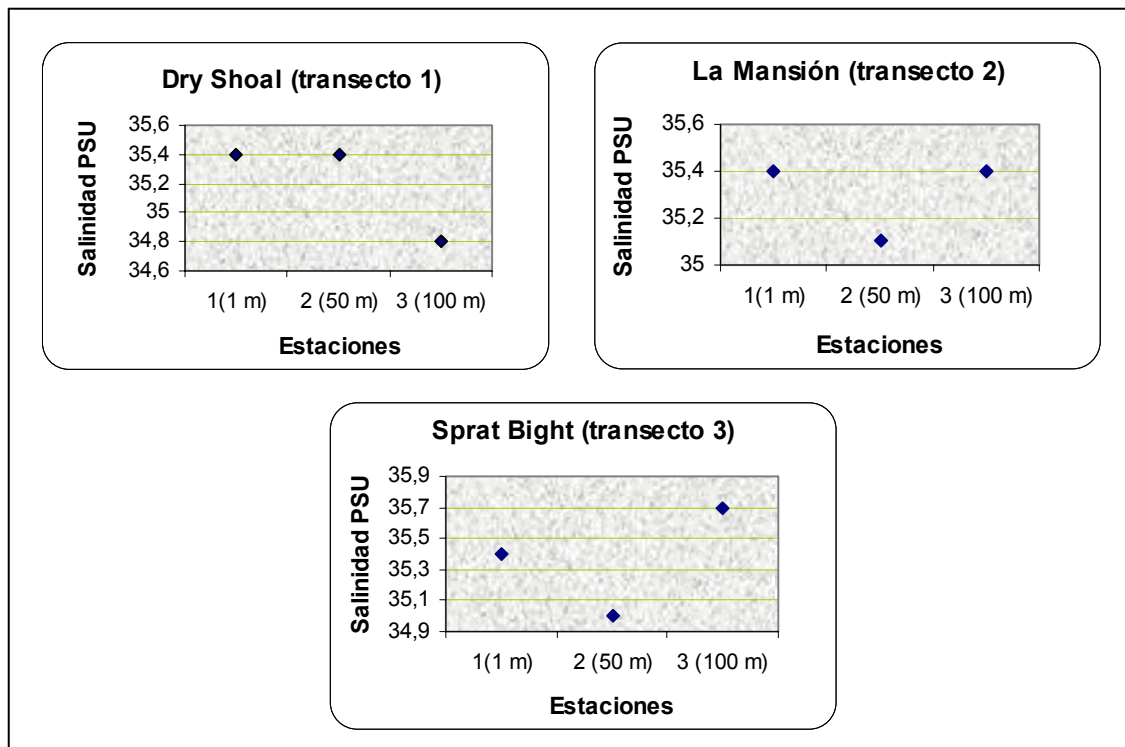


Figura 4. Variación de la salinidad en los tres transectos durante el tiempo de muestreo.

#### 4.2.1.3 pH

Los valores de pH presentaron una pequeña variabilidad sin ser esta significativa (Figura 5), tal es el caso que el pH máximo fue 8.8 para la estación 1 del transecto Dry Shoal y el mínimo de 7.93 para la estación 2 del transecto La Mansión en el resto de las estaciones se mantuvo oscilando alrededor del pH marino normal el cual es de 8.1. Los cambios que se presentaron pueden ser atribuidos a mezclas de aguas dulces (lluvias o escorrentía) ya que en diciembre época de este muestreo se presentaron algunas lluvias o aportes de materia orgánica (Díaz *et al*, 1995).

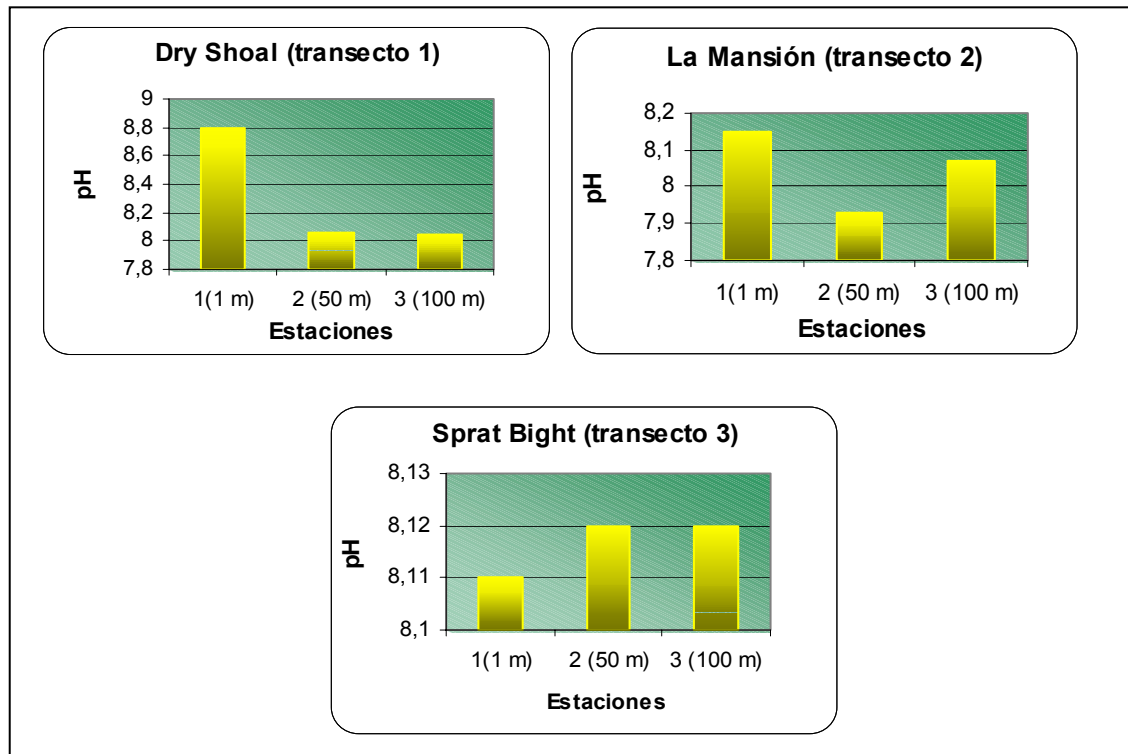


Figura 5. Variación del pH en los tres transectos durante el tiempo de muestreo.

#### 4.2.1.4 Temperatura del agua

La temperatura del agua presentó datos homogéneos siendo el máximo en diciembre con un valor de 27.8 °C para la estación 1 del transecto Dry Shoal y la mínima temperatura de 26.3 °C en febrero para la estación 1 del transecto La Mansión ([Figura 6](#)). La temperatura del agua durante el muestreo se distribuyó dentro de los límites normales registrados para aguas oceánicas y en monitoreos anteriores sobre la calidad de las aguas costeras de la isla realizados por CORALINA, los cuales presentan promedios mínimos de 26-28 °C entre diciembre y febrero (Díaz *et al.*, 1996).



Figura 6. Variación de la temperatura del agua en los tres transectos durante el tiempo de muestreo.

#### 4.2.1.5 Temperatura del sedimento

La temperatura del sedimento presento un máximo de 27.6 °C en las dos primeras estaciones del transecto Dry Shoal y un mínimo de 26.4 °C para la segunda y tercera estación del transecto La Mansión, estos datos no presentan una variación representativa teniendo en cuenta que su rango no es muy amplio, posiblemente esto es debido a la poca profundidad de las estaciones lo cual permite una incidencia directa de los rayos solares ([Figura 7](#)).

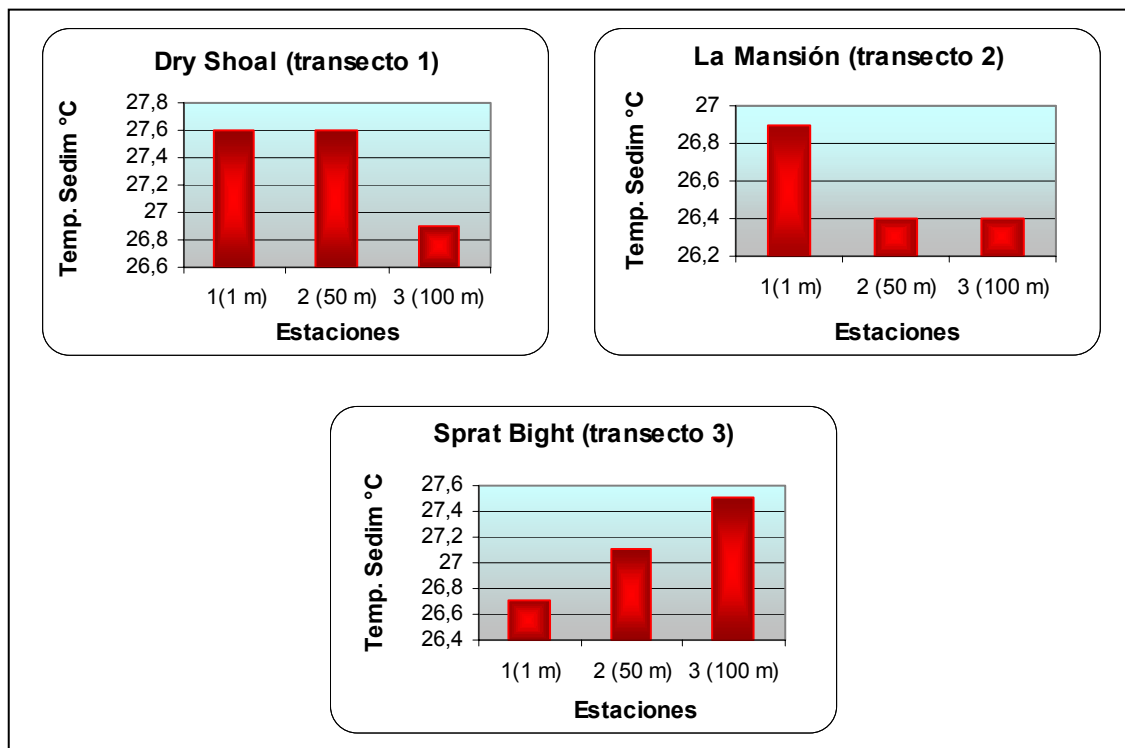


Figura 7. Variación de la temperatura del sedimento en los tres transectos durante el tiempo de muestreo.

## 4.3 Sedimentos

### 4.3.1 Materia orgánica

Los porcentajes de materia orgánica oscilaron entre un máximo de 6.20 ([Tabla 1](#)) para la estación uno del transecto La Mansión y un mínimo de 3.35 ([Tabla 1](#)) para la estación dos del transecto Dry Shoal, así mismo, cabe resaltar que para la primera estación de cada transecto el valor de la materia orgánica siempre fue mayor con respecto a las demás estaciones, esto es debido a la cercanía de estas estaciones a la costa, ya que dichas playas son de uso hotelero y turístico por lo cual la descarga de aguas residuales es

mayor, por otro lado, también se observó un pequeño aumento de los valores de materia orgánica en las últimas estaciones de los transectos Dry Shoal y La Mansión las cuales se encuentran muy cerca al canal de acceso de los buques que se dirigen a la Bahía de San Andrés ([Tabla 1](#)); ([Figura 8](#)).

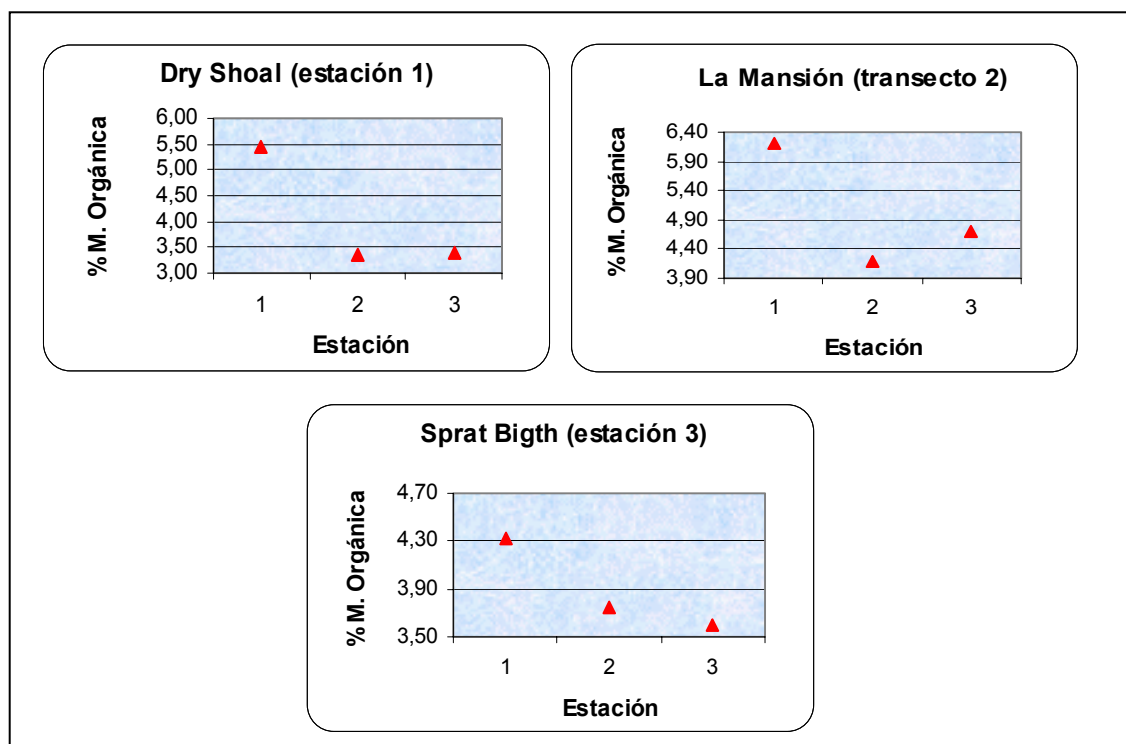


Figura 8. Variación de la materia orgánica en los tres transectos durante el tiempo de muestreo.

#### 4.3.2 Carbonato de calcio

Los valores de carbonato de calcio se expresaron en porcentaje, los cuales oscilaron entre 64.48% para la estación uno del transecto La Mansión y 83.09% para la estación tres del transecto Sprat Bight ([Tabla 1](#)), a lo largo de los tres transecto se observó que la

cantidad de carbonato de calcio siempre aumentaba a medida que la estación se acercaba a la barrera arrecifal.

#### **4.3.3 Granulometría**

El resultado del análisis granulométrico permitió observar que las características del sedimento variaron, a lo largo de las estaciones ([Tabla 1](#)) desde arenas muy gruesas en la estación 1 del transecto Dry Shoal y la estación 1 del transecto La Mansión, a arenas gruesas para la estación 2 del transecto La Mansión, y arenas medias para las estaciones 2 y 3 del transecto Dry Shoal al igual que para la estación 3 del transecto La Mansión y las estaciones 1 y 2 del transecto Sprat Bight, por último, se encontraron arenas finas presentes en la estación 3 del transecto Sprat Bight.

Así mismo, las arenas de todas las estaciones se caracterizaron por ser mal clasificadas y ser extremadamente leptocúrticas a diferencia de la asimetría que varió desde sedimentos con curvas muy asimétricas hacia los tamaños finos como es el caso de las 3 estaciones del transecto Dry Shoal y la estación 1 del transecto La Mansión, pasando por sedimentos con curvas casi simétricas como la estación 2 del transecto La Mansión y finalizando con sedimentos que presentaron curvas muy asimétricas hacia los tamaños gruesos, estas estaciones fueron la número 3 del transecto La Mansión y las 3 estaciones del transecto Sprat Bight ([Tabla 1](#)).

Tabla 1. Valores promedio de granulometría, material orgánica, carbonato de calcio para los tres transectos muestreados en la Isla de San Andrés, se indica también la estación (Est), profundidad (**Prof**), el tamaño medio del grano (**phi**), la desviación estándar (**D.S**), la asimetría (**Sk**), la kurtosis (**K**) y el tipo de sedimento para cada estación.

Transecto	Est.	Prof (m)	% M.O	% CaCO3	> 2	1,25	0,63	0,45	0,112	0,06	< 0,06	phi	D.S	Sk	K	Tipo de Sedimento
Dry Shoal	1	1,7	5,44	64,69	49,67	14,35	16,50	4,08	10,79	1,90	1,62	-0,40	1,39	1,39	4,41	Arena muy gruesa
Dry Shoal	2	2,6	3,35	65,42	6,81	10,18	28,12	9,66	36,59	4,19	3,49	1,08	1,52	0,31	2,54	Arena media
Dry Shoal	3	4,8	3,40	74,72	2,68	12,65	30,70	9,33	35,03	5,44	3,36	1,13	1,47	0,45	2,21	Arena media
La Mansión	1	3	6,20	64,48	57,42	14,13	14,18	3,62	7,81	1,03	0,80	-0,66	1,35	1,66	5,63	Arena muy gruesa
La Mansión	2	3	4,18	70,24	23,05	9,15	16,86	7,06	38,87	2,69	1,53	0,74	1,26	0,08	2,00	Arena gruesa
La Mansión	3	2,8	4,70	77,96	18,62	7,63	12,47	5,38	48,75	3,94	1,95	1,04	1,18	-0,18	2,01	Arena media
Sprat Bigth	1	2,8	4,33	67,82	3,04	3,88	9,54	4,43	63,25	10,69	3,94	1,94	1,32	-0,47	3,22	Arena media
Sprat Bigth	2	3,1	3,75	69,54	2,88	2,84	9,29	4,50	67,39	9,86	2,21	1,92	1,66	-0,59	3,50	Arena media
Sprat Bigth	3	3,1	3,60	83,09	2,28	2,72	4,50	1,95	73,97	11,17	2,48	2,10	1,69	-0,74	4,33	Arena fina



#### 4.4 DESCRIPCIÓN DE LA TAXOCENOSIS

Durante el tiempo de muestreo se recolectaron un total de 3847 individuos, presentándose una mayor abundancia para todas las estaciones y para todos los transectos de los poliquetos cuyo valor general fue de 2619 individuos (68.07%), seguido por los crustáceos 818 (21.26%) y por último se encuentran los moluscos con un valor de 410 (10.65%). ([Figura 9](#)).

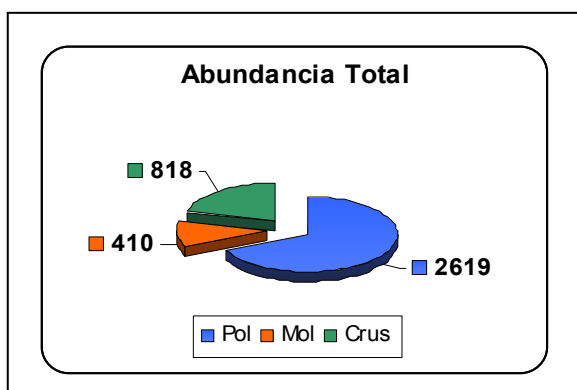


Figura 9. Número total de individuos para los grupos evaluados en los tres transectos muestreados.

El total de organismos se agruparon en 83 familias, siendo los poliquetos los que presentaron un mayor número, con 35 en total, en segundo lugar se encontraron los crustáceos con un valor de 26 familias y por último los moluscos con 22 familias ([Figura10](#)). Esta dominancia se pudo observar a lo largo de todas las estaciones y en todo los transectos. La distribución de las familias en las estaciones se observa en la ([Figura 11](#)) en la cual para el transecto Dry Shoal se pudo notar un aumento de las familias en la estación dos; para el transecto La Mansión se observó que la estación 1 presentó el mayor número de familias mostrando un detrimento hacia las otras dos estaciones, caso contrario al encontrado en el transecto Sprat Bight ya que se observó un aumento de la primera a la tercera estación, siendo esta la de mayor número de familias.

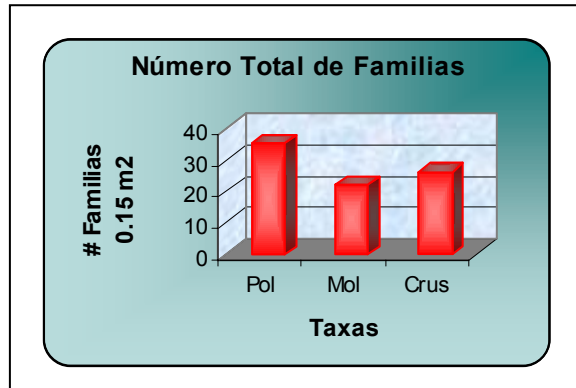


Figura 10. Número total de familias presentes por grupo en los tres transectos durante el tiempo de estudio.

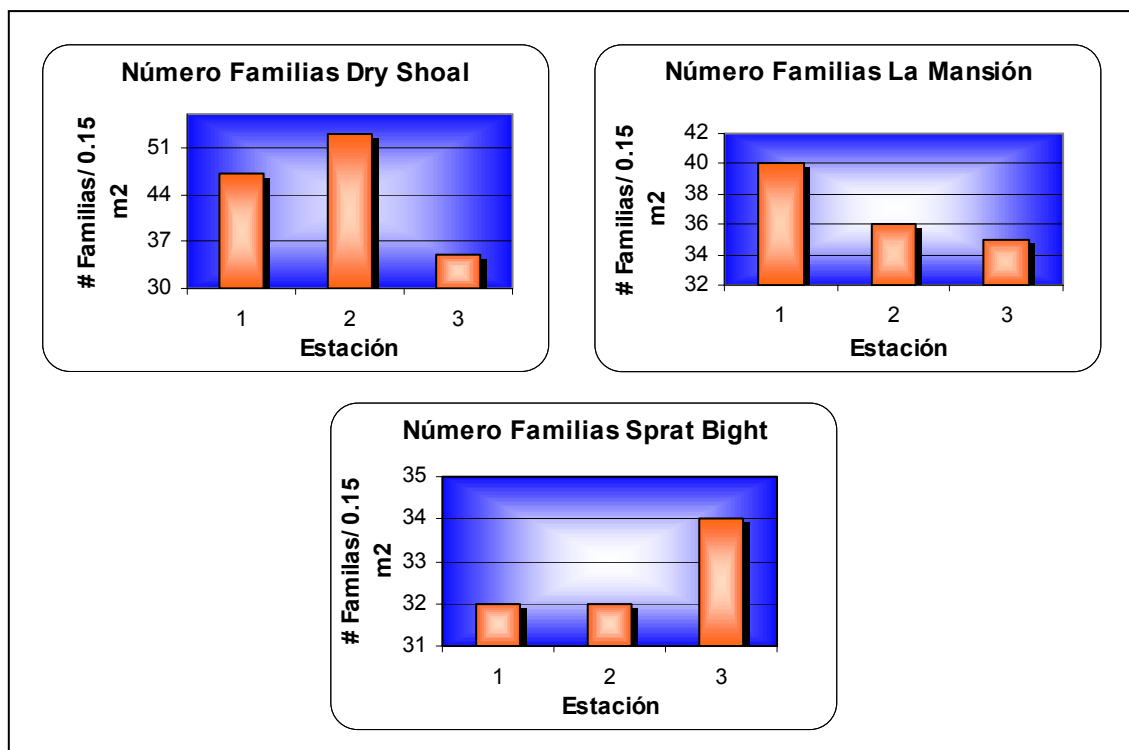


Figura 11. Número de familias presentes en las estaciones de cada transecto.

De acuerdo con las familias presentes en el estudio se encontró un predominio del grupo de los poliquetos en los tres transectos representados principalmente por las familias Syllidae, Eunicidae y Capitellidae, seguido por la familia Corophiidae y Bateidae perteneciente a los crustáceos y por último la familia Lucinidae perteneciente a los moluscos ([Figura 12](#)).

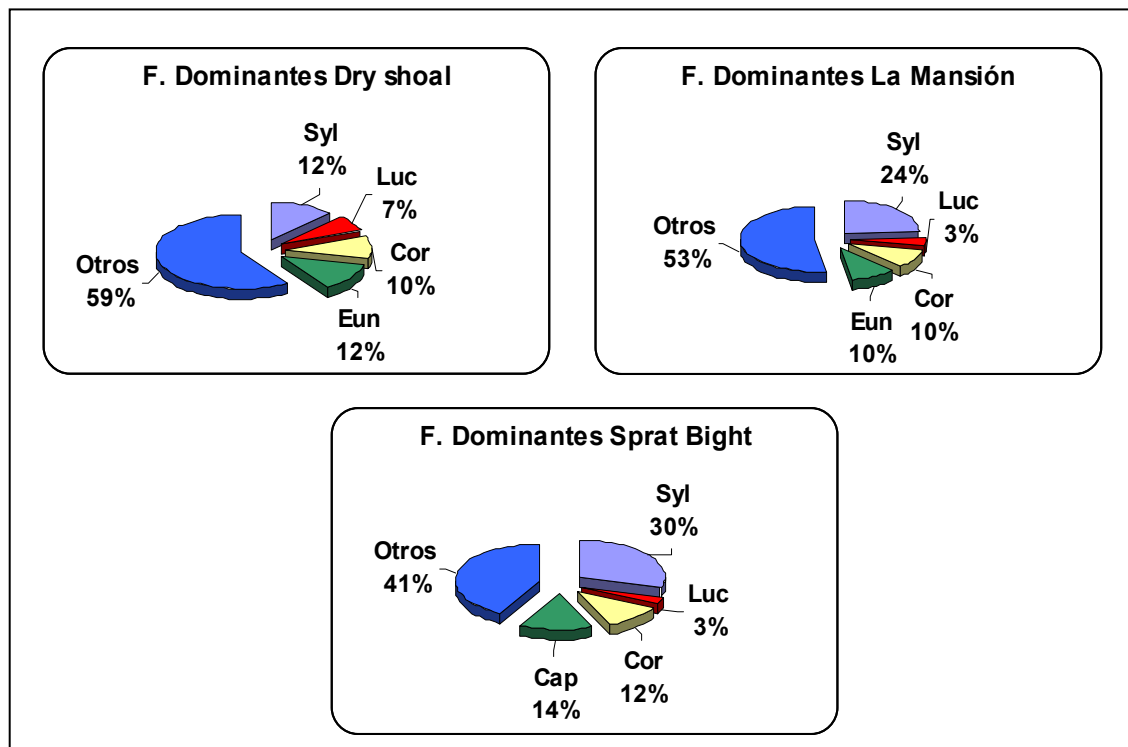


Figura 12. Porcentaje de las familias más dominantes en los tres transectos. En su orden se encuentran **Syl**: Syllidae; **Eun**: Eunicidae; **Cap**: Capitellidae (poliquetos), **Cor**: Corophiidae (amphipodo) y **Luc**: Lucinidae (bivalvo).

#### 4.4.1 Clasificación y Análisis inverso

Se eliminaron las familias de la matriz original que presentaron un porcentaje menor al 2%, quedando definitivamente un total de 31 familias representados en 3548 individuos, el agrupamiento entre las 9 estaciones se observó en el dendograma ([Figura 13](#)) el cual nos indicó la formación de tres grupos a un nivel de similaridad del 0.63 (línea continua) ([Figura 13](#)).

### Similaridad de Bray Curtis (Indice cofenético 0.9049)

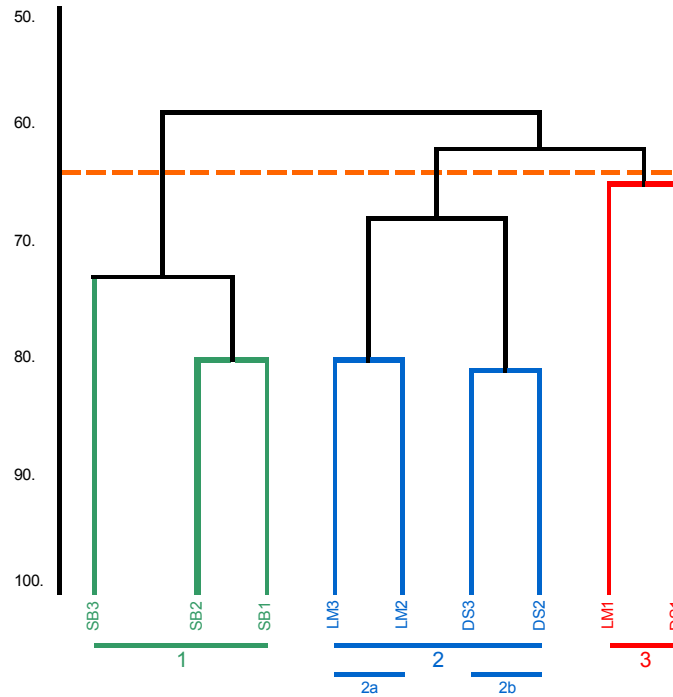


Figura 13. Dendrograma que muestra las asociaciones entre las estaciones durante el tiempo de muestreo, formado a partir de la matriz de abundancia, eliminando las familias menores al 2% y con la transformación (raíz cuadrada). Los rótulos indican el nombre y número de la estación **SB**: Sprat Bight; **LM**: La Mansión y **DS**: Dry Shoal. Los números 1, 2 y 3 indican los grupos formados.

El grupo 1 se encuentra conformado por las 3 estaciones del transecto Sprat Bight siendo este el transecto de valor intermedio en la abundancia de individuos 383 en promedio total, y el de menor diversidad de familias 19 para las estaciones 1 y 2, la abundancia de organismos en las estaciones varió de 326 individuos en la estación 3 a 489 individuos en la estación 2 ([Tabla 2](#)), también se caracterizó por ser el que presentó el mayor porcentaje de carbonato de calcio 83.09 en la estación tres y estar dominado por arenas medias a excepción de la última estación la cual presentó arenas finas ([Tabla 1](#)) este grupo de estaciones se ubica en la región norte de la isla de san Andrés.

El análisis inverso nos permitió determinar que las familias Lysaretidae, Sabellidae y Flabelligeridae fueron características de este grupo, así mismo, esta última fue la única familia exclusiva en este grupo ([Figura 14](#)).

El grupo 2 se encuentra constituido por las estaciones 2 y 3 del transecto La Mansión y por las estaciones 2 y 3 del transecto Dry Shoal esta asociación presentó una abundancia promedio de 304 individuos, caracterizándose por ser el grupo de menor cantidad de organismos en total; el mayor valor de diversidad de familias 25 se encontró para la estación 2 del transecto Dry Shoal, la cantidad de organismos varió de 276 individuos en la estación 3 del transecto Dry Shoal a 378 individuos en la estación 2 del mismo transecto ([Tabla 2](#)). Este grupo presentó en su totalidad arenas medias excepto la estación 2 del transecto La Mansión la cual presentó arena gruesa (Tabla 1). Este grupo se encuentra en el sector nororiental de la Isla de San Andrés.

Se definieron las familias Goniadidae, Bateidae y Nereidae como familias características, este grupo se dividió en dos subgrupos (Grupo 2a y Grupo 2b) el grupo 2a se caracterizó por tener dos familias características Upogebiidae y Aphroditidae a diferencia del grupo 2b que presentó una familia exclusiva Solemydae y dos familias características Pectinariidae y Paguridae ([Figura 14](#)).

El grupo 3 se encuentra conformado por la estación 1 del transecto Dry Shoal y la estación 1 del transecto la Mansión, encontrándose en total 590 individuos en promedio, por lo tanto es este grupo el de mayor abundancia de organismos en total; la estación 1 del transecto Dry Shoal presentó una diversidad de 25 familias, siendo este el valor máximo encontrado para las estaciones; sin embargo, en este grupo se ubicó la estación

con la mayor abundancia (802 individuos) en la estación 1 del transecto Dry Shoal ([Tabla 2](#)). Este último grupo además se caracterizó por estar conformado por las estaciones más cercanas a la costa, las cuales presentaron los más altos porcentajes de materia orgánica siendo estos valores de 5.44 para la estación uno del transecto Dry Shoal y de 6.20 para la estación 1 del transecto La Mansión. Adicionalmente, fue el único grupo que presentó arenas muy gruesas ([Tabla 1](#)) y también se localizó en el costado nororiental de la Isla de San Andrés.

Por último, en este grupo se definieron como características las familias Xanthidae, Cirratulidae, Cerithidae y Trichobranchidae ([Figura 14](#)).

Se determinaron 13 familias como generalistas (Ampharetidae, Capitellidae, Eunicidae, Hesionidae, Maldanidae, Ophelidae, Paraonidae, Syllidae, Anthuridae, Corophiidae, Lumbrineridae, Terebellidae y Lucinidae), ya que sus abundancias se distribuyeron de una manera homogénea entre los 3 grupos ([Figura 14](#)).

En los tres grupos las familias más dominantes siempre fueron las mismas sin importar la estación o la ubicación del transecto, estas fueron en su orden primero la familia Syllidae (poliqueto), Corophiidae (anfípodo) y Lucinidae (bivalvo), claro está que la abundancia de estas familias dominantes si varió entre las estaciones de los grupos, como podemos observar en el grupo 1 se encontró que la estación 2 del transecto Sprat Bight presentó la mayor abundancia de individuos en las tres familias dominantes.

El grupo 2 se caracterizó por presentar en la estación 2 del transecto Dry Shoal una mayor abundancia y dominancia de la familia Capitellidae y en la estación 3 del mismo

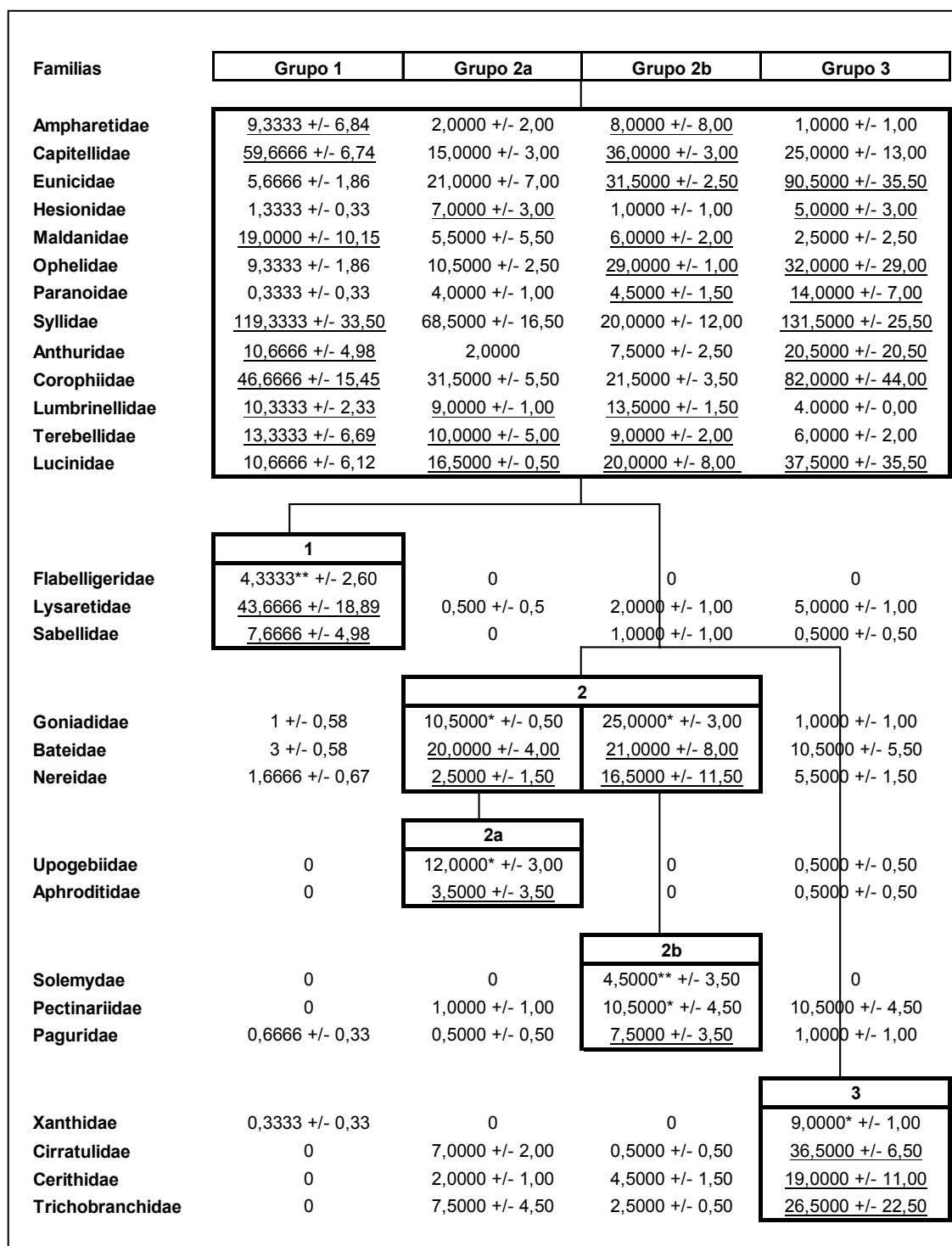


Figura 14. Diagrama de Kaandorp que combina los resultados de la clasificación y el análisis inverso. \*\* representa las familias que presentaron una abundancia del 100% (exclusivas); \* Familias con una abundancia mayor al 90% y subrayadas las familias con una abundancia mayor del 70%.

transecto una dominancia de la familia Solemydae ([Tabla 2](#)). Se determinó que el mayor número de individuos de la familia Syllidae fueron 85 los cuales se encontraron en la estación 3 del transecto La Mansión, para la familia Corophiidae el valor más alto de individuos fue de 37 representados en la estación 3 del transecto La mansión y por último la familia Lucinidae con 28 individuos para la estación 3 del transecto Dry Shoal. El grupo 3 se caracterizó por presentar en la estación 1 del transecto Dry Shoal los valores más altos de abundancia de organismos de las tres familias dominantes los valores son Syllidae (157), Corophiidae (126) y Lucinidae (73) ([Tabla 2](#)).

Tabla 2. Características biológicas determinadas para cada estación de acuerdo a los grupos formados por la clasificación. **E**-estación; **N**-número de individuos; **A**-abundancia de las familias dominantes (Ind/ 0.15 m<sup>2</sup>): **Sy** (Syllidae), **Luc** (Lucinidae) y **Cor** (Corophiidae); **F**-número de familias: **Po** (poliqueto), **Mo** (molusco) y **Crus** (crustáceo).

Transecto	Grupo	E	N (0,15m2)	Familia Total	A (Sy+Luc+Cor)	F (Po+Mo+Crus)	Familia Dominante
1 Dry Shoal	3	1	802	25	157+ 73 + 123	15 + 3+ 7	Syllidae (Po)
1 Dry Shoal	2	2	378	25	32 + 12 + 18	17+ 4 + 4	Capitellidae (Po)
1 Dry Shoal	2	3	276	23	8 + 28 + 25	15 + 4 + 4	Solemydae (Mo)
2 La Mansión	3	1	378	22	106 + 2 + 38	15 + 3 + 4	Syllidae (Po)
2 La Mansión	2	2	279	23	52 + 16 + 26	15 + 2 + 6	Syllidae (Po)
2 La Mansión	2	3	284	23	85 + 17+ 37	16 + 2 + 5	Syllidae (Po)
3 Sprat Bight	1	1	336	19	98 + 9 + 54	14 + 1 + 4	Syllidae (Po)
3 Sprat Bight	1	2	489	19	185 + 22 + 69	12 + 1 + 6	Syllidae (Po)
3 Sprat Bight	1	3	326	22	75 + 1 + 17	16 + 1 + 5	Syllidae (Po)

#### 4.4.2 Ordenación

La ordenación de las estaciones con base a las abundancias de las familias nos muestra la formación de tres grupos, corroborando los asociaciones formadas por la clasificación, los grupos son: grupo 1 constituido por las 3 estaciones del transecto Sprat Bight; el grupo



2 a su vez se encuentra conformado por estaciones las cuales se agrupan en dos subgrupos (2a y 2b) y por último se observa la formación del grupo 3 con las dos estaciones mas cercanas a la costa de los transectos Dry Shoal y La Mansión ([Figura 15](#)). Este agrupamiento se realizó con un grado de estrés muy bajo.

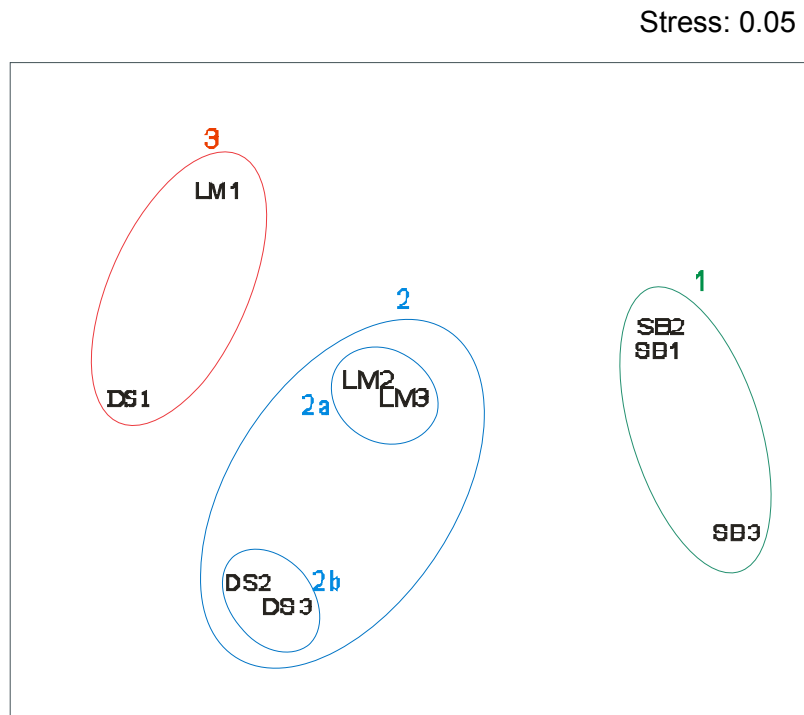


Figura 15. Mapa de ordenación NMDS de las estaciones con base a la abundancia de las familias recolectadas en San Andrés Isla. Las letras indican el nombre del transecto y el número la estación: (**DS**): Dry Shoal; (**LM**): La Mansión y (**SB**): Sprat Bight.

#### 4.4.3 Relación de la asociaciones biológicas con las variables ambientales

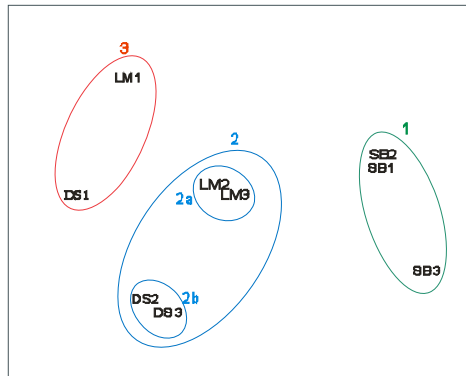
Al realizar la superposición de las variables ambientales sobre el mapa de ordenación del NMDS se pudo observar que las variables físico-químicas (temperatura del agua, salinidad, pH, temperatura del sedimento y profundidad) no presentaron ninguna variación

significativa ya que estas se mantuvieron muy constantes a lo largo de todas las estaciones y transectos del muestreo ([Tabla 1](#)), caso contrario al encontrado para otras variables como: carbonato de calcio; granulometría y materia orgánica las cuales si mostraron un patrón determinado de acuerdo a la estación y su ubicación ([Figura 16](#)), tal es el caso que el grupo 3 se caracterizó por presentar las 2 estaciones con arenas muy gruesas y los valores más altos de materia orgánica, a diferencia del grupo 1 y 2 en los cuales dominaron las arenas medias en la mayoría de las estaciones, y en menor proporción las arenas finas y gruesas ([Tabla 1](#)).

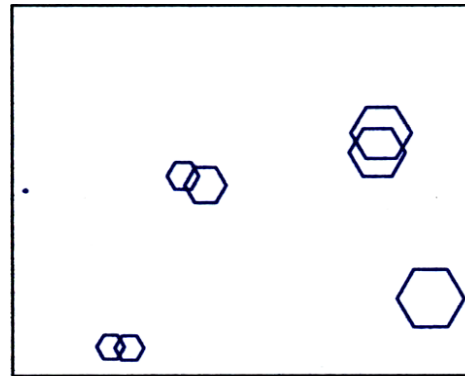
Los valores de la materia orgánica en el grupo 1 y 2 fueron decreciendo en la mayoría de las cuatro estaciones a medida que la estación se alejaba de la costa. Con base a los valores de carbonato de calcio se observó un gradiente de derecha a izquierda en los tres grupos ([Figura 16](#)) en el cual este valor aumenta a medida que las estaciones se alejan de la costa y se acerca más a la barrera arrecifal ([Tabla 1](#)).

#### **4.4.4 Primeros registros de moluscos para la isla de San Andrés.**

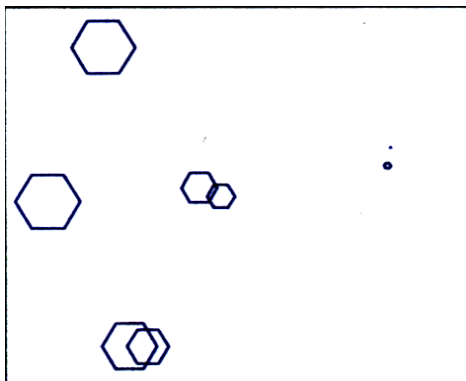
Se registran por primera vez para la Ecorregión de San Andrés y Providencia los bivalvos *Carditopsis smithii* (Dall, 1896) y *Tellina (Merisca) martinicensis* d'Orbigny, 1842; los gasterópodos *Tenaturris bartletti* (Dall, 1889) y *Haminoea elegans* (Gray, 1825) y el escafópodo *Antalis antillarum* (d'Orbigny, 1842)



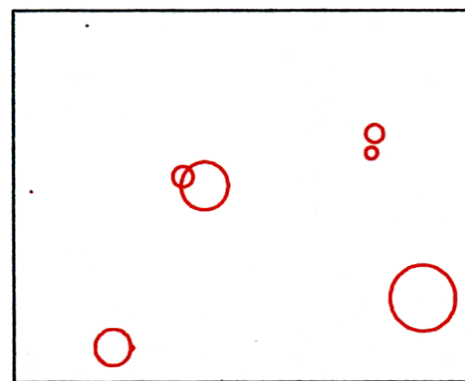
**a.** Ordenación



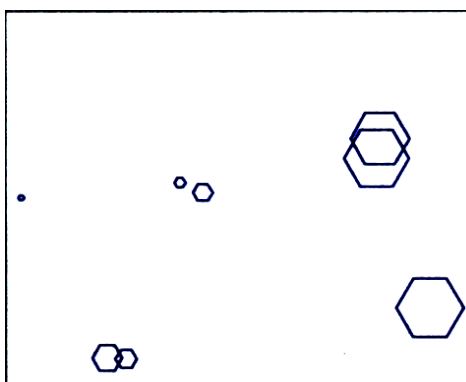
**b.** Arenas medias



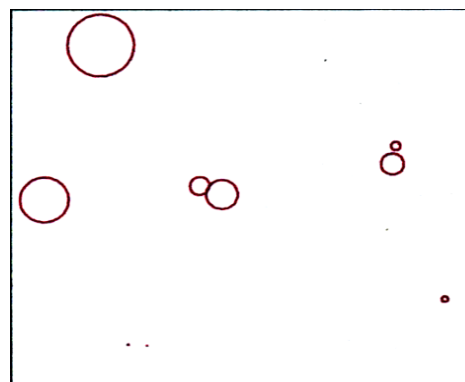
**c.** Arenas Gruesas



**d.** Carbonato de Calcio



**e.** Arenas finas



**f.** Materia orgánica

Figura 16. Superposición de las variables ambientales sobre el plano de ordenación obtenido a partir de un análisis de escalamiento multidimensional no métrico NMDS. El tamaño de los símbolos es proporcional al valor numérico de las variables.

## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 Variables Abióticas

#### 5.1.1 Físicoquímicas

##### 5.1.1.1 Salinidad y pH

La salinidad en la Isla de San Andrés a pesar de ser un factor biológico importante para los organismos del sistema litoral ya que afecta a los seres vivos por el control de la gravedad específica y por los cambios en la presión osmótica (Vegas, 1980), no presentó una variación representativa en ninguna de las estaciones de los transectos manteniéndose constante dentro de los rangos establecidos para las aguas oceánicas y dentro de los valores reportados por (Díaz *et al.*, 1995; Andrade *et al.*, 1996; Coralina, 2000) para sus monitoreos. El pH a su vez tampoco evidenció una variación determinante durante el tiempo del estudio y también se mantuvo alrededor del pH marino normal (Díaz *et al.*, 1995).

Esto es posiblemente debido a la influencia directa que tienen las corrientes impulsadas por los vientos Alisios, las cuales arriban a la plataforma insular de San Andrés por el nororiente, atravesando la barrera arrecifal por varios puntos para divergir por ambos lados de la isla hacia el sur (Díaz *et al.*, 1995) lo cual permite que haya una constante

recirculación e intercambio de las aguas litorales con las aguas oceánicas manteniendo estas características durante todo el tiempo del estudio.

#### **5.1.1.2 Temperatura del agua y temperatura del sedimento**

Durante el tiempo del estudio estas dos variables presentaron un comportamiento muy similar teniendo en cuenta que este factor ejerce una acción muy diversa sobre los organismos bentónicos (Vegas, 1980), en este caso en ninguna de las dos se observó una variación importante siendo estos valores casi idénticos entre las dos variables, para el caso de la temperatura del agua los valores obtenidos en este estudio se comportaron similares a los datos registrados para las aguas oceánicas durante esta época del año (Díaz *et al.*, 1995; Andrade *et al.*, 1996; Coralina, 2000). El comportamiento tan similar de la temperatura del sedimento con la temperatura el agua se debe a la poca profundidad presente en las estaciones lo que permite una incidencia directa de los rayos solares manteniendo una temperatura constante en la columna de agua y en el sedimento.

#### **5.1.1.3 Profundidad**

La mayoría de los estudios realizados en las comunidades bentónicas hacen énfasis en que la profundidad es uno de los factores más importantes en la distribución de los organismos sobre la plataforma continental y el talud superior (Alongi, 1989; Morrisey *et al.*, 1992; Guzmán y Díaz, 1993; Vides, 1999; Ardila, 2000), en este estudio se observó que las estaciones no presentaron una variación muy alta de la profundidad entre ellas,

para los transecto Dry Shoal y La Mansión, sin embargo, la variación de las profundidades en las tres estaciones del transecto Sprat Bight presentaron un aumento muy pequeño a medida que se alejaban de la costa, esta característica de la Isla de San Andrés de presentar zonas poco profundas en el costado norte y nororiental es debida a la presencia de la laguna arrecifal, rodeada del complejo arrecifal, razón por la cual en este estudio, a pesar de su gran importancia, la profundidad no fue un factor determinante en la distribución y abundancia de los organismos bentónicos.

## **5.2 Sedimentos**

### **5.2.1 Materia orgánica**

La acumulación de la materia orgánica depende de varios factores: grado de exposición al oleaje o las corrientes, inclinación de la playa y tamaño del sedimento entre otros (Rodríguez, 1982), en este estudio se observó que la primera estación de cada uno de los tres transectos presentaron los valores más altos de materia orgánica, siendo los porcentajes de las estaciones número uno de los transectos Dry Shoal y La Mansión los más altos dentro de todo el estudio, también estas dos estaciones se caracterizaron por ser las únicas en presentar arenas muy gruesas a diferencia de la estación uno del transecto Sprat Bight que presentó arenas medias.

Lo encontrado en este estudio no coincide con lo mencionado por De la Lanza (1986) y Vides (1999) los cuales hacen referencia a que la materia orgánica puede ser más abundante en sedimentos finos que en sedimentos gruesos, pero a su vez concuerda con lo encontrado por Torres (1999) en El Rodadero, el cual hace mención que la estación

que presentó sedimentos más gruesos también mostró los mayores porcentajes de materia orgánica. Esto es posiblemente debido a la cercanía de las estaciones a la costa siendo el sector nororiental a diferencia del sector norte de la Isla de San Andrés, según los estudios de CORALINA (2000), el sitio más expuesto a la descarga de aguas residuales sin ningún tratamiento por los hoteles allí situados y habitantes locales. Guzmán (1993) hace énfasis en que el contenido de materia orgánica se incrementa en cercanías de centros urbanos.

Cabe resaltar que los valores de materia orgánica se incrementaron en un pequeño valor para la última estación de cada uno de los transectos Dry Shoal y La Mansión, posiblemente esta variación puede atribuirse a labores de dragados que se efectuaron en la cercanía de estas estaciones al realizar el canal de acceso de los buques que se dirigen hacia la bahía de San Andrés. En otras latitudes se ha encontrado que en las zonas portuarias en donde se realizan de forma sistemática operaciones de carga, descarga, tránsito y dragado de fondos, estas pueden afectar en gran medida las comunidades biológicas de la zona y además aportar a la contaminación orgánica (López-Jumar y Mejuto, 1985).

Dentro de este estudio se observó que la estación que presentó la mayor abundancia de individuos y de familias fue la estación 1 del transecto Dry Shoal siendo también una de las estaciones que presentó el valor más alto de materia orgánica, la cual es la fuente de energía del material sedimentario y uno de los factores que tienen mayor influencia en la distribución de los organismos bentónicos (López, 1978).

### **5.2.2 Carbonato de calcio**

El contenido de carbonato de calcio fue mayor a medida que las estaciones se alejaron de la costa y se acercaron más a la barrera arrecifal en los tres transectos, lo cual demuestra la importancia de los organismos productores de carbonato en este medio próximo al arrecife, teniendo en cuenta que la orientación de las corrientes, del arrecife hacia la costa, favorece el aporte de los carbonatos (Vásquez y Thomassin, 1983). A pesar de esto hay que resaltar la buena presencia de individuos tubícolas en todas las estaciones.

### **5.2.3 Granulometría**

La fauna bentónica vive en estrecha relación con el sustrato, y los efectos que tiene este sobre la distribución de ciertas especies se deben, principalmente, al tamaño de grano y la clasificación del sedimento (Méndez *et al.*, 1986). En general se encontraron sedimentos con un predominio de arenas medias sin una representación importante de limos y arcillas. A excepción de la estación 1 de los transectos Dry Shoal y La Mansión que presentaron arenas muy gruesas, posiblemente por la presencia de una alta abundancia de *Halimeda* spp., la cual aporta a estas estaciones sus esqueletos intactos ocasionando esta diferencia tan marcada; la estación 3 del transecto Sprat Bight presentó arena fina. Garay *et al.*, (1988) hace énfasis que los sedimentos del Archipiélago de San Andrés y Providencia muestran tendencia hacia los granos gruesos, esta dominancia de arenas es atribuida a que los sedimentos de la Isla de San Andrés son de origen coralino y están conformadas por sus restos. Esta característica coincide con el concepto de López (1981) quien menciona que el sustrato característico de las zonas habitadas por



praderas de *Thalassia* puede ser de arena o arenas fangosas, en donde se puede observar rocas dispersas, fijas o sueltas, conchas y corales muertos.

La mayor abundancia de individuos y la mayor diversidad de familias fue para el grupo 3, a diferencia que la menor abundancia de individuos se registró para el grupo 2 y además en este grupo se encontró que la estación 2 del transecto Dry Shoal tuvo un valor alto en la diversidad de familias. En el grupo 1 se observaron los valores más bajos con respecto a la diversidad de familias en el estudio. La posible causa, es que en los sustratos dominados por arenas gruesas, los espacios que quedan entre los granos de arena son mucho mayores y por lo tanto contienen mayor cantidad de agua rica en pequeños organismos que sirven de alimento a estas familias (Méndez *et al.*, 1986).

Las familias encontradas en este estudio se distribuyeron a lo largo de todas las estaciones, mostrando que pueden vivir en los diferentes tipos de arena, por lo que se puede pensar que no son muy selectivos hacia el tamaño de grano. Esto se corrobora con lo encontrado por Garay *et al.*, (1988) quienes determinaron en su estudio que los poliquetos en la Isla no parecen presentar preferencia por un tipo de grano de sedimento en especial.

Las arenas del sector nororiental de la Isla de San Andrés de acuerdo a sus parámetros texturales se caracterizan por ser mal clasificadas lo que indica que existen muchas clases de tamaño de grano en su sedimento, esto proporciona una menor porosidad al sedimento, determinando, en ocasiones, la profundidad a la que ciertos organismos se pueden enterrar (Méndez *et al.*, 1986).

El grado de asimetría varió, de curvas con asimetría positiva (material fino) a curvas con asimetría negativa (material grueso), lo cual puede influir en la distribución de los organismos ya que las especies más dominantes son más frecuentes en sedimentos con curvas simétricas, lo que indica que existe una homogeneidad en el sustrato y una mayor estabilidad favoreciendo el establecimiento de la fauna (Méndez *et al.*, 1986). En este estudio no se observó una determinada selectividad de las familias dominantes por algún tipo de curvas en especial.

### **5.3 Estructura de la Taxocenosis**

Para el sector nororiental de la Isla de San Andrés se encontró que los organismos macroinfaunales más importantes en todas las estaciones de los tres transectos fueron los poliquetos, seguido de los crustáceos y por último los moluscos, también se determinó que la abundancia de los organismos se encontró en igual orden, representado principalmente por las familias Syllidae (Polychaeta), Corophiidae (Amphipoda) y Lucinidae (Mollusca). Esto no es de sorprender ya que los poliquetos presentan generalmente el grupo más abundante y diversificado en la mayoría de los ambientes marinos bentónicos, en especial de sustrato blando (Fauchald y Jumars, 1979; Riddley, 1988; Vides, 1999; Torres, 1999)

De igual manera (Garay *et al.*, 1988) encontró para el mismo sector, a pesar de haber muestreado en otra época del año, que los síllidos aparecen con el mayor número de individuos en junio de 1983; los crustáceos se encuentran representados por una alta abundancia de anfípodos y en última instancia los moluscos por gasterópodos y bivalvos.

Riddley (1988) asume que la presencia de este alto número y dominio de los síllidos se debe a la característica de ser estos individuos errantes y poder sobrepasar en número a los poliquetos sedentarios del lugar, además, también encontró que los crustáceos en especial los anfípodos son el grupo más abundante, seguido de los moluscos bivalvos, ya que el grado de movilidad se relaciona en general con el tipo de sedimento, siendo reducido en sedimentos finos cementados (donde los espacios entre los granos son llenados por partículas finas), mientras que las arenas (donde tales espacios son llenados con agua) el sustrato propicia un grado de movilidad mayor (Brenchley, 1982). Sin embargo se debe tener en cuenta que las estaciones presentaron una alta abundancia de pastos marinos y macroalgas, las cuales se adhieren al sustrato y sus redes de rizomas o raíces presentan obstáculos físicos para el movimiento de los organismos (Brenchley, 1982).

Los tres grupos formados presentaron en casi todas las estaciones, un dominio por lo general de los síllidos a excepción del grupo 2 que presentó en la estación 2 del transecto Dry Shoal un dominio de la familia Capitellidae y un dominio de la familia Solemydae para la estación 3 del mismo transecto, lo cual indica que a pesar de estar distanciado el grupo 1 de los grupos 2 y 3, las familias dominantes (Syllidae, Corophiidae y Lucinidae) están presentes en la mayoría de las estaciones. Morrisey *et al.*, (1992) hace referencia que a pesar que pueda haber una variación en la abundancia de los organismos de estación a estación, esto podría confundir cualquier diferencia de gran escala en las localidades.

Se observó que las asociaciones se formaron de acuerdo al contenido de materia orgánica y al tipo de sedimento ya que estas variables juegan un papel muy importante en

la distribución de los organismos. García y Sandoval, (1992) encontraron una alta correlación entre la materia orgánica y la distribución de los organismos bentónicos

En cuanto al tipo de sedimento se sabe que puede favorecer la presencia y la abundancia de determinados organismos que se ven beneficiados con la diferencia en el tamaño, forma y grado de unión de las partículas, creando ambientes propios para el desarrollo de diferentes organismos que les sirven de alimento (Snelgrove y Butman, 1994; Sarda, 1997). La compactación del sedimento también juega un papel importante en la etología de los organismos ya que un sedimento poco compactado favorece a la infauna (Solis-Weiss y Carreño, 1986), tal es el caso del sedimento de este sector de la Isla de San Andrés que muestra una tendencia hacia los granos gruesos y por lo tanto el sustrato no era muy compacto.

El análisis inverso nos permite observar en los tres grupos que las familias que aparecen como las más abundantes y dominantes en el estudio, no son precisamente las que caracterizan cada grupo, teniendo en cuenta que entre las 13 familias que se encontraron como generalistas, se ubican las tres familias con mayor abundancia y las que se distribuyeron más ampliamente en todas las estaciones; entre los grupos formados solo se encontraron dos familias exclusivas, una es la familia Flabelligeridae para el grupo 1 y Solemydae para el grupo 2 el resto de familias son características para cada grupo.

## CONCLUSIONES

La salinidad, el pH, la temperatura del agua y del sedimento en el sector norte y nororiental de la isla de San Andrés no presentan una marcada influencia en la distribución de los organismos bentónicos.

La profundidad es una variable que no afectó la distribución de los organismos de la taxocenosis Annelida-Crustacea-Mollusca estudiada.

El mayor contenido de materia orgánica se encontró en la primera estación de los transectos Dry Shoal y La Mansión del sector oriental de la isla de San Andrés los cuales están cerca de la costa y hacen parte del grupo 3.

Los sedimentos de los fondos someros vegetados del sector nororiental de San Andrés isla, se caracterizan por presentar arenas medias con tendencia hacia las arenas gruesas en las zonas más cercanas a la playa del sector oriental.

Los organismos dentro de la taxocenosis Annelida-Crustacea-Mollusca del sector nororiental de San Andrés isla, se encontraron asociados espacialmente en tres grupos, dentro de los cuales, los individuos se distribuyeron de acuerdo a un patrón sedimentológico y en cuanto al contenido de materia orgánica de los sedimentos.

El grupo con mayor diversidad y abundancia de familias fue el de los poliquetos representado principalmente por las familias Syllidae, Eunicidae y Capitellidae; seguidos por los anfípodos pertenecientes a las familias Corophiidae y Bateidae y por último, se encontraron los bivalvos con la familia Lucinidae.

Los mayores valores de abundancia y diversidad de familias se ubicaron en el sector oriental, mientras que los menores valores se registraron para el sector norte de la isla de San Andrés.

La mayoría de las familias encontradas fueron características (15) y generalistas (13), definiéndose las familias Flabelligeridae y Solemydae como exclusivas para el grupo 1 y 2b, respectivamente.

Dentro de la taxocenosis Annelida-Crustacea-Mollusca de la isla de San Andrés se definieron tres grupos, encontrándose las familias Lysaretidae, Sabellidae y Flabelligeridae como características para el grupo 1.

Las familias Goniadidae, Bateidae y Nereidae son características para el grupo 2, y este a su vez se subdividió en el subgrupo 2a sobresaliendo las familias Upogebiidae y Aphroditidae, como características de este subgrupo y para el subgrupo 2b se presentaron las familias Solemydae, Pectinariidae y Paguridae como características para este otro subgrupo;

En última instancia el grupo 3 se encontró conformado por las familias características. Xanthidae, Cirratulidae, Cerithidae y Trichobranchidae.

Los bivalvos *Carditopsis smithii* y *Tellina martinicensis*, los gastrópodos *Tenaturris bartletti*, y *Haminoea elegans* y el escafópodo *Antalis antillarum* son registrados por primera vez para la Ecorregión San Andrés y Providencia (SAN).

## RECOMENDACIONES

Llevar a cabo estudios en los cuales se realice la identificación a nivel de especie de todos los organismos encontrados, para poder determinar así individuos indicadores de contaminación.

Realizar trabajos a largo plazo, en los cuales se tenga en cuenta la variación temporal de los organismos bentónicos permitiendo observar si hay una diferencia marcada entre la época seca y la época lluviosa del sector nororiental de la isla de San Andrés.

Elaborar trabajos, en los cuales se tenga en cuenta un número mayor de transectos alrededor de la isla de San Andrés, permitiendo abarcar otros tipos de sedimentos.



## BIBLIOGRAFIA

ABBOTT, R. T. 1974. American Seashells. 2a edición, D. van Nostrand Reinhold Co., New York, 663 p.

ALONGI, D. M. 1989. Ecology of tropical soft-bottom benthos: a review with emphasis on emerging concepts. *Rev. Biol. Trop.*, 37(1):85-100.

ANDRADE, C., L. GIRALDO. & S. LONIN. 1996. Nota sobre la circulación de las aguas en el bajo Alicia y el sector de la Isla de San Andrés. *Bol. Cient. CIOH, Cartagena*. 17: 27-36

ANGEL, I. F. 1998. Estructura y distribución de las praderas de fanerogamas marinas en la Isla de San Andrés. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina. , Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 74 p

ARDILA, N. E. 2000. Moluscos del talud superior (200-500m) del Caribe colombiano: Inventario, caracterización de asociaciones consideraciones preliminares sobre su zoogeografía. Tesis M.Sc., Biol. Mar., Universidad Nacional de Colombia – INVEMAR, Santa Marta, 347 p.

BARNARD, J. L. 1969. The Families and Genera of Marine Gammaridean Amphipoda. Smithsonian Institution Press City of Washington. United State National Bulletin 271. 532 p.

BASFORD, D. J., D. C. MOORE & A. S. ELEFThERIOU. 1996. Variatons in benthos in the nort-western North Sea in relation to the inflow of Atlantic water. *ICES. Journal. Marine. Science*. 53: 957-963.

BREMEC, C. S. 1990. Macrobentos del área de Bahía Blanca (Argentina), distribución espacial de la fauna. Bolm. Inst. Oceanogr., S Paulo. 38 (2): 99-110.

BRENCHLEY, G. 1982. Mechanisms of spatial competition in marine soft-bottom communities. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 60: 17-33.

CIOH (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas de la Armada Nacional). 1991. Estudio de impacto ambiental en el sector marino aplicado al muelle del Hotel Dann Internacional- San Andrés Islas. Agosto/91. Informe sin publicar, 32 p.

CLARKE, K. R. & R. M. WARWICK. 1994. Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, 144 p

CORALINA. 2000. Control, seguimiento y monitoreo de los recursos naturales y del medio ambiente. Informe final de laboratorio, San Andrés Isla, 45 p.

CORDOBA, M. E. 1997. Macrofauna bentónica asociada a fondos blandos de la plataforma continental de Pozos Colorados y El Rodadero. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 118 p.

DAY, J. H. 1967. A monograph on the polychaeta of Southern Africa. Trustees of The British (Natural History) London. 878 p.

DE LA LANZA, G. 1986. Materia orgánica en los sedimentos del ecosistema lagunar Huizache y Caimanero: Importancia, comportamiento y significado en modelos de predicción. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón., México 13(1): 251-286.

DIAZ, J. M., J. GARZON & S. ZEA. 1995. Los arrecifes coralinos de la isla de San Andrés, Colombia: estado actual y perspectivas para su conservación. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 7. 147 p.

DIAZ, J. M. & M. PUYANA. 1994. Moluscos del Caribe Colombiano: Un catalogo ilustrado. COLCIENCIAS-Fundación Natura-INVEMAR, Santa fe de Bogotá, 291 p.

FAUCHALD, K. 1977. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of the Angeles County, Science series 28:1-190 p.

FAUCHALD, K. & P. JUMARS. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17: 193-248.

FIELD, J., K. CLARKE & R. WARWICK. 1982. A practical strategy for analysing multispecies distribution pattern. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8: 37-52.

FOLK, R. 1980. Petrology of sedimentary rocks. Hemphill publishing company. Austin, 184 p.

GARAY, J. F. CASTILLO, C. ANDRADE, J. AGUILERA, L. NIÑO, M. DE LA PAVA, W. LOPEZ & G. MARQUEZ. 1988. Estudio oceanográfico del área insular y oceánica del Caribe Colombiano-Archipiélago de San Andrés y Providencia y cayos vecinos. *Bol. Cient. CIOH, Cartagena.* 9: 73 p.

GARCIA, C, J. SANDOVAL & H. SALZWEDEL. 1992. Caracterización puntual de las comunidades macrozoobentónicas en la plataforma continental de Ciénaga . Mem VIII. Sem. Nal. Cienc. Tecnol. Mar., Comisión Colombiana de Oceanografía, Santa Marta, Vol. 2: 59 – 599.

GASTÓN, G, J. BARTLETT, A. McALISTER & R. HERD. 1996. Biomass variations of estuarine macrobenthos preserved in ethanol and formalin. *Estuaries.* 19 (3): 674-679.

GRAY, J. S. M. ASCHAN, M. R. CARR, K. R. CLARKE, R. H. GREEN, T.H. PEARSON, R. ROSENBERG, R. M. WARWICK. 1988. Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierjord/Langesundfjord and in a mesocosm experiment. *Mar. ecol. Prog. Ser.* 46: 151-165.

GUZMÁN, A. I. 1993. La comunidad macrozoobentónica de fondos blandos de la plataforma continental del departamento del Magdalena. Tesis M.Sc., Biol. Mar., Universidad Nacional de Colombia – INVEMAR, Santa Marta, 74p.

GUZMÁN, A. I. & C. B. GARCIA. 1996. Taxonomic aggregation and the detection of patterns in a tropical marine benthos data set. *Rev. Biol. Trop.*, 44(2): 907-910.

GUZMÁN, A. I. & J. M. DIAZ. 1993. Distribución espacial de la taxocenosis Annelida-Mollusca en la plataforma continental del golfo de Salamanca, Caribe Colombiano. *An. Inst. Invest. Mar. Punta Betin.* 22: 45- 59.

GUZMAN, A.I. & O. D. SOLANO. 1997. Estructura de la taxocenosis Annelida-Mollusca en la región de Mingueo, Guajira (Caribe, Colombiano). *Bol. Inves. Mar. Cos.* 26: 35-52.

HOLME, N. A. & A. D. McIntyre (Eds). 1984. *Methods for the study of marine benthos.* I.B.P., Handbook No 16, London, 387 p.

KAANDORP, J. A. 1986. Rocky substrate biotic communities of the infralitoral fringe of the Brouha-Coast, NW Fance: a quantitative survey. *Mar. Biol.* 92: 255-265.

KENSLEY, B. & SCHOTTE. M. 1989. *Guide to the marine Isopod crustaceans of the Caribbean.* Smithsonian Institution Press. Washington, D.C, 307 p.

LAVERDE-CASTILLO, J. 1990. 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. . In: Díaz J. M. (ed) *Estudio ecológico integrado de la zona costera de Santa Marta y P. N. N. T. INVEMAR . Informe final*, 440 p.

LOPEZ-JUMAR, E. & J. MEJUTO. 1985. Bentos infaunal en la zona submareal de la ria de La Coruña. I. Estructura y distribución espacial de las comunidades. *Bol. Inst. Esp. Oceanog.* 2(3): 99-109.

LOPEZ, A. C. 1997. Caracterización espacio-temporal de la taxocenosis Mollusca-Crustacea-Echinodermata en la ensenada de pozos colorados y sectores aledaños, Caribe colombiano. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 119 p.

LOPEZ, E. 1978. Primeros datos sobre la biomasa y la composición del bentos infaunal de la ría de Pontevedra, en relación con el contenido de materia orgánica del sedimento. Bol. Inst. Esp. Oceanogr., 4 (240): 55-68.

MANN 1976. Production on the botton of the sea. pp 225-250, In: CUSHING, D. H y J. J. WAISH (Eds). The ecology of the seas. Blackwell Scientific Publications, Philadelphia, 467 p.

MANTE, C., J-C. DAUVIN & J-P. DURBEC. 1995. Statistical method for selecting in multivariate analysis of long-term changes of marine communities. Applications to a macrobenthic community from the Bay of Molaix. Mar. Ecol. Prog Ser. 120: 243-250.

MARGALEF, R. G. 1972. El Ecosistema (12): 377-453. En: Ecología Marina. Monografía 14. Editorial Dossat S.A. Caracas, 711 p.

MATTEUCCI, S. & A. COLMA. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía 22. OEA. Washington D. C., 168 p.

McBEE, J. T & W. T. BREHM. 1982. Spatial and temporal patterns in the macrobenthos of st Louis Bay, Mississippi. Gulf Research Reports. 7: (2): 115-124.

MENDEZ, M. N, SOLIS, V & CARRANZA, A. 1986. La importancia de la granulometría en la distribución de organismos bentónicos. Estudio de playas del estado de Veracruz, México. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 13 (3): 45-56.

MORRISEY, D. J. L. HOWITT, A. J. UNDERWOOD, J. S. STARK. 1992. Spatial variation in soft-sediment benthos. Mar. Ecol. Prog. Ser. 81: 197-204.

ORTIZ, M. 1992. Clave grafica para la identificación de familias y géneros de Anfípodos del sudorden Gammaridea del Atlántico Occidental Tropical. An. Inst. Invest. Mar. Punta Betin., 21: 59-101.

PAEZ-OSUNA, F., M. L. FONG-LEE & H. FERNANDEZ-PEREZ. 1984. Comparación de tres técnicas para analizar materia orgánica en sedimentos. An. Inst. Ciencia. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. Mexico. 11 (1): 257-264.

PEARSON, T., M. TAKAHASHI & B. HARGRAVE. 1984. Biological Oceanographic processes. Pergamon Press. 3<sup>rd</sup> Edition, New York, 330 p.

PHOLE, G. W & M. THOMAS. 1997. Monitoring protocol for marine benthos: Intertidal and subtidal macrofauna. A report by the marine biodiversity monitoring committee (Atlantic maritime ecological science cooperative, huntsman marine science center) to the ecological monitoring and assessment network of environment Canada. (<<http://www.cciw.caleman-temp/research/protocols/benthos/>>)

RIDDLEY, M. J. 1988. Patterns in the distribution of macrofaunal communities on coral reef sediments on the central Great Barrier Reef. Mar. Ecol. Prog. Ser. 47: 281-292.

RODRÍGUEZ, B. 1982. Zonación y estructura de la comunidad macrofaunística en algunas playas arenosas de la región de Santa Marta Caribe Colombiano. Tesis M.Sc., Biol. Mar., Universidad Nacional de Colombia. Págs var.

RUMOHR, H. 1990. Soft bottom macrofauna: Collection and treatment of samples. Techniques in Marine Environmental Sciences. Federal Republic of Germany. 8: 17.

SALAZAR-VALLEJO, S. J. LEÓN-GONZALES & SALAICES-POLANCO, H. 1988. Poliquetos (Annelida: Polychaeta de Mexico). Universidad Autónoma de Baja California Sur. 212 p.

SARDA, R. 1997. The use of general relationships to estimate secondary production in coastal habitats: A revision based on a case study En: Vietiz M. J. & J. Junoy (Eds). Investigaciones sobre el bentos marino. IX Simposio Ibérico de estudios del bentos marino. Publ. Espec. Inst. Esp . Oceanogr. 23: 11-22.

SCHWINGHAMER, P. 1988. Influence of pollution along a natural gradient and in a mesocosm experiment on biomass-size spectra of benthic communities. Mar. Ecol. Prog. Ser. 46: 199-206.

SEWARD-THOMPSON, N. & N. HAILS. 1973. Textural Analyses. Sedimentology, 20.

SNELGROVE, P & C.A. BUTMAN. 1994. Animal-sediment Relationships Revisited: cause versus effect. In: ANSELL, A. D., R. N. GIBSON y M. BARNES (eds). Oceanography and Marine Biology: an Annual Review, 111-177.

SOLIS-WEISS, V. & S. CARREÑO. 1986. Estudio prospectivo de la macrofauna béntica asociada a las praderas *Thalassia testudinum* en la laguna de Términos, Campeche. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. 13 (3): 201-216.

STIRN, J. 1981. Manual of methods in aquatic environmental research. Part 8. Ecological assessment of pollution effects. Fao Fisch. Tch. Pap. 209. 830 p.

SUKWOO, C. F. W. STEIMLE, R. N. REID, S. A. FROMM, V. S. ZDANOWICZ, R. A. PIKANOWSKI. 1992. Association of benthic macrofauna with habitat types and quality in the New York Bight. Mar. Ecol. Prog. Ser. 89: 237-251.

TORRES, R. E. 1999. Variación temporal de la taxocenosis Polychaeta-Mollusca, durante septiembre de 1997 a febrero de 1998, en dos estaciones de fondos blandos someros en el balneario "EL Rodadero", Caribe Colombiano. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 103 p.

TUCKER, M. 1988. Techniques in sedimentology Blackwell Scientific Publications, Oxford, 394 p.

VEGAS, M. 1980. Introducción a la ecología del bentos marino. OEA. Monografía No 9, Washington D.C., 92 p.

VASQUEZ, R. & B. THOMASSIN. 1983. Contribución al conocimiento de los anélidos poliquetos de las praderas de *Thalassia testudinum* y *Halodule* sp del sector de punta Galeta (Panamá) Provincia de Colón. An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 10(1): 1-10.

VIDES, M. P. 1999. La macroinfauna de fondos blandos del golfo de Salamanca (Caribe Colombiano): Estructura espacial y dinámica temporal. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, 135 p.

WAGENAAR, H. P. 1968. Studies on the fauna of Curacao and other Caribbean island. Natuurwetenschappelijke Studies voor Suriname en de Nederlandse Antillen. XXVII (51): 134 p.

WARWICK, R. M. 1988. Analysis of community attributes of the macrobenthos of Frierjord/Langesundfjord at taxonomic levels higher than species. Mar. Ecol. Prog. Ser. 46: 167-170.

WILLIAMS, B. A. 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the atlantic coast of the eastern United State, Maine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington, 550 p.



## ANEXOS

**Anexo A.** Clasificación de las familias, géneros y especies encontradas para los crustáceos (decápodos) según Williams (1984) y los moluscos según Díaz y Puyana (1994). En la isla de San Andrés durante el periodo de estudio.

Phylum: ARTROPODA

Clase: MALACOSTRACA

Superorden: Eucarida

Orden: Decapoda

Suborden: Dendobranchiata

Infraorden: Penaeidea

Superfamilia: Penaeoidea

Familia: Penaeidae Rafinesque, 1815

Familia: Aristeidae Wood-Mason, 1891

Suborden: Pleocyemata

Infraorden: Caridea

Superfamilia: Alpheoidea Rafinesque, 1815

Familia: Alpheidae Rafinesque, 1815

Familia: Hippolytidae Dana, 1852

Género: *Thor* Kingsley, 1878

*Thor* sp.

Superfamilia: Palaemonoidea Rafinesque, 1815

Familia: Palaemonidae Rafinesque, 1815

Infraorden: Thallassinidea

Superfamilia: Thallasinoidea

Familia: Upogebiidae Borradaile, 1903

Familia: Callianassidae Dana, 1852

Infraorden: Anomura

Sección: Paguridea

Superfamilia: Paguroidea Latreille, 1803

Familia: Paguridae Latreille, 1803

Infraorden: Brachyura

Sección: Oxystomata

Superfamilia: Leucosiidae

Familia: Calappidae De Haan, 1833

Subfamilia: Calappinae De Haan, 1833

Género: *Calappa* Weber 1795

*Calappa* sp.

Familia: Leucosiidae Samouelle, 1819

Subfamilia: Leucosiinae Samouelle, 1819

Género: *Callidactylus* Stimpson 1871

*Callidactylus* sp.

Sección: Oxyrhyncha

Superfamilia: Majoidea Samouelle, 1819

Familia: Majidae Samouelle, 1819

Subfamilia: Tychinae Samouelle, 1819

Género: *Phito* Bell 1835

*Phito* sp

Subfamilia: Mithracinae

Género: *Mithrax* (*Mithraculus*)

*Mithrax* (*Mithraculus*) *sculptus* (Lamarck, 1818)

Sección: Dromiacea

Superfamilia: Dromioidea De Haan, 1833

Familia: Dromiidae De Haan, 1833

Género: *Dromidia* Stimpson 1858

*Dromidia* sp.

Sección: Brachyrhyncha

Superfamilia: Portunoidea Rafinesque, 1815

Familia: Portunidae Rafinesque, 1815

Subfamilia: Portuninae Rafinesque, 1815

Género: *Cronius* Stimpson 1860

*Cronius tumidulus*

Género: *Portunus* Weber, 1795

*Portunus ordwayi* (Stimpson)

Superfamilia: Xanthoidea

Familia: Goneplacidae MacLeay, 1838

Subfamilia: Prionoplacinae MacLeay, 1838

Género: *Prionaplas*

*Prionaplas* sp.

Superfamilia: Pinnotheroidea De Haan, 1833

Familia: Pinnotheridae De Haan, 1833

Subfamilia: Pinnotherinae De Haan, 1833

Género: *Pinnotheres* Bosc [1802]

*Pinnotheres* sp.

Phylum: MOLLUSCA

Clase: BIVALVA

Subclase. Cryptodonta

Orden: Solemyoidea

Familia: Solemydae H & A. Adams, 1857

Género: *Solemya* Lamarck, 1818

*Solemya occidentalis* (Deshayes, 1858)

Subclase: Pteriomorpha

Orden: Arcoida

Familia: Glycymerididae Newton, 1922

Género: *Glycymeris* Da Costa, 1778

*Glycymeris pectinata* (Gmelin, 1791)

Subclase: Heterodonta

Orden: Veneroida

Superfamilia: Corbiculacea

Familia: Lucinidae Fleming, 1828

Género: *Codakia* Scopoli, 1777

*Codakia (Ctena) orbiculata* (Montagu, 1808)

Superfamilia: Chamacea

Familia: Veneridae Rafinesque, 1815

Género: *Chione* Mühlfeld, 1811

*Chione cancellata* (Linné, 1767)

Superfamilia: Tellinacea Blainville, 1814

Familia: Tellinidae Blainville, 1814

Subfamilia: Tellininae Blainville, 1814

Género: *Tellina* Linné 1758

*Tellina (Merisca) martinicensis* d'Orbigny, 1842

Superfamilia: Carditacea

Familia: Condylardiidae Bernard, 1897

Género: *Carditopsis* E. A. Smith, 1881

*Carditopsis smithii* (Dall, 1896)

Clase: Gastropoda

Subclase: Prosobranchia

Orden: Archaeogastropoda

Familia: Phasianellidae Swainson, 1840

Género: *Tricolia* Risso, 1826

*Tricolia bella* (Smith, 1937)

Familia: Neritidae Rafinesque, 1815

Género: *Smaragdia* Issel, 1869

*Smaragdia viridis viridemarisi* Maury, 1917

Orden: Mesogastropoda

Familia: Rissoinidae Stimpson, 1865

Género: *Zebina* H & A. Adams, 1854

*Zebina browniana* (d'Orbigny, 1842)

Género: *Rissoina* d'Orbigny, 1840

*Rissoina (phosienella) cancellata* Philippi, 1847

Familia: Modulidae Fischer, 1884

Género: *Modulus* Potiez & Michaud, 1838

*Modulus modulus* (Linné, 1758)

Familia: Cerithidae Fleming, 1828

Género: *Cerithium* Bruguière, 1792

*Cerithium* sp.

Familia: Naticidae Gray, 1840

Género: *Natica* Scopoli, 1777

*Natica* sp.

Familia: Cymatiidae Iredale, 1913

Género: *Cymatium* Röding, 1798

*Cymatium* sp.

Orden: Neogastropoda

Familia: Columbellidae Swainson, 1940

Género: *Columbella* Lamarck, 1799

*Columbella mercatoria* (Linné, 1758)

Género: *Mitrella* Risso, 1826

*Mitrella dichroa* (Sowerby, 1844)

Familia: Marginellidae Fleming, 1828

Género: *Prunum* Hermannsen, 1852

*Prunum* sp.

Familia: Muricidae Rafinesque, 1818

Subfamilia: Muricopsinae Radwin & D'Attilio, 1971

Género: *Muricopsis* Bucquoy & Dautzenberg, 1882

*Muricopsis* sp.

Subfamilia: Ocenebrinae Cossman, 1903

Género: *Trachypollia* Woodring, 1928

*Trachypollia nodulosa* (C. B. Adams, 1845)

Familia: Turridae Swainson, 1840

Subfamilia: Clathurellinae McLean, 1971

Género: *Nannodiella* Dall, 1919

*Nannodiella* sp

Subfamilia: Mangeliinae Fischer, 1887

Género: *Tenaturris* Woodring, 1928

*Tenaturris bertletti* (Dall, 1889)

Subclase: Opisthobranchia

Orden: Cephalaspidea

Familia: Haminoeidae Pilsbry, 1895

Género: *Haminoea* Turton & Kingston, 1830

*Haminoea elegans* (Gray, 1825)

Clase: Scaphopoda

Orden: Dentaliida

Familia: Dentaliidae Gray, 1847

Género: *Antalis* H & Adams, 1845

*Antalis antillarum* (d'Orbigny, 1842)



**Anexo B.** Fotos de las familias más abundantes dentro del estudio y fichas de las especies de moluscos que se registraron por primera vez para la ecoregión Archipiélago de San Andrés y Providencia (SAN).



**Familia Sillydae** (Poliqueto)



**Familia Eunicidae** (Poliqueto)



**Familia Capitellidae** (Poliqueto)



**Familia Ophelidae** (Poliqueto)



**Familia Bateidae (Crustáceo)**



**Familia Corophiidae (Crustáceo)**



**Familia Lucinidae (Molusco)**

Familia: Condylorcardiidae Bernard, 1897

***Carditopsis smithii*** (Dall, 1896)



**Diagnosis:** Concha diminuta (2 mm), triangular, inflada, gruesa; con una cresta concéntrica en el umbo y 10-11 costillas radiales ásperas; color blanco o amarillo. Localmente abundante, aunque restringida a fondos de arena coralina de grano grueso en 5-30 m de profundidad (Abbott, 1974; Díaz & Puyana, 1994).

**Distribución Geográfica:** Atlántico occidental, desde Bermuda y la Florida hasta Colombia y las islas oceánicas de Brasil (Abbott, 1974; Díaz & Puyana, 1994).

**Comentarios:** *C. smithii* es registrada por primera vez para la ecoregión Archipiélago de San Andrés y Providencia (SAN).

Familia: *Tellinidae* Blainville, 1814

*Tellina (Merisca) martinicensis* d'Orbigny, 1842



**Diagnosis:** Concha pequeña (11m), ovalada, algo truncada posteriormente, relativamente inflada, ornamentación consistente en numerosas crestas laminares concéntricas; color blanco (Abbott, 1974; Díaz & Puyana, 1994).

**Distribución Geográfica:** Mar Caribe, desde el sur de la florida hasta el norte de Brasil (Abbott, 1974; Díaz & Puyana, 1994).

**Comentarios:** *T (Merisca) martinicensis* es registrada por primera vez para la ecoregión Archipiélago de San Andrés y Providencia (SAN).

Familia: *Turridae* Swainson, 1840

***Tenaturris bartletti*** (Dall, 1889)



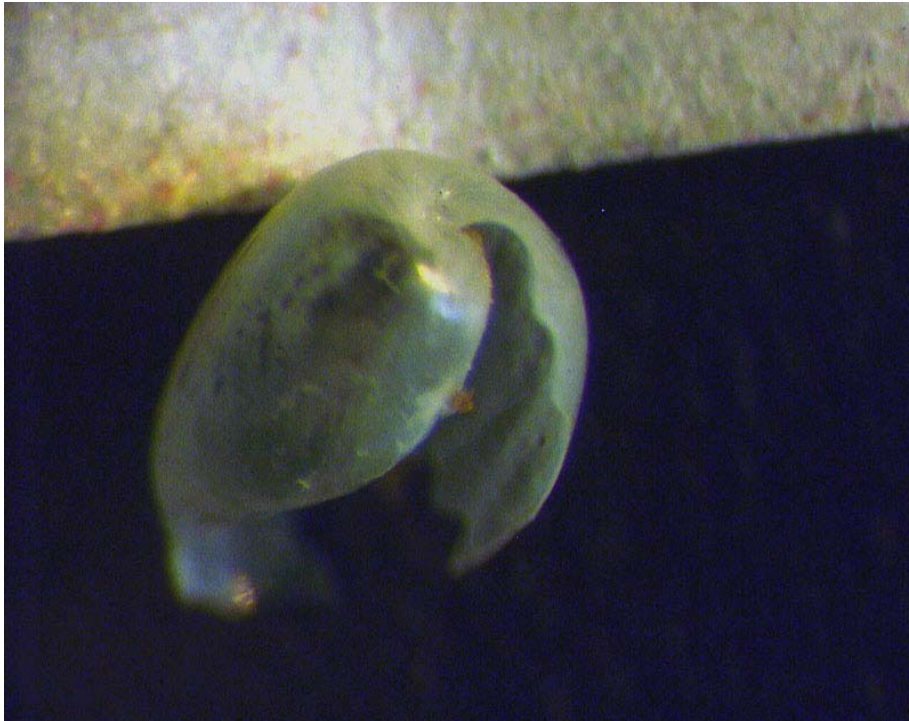
**Diagnosis:** Concha pequeña (12 mm), ovalada, abertura ocupa cerca de  $\frac{1}{2}$  de la longitud total, ornamentada con 20 costillas axiales cruzadas por numerosas líneas espirales encisas de color variable; color blanco amarillento (Díaz & Puyana, 1994).

**Distribución Geográfica:** Atlántico occidental, desde bermuda y el sur de la Florida hasta el norte de Brasil (Díaz & Puyana, 1994).

**Comentarios:** *T. bartletti* es registrada por primera vez para la ecoregión Archipiélago de San Andrés y Providencia (SAN).

Familia: *Haminoeidae* Pilsbry, 1895

***Haminoea elegans*** (Gray, 1825)



**Diagnosis:** Concha pequeña (20 mm), ovalada, globosa; a diferencia de las demás especies del género, el labio externo nace del lado izquierdo de la perforación apical, produciéndose un leve ángulo en el punto de inserción; ornamentada con surcos espirales muy finos; color verde amarillento o marrón (Abbott, 1974; Díaz & Puyana, 1994).

**Distribución Geográfica:** Atlántico occidental, desde Bermuda, Texas y la Florida hasta el sur de Brasil (Díaz & Puyana, 1994).

**Comentarios:** *H. elegans* es registrada por primera vez para la ecoregión Archipiélago de San Andrés y Providencia (SAN).

Familia: *Dentaliidae* Gray, 1847

***Antalis antillarum*** (d'Orbigny, 1842)

**Diagnosis:** Concha compacta y fuerte, de tamaño mediano (30 mm), moderadamente curvada; ápice poligonal de nueve lados, producto de nueve costillas longitudinales; hacia la parte interior hay intercalamiento de costillas secundarias y terciarias, punta apical (cuando está presente) proyectada; color blanco grisáceo (Abbott, 1974; Díaz & Puyana, 1994).

**Distribución Geográfica:** Atlántico occidental, desde la Florida hasta la costa de Brasil (Díaz & Puyana, 1994).

**Comentarios:** *A antillarum* es registrada por primera vez para la ecoregión Archipiélago de San Andrés y Providencia (SAN).



Anexo C. Matriz final de datos de abundancia expresada en individuos/ 0.45m<sup>2</sup> para cada transecto durante todo el tiempo del estudio: Estación (E); Poliqueto (P); Bivalvo (B); Gasterópodo (G); Scafofodo (S); Isópodo (I); Anfípodo (A) y Decápodo (D).

Profundidad	Dry Shoal				La Mansión				Sprat Bight				Abun. Total/1,35 m2
	1,7m	2,6m	4,8m	Ind/0,45 m2	3m	3m	2,8m	Ind/0,45 m2	2,8m	3,1m	3,1m	Ind/0,45 m2	
Familia	E 1	E 2	E 3	Ind/0,45 m2	E 1	E 2	E 3	Ind/0,45 m2	E 1	E 2	E 3	Ind/0,45 m2	Abun. Total/1,35 m2
Ampharetidae (P)	0	16	0	16	2	0	4	6	3	2	23	28	50
Amphinomidae (P)	0	0	0	0	2	0	0	2	1	0	2	3	5
Amphroditidae (P)	1	0	0	1	0	7	0	7	0	0	0	0	8
Arabellidae (P)	5	1	0	6	1	0	1	2	1	1	2	4	12
Arenicolidae (P)	1	0	0	1	3	2	1	6	0	0	0	0	7
Capitellidae (P)	38	39	33	110	12	12	18	42	47	70	62	179	331
Cirratulidae (P)	43	1	0	44	30	9	5	44	0	0	0	0	88
Crysopetalidae (P)	0	1	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	3
Dorvilleidae (P)	1	1	0	2	0	0	0	0	2	1	1	4	6
Eulepethidae (P)	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eunicidae (P)	126	29	34	189	55	28	14	97	8	7	2	17	303
Fauveliopsis (P)	0	3	0	3	0	0	0	0	2	0	0	2	5
Flabelligeridae (P)	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	9	13	13
Glyceridae (P)	2	6	0	8	0	2	1	3	1	1	0	2	13
Goniadidae (P)	0	28	22	50	2	10	11	23	0	2	1	3	76
Hesionidae (P)	2	2	0	4	8	4	10	22	1	1	2	4	30
Lumbrineridae (P)	4	15	12	31	4	10	8	22	8	15	8	31	84
Lysaretidae (P)	4	3	1	8	6	0	1	7	48	74	9	131	146
Maldanidae (P)	0	8	4	12	5	11	0	16	6	12	39	57	85
Nereidae (P)	7	28	5	40	4	4	1	9	1	3	1	5	54
Onuphidae (P)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	9	9
Ophelidae (P)	61	28	30	119	3	8	13	24	13	8	7	28	171
Orbiniidae (P)	3	2	2	7	0	10	3	13	3	3	2	8	28
Paranoidae (P)	7	3	6	16	21	5	3	29	0	0	1	1	46
Pectinariidae (P)	0	15	6	21	0	0	2	2	0	0	0	0	23
Pisionidae (P)	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Phyllodocidae (P)	1	1	0	2	1	0	2	3	0	1	0	1	6

Anexo C. Continuación de la matriz final de datos de abundancia expresada en individuos/ 0.45m<sup>2</sup> para cada transecto durante todo el tiempo del estudio: Estación (E); Poliqueto (P); Bivalvo (B); Gasterópodo (G); Scafophodo (S); Isópodo (I); Anfípodo (A) y Decápodo (D).

Profundidad	Dry Shoal				La Mansión				Sprat Bight				Abun. Total/1,35 m2
	1,7m	2,6m	4,8m	Ind/0,45 m2	3m	3m	2,8m	Ind/0,45 m2	2,8m	3,1m	3,1m	Ind/0,45 m2	
Familia	E 1	E 2	E 3		E 1	E 2	E 3		E 1	E 2	E 3		
Polynoidae (P)	1	3	0	4	1	1	3	5	0	0	0	0	9
Polyodontidae (P)	0	0	1	1	1	0	2	3	1	1	0	2	6
Sabellidae (P)	1	0	2	3	0	0	0	0	6	0	17	23	26
Sigalonidae (P)	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Spionidae (P)	2	1	0	3	4	0	0	4	3	0	0	3	10
Syllidae (P)	157	32	8	197	106	52	85	243	98	185	75	358	798
Terebellidae (P)	8	7	11	26	4	15	5	24	19	0	21	40	90
Trichobranchidae (P)	4	3	2	9	49	3	12	64	0	0	0	0	73
Buccinidae (B)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Cerithidae (G)	30	6	3	39	8	3	1	12	0	0	0	0	51
Columbellidae (G)	17	2	1	20	3	0	0	3	0	0	1	1	24
Cymatidae (B)	0	1	0	1	1	1	0	2	0	0	0	0	3
Dentaliidae (S)	0	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Glycerimididae (B)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Haminoeidae (G)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	5	5
Lucinidae (B)	73	12	28	113	2	16	17	35	9	22	1	32	180
Marginellidae (G)	6	0	0	6	0	0	1	1	2	0	0	2	9
Modulidae (G)	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
Muricidae (G)	5	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Naticidae (G)	0	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Neritidae (G)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	3
Phasianellidae (G)	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Rissoinidae (G)	38	32	12	82	2	0	0	2	0	0	0	0	84
Solemydae (B)	0	1	8	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Tellinidae (B)	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Trochidae (G)	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Turridae (G)	1	6	2	9	0	0	0	0	0	0	1	1	10
Veneridae (B)	0	6	0	6	0	0	0	0	0	0	1	1	7

Anexo C. Continuación de la matriz final de datos de abundancia expresada en individuos/ 0.45m<sup>2</sup> para cada transecto durante todo el tiempo del estudio: Estación (E); Poliqueto (P); Bivalvo (B); Gasterópodo (G); Scafophodo (S); Isópodo (I); Anfípodo (A) y Decápodo (D).

Profundidad	Dry Shoal				La Mansión				Sprat Bight				Abun. Total/1,35 m2
	1,7m	2,6m	4,8m	Ind/0,45 m2	3m	3m	2,8m	Ind/0,45 m2	2,8m	3,1m	3,1m	Ind/0,45 m2	
Familia	E 1	E 2	E 3		E 1	E 2	E 3		E 1	E 2	E 3		
Vitrinellidae (G)	1	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Alpheidae (D)	1	2	0	3	2	1	0	3	0	2	0	2	8
Anamixidae (A)	0	0	0	0	1	1	1	3	1	2	0	3	6
Anthuridae (I)	41	10	5	56	0	2	2	4	3	9	20	32	92
Aristeidae (D)	0	2	2	4	2	1	0	3	0	0	0	0	7
Bateidae (A)	16	29	13	58	5	24	16	45	2	4	3	9	112
Biancolinidae (A)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
Calappidae (D)	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	2
Callianassidae (D)	12	2	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	14
Cirolanoidae (I)	17	2	0	19	1	0	0	1	0	0	0	0	20
Corophiidae (A)	126	18	25	169	38	26	37	101	54	69	17	140	410
Dromiidae (D)	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
Goneplacidae (D)	9	2	5	16	2	2	0	4	0	0	0	0	20
Leucosiidae (D)	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0	0	2
Leucothoidae (A)	5	2	0	7	0	0	0	0	2	0	0	2	9
Lysianassidae (A)	1	0	0	1	2	4	7	13	3	1	5	9	23
Majidae (D)	3	1	0	4	0	0	1	1	0	0	2	2	7
Melphidippidae (A)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
Paguridae (D)	2	11	4	17	0	1	0	1	0	1	1	2	20
Panaeidae (D)	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Phoxocephalidae (A)	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	1	3
Pinnotheridae (D)	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Portunidae (D)	0	3	1	4	0	0	0	0	0	0	1	1	5
Sphaeromatidae (I)	2	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Upogebiidae (D)	1	0	0	1	0	15	9	24	0	0	0	0	25
Vitjazianidae (A)	1	0	0	1	1	1	0	2	0	0	1	1	4
Xanthidae (D)	8	0	0	8	10	0	0	10	0	1	0	1	19
<b>Total</b>	<b>903</b>	<b>436</b>	<b>296</b>	<b>1635</b>	<b>407</b>	<b>295</b>	<b>302</b>	<b>1004</b>	<b>357</b>	<b>508</b>	<b>343</b>	<b>1208</b>	<b>3847</b>