

ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Scolymia* EN EL ÁREA DE SANTA MARTA,
CARIBE COLOMBIANO

FABIO ANDRÉS CASAS ZAPATA

Proyecto de grado para
optar al título de Biólogo Marino

Director
ADOLFO SANJUAN MUÑOZ
Biólogo Marino. M. Sc

Asesora
VALERIA PIZARRO NOVOA
Bióloga Ph. D.

Asesor
CÉSAR GARCÍA
Biólogo Marino. Esp. SIG

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍAS
SANTA MARTA

2010

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado 1

Firma del jurado 2

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	JUSTIFICACIÓN	4
3.	MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	7
4.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
4.1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
4.2.	OBJETIVO GENERAL	13
4.3.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
5.	HIPÓTESIS	15
6.	METODOLOGÍA	16
6.1.	ÁREA DE ESTUDIO	16
6.1.1.	Bahía de Gaira y Santa Marta	18
6.1.1.1	Isla Pelicano	18
6.1.1.2	Playa Blanca	18
6.1.1.3	Morro Grande	19
6.1.2.	Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT)	19
6.1.2.1	Bahía de Granate	20
6.1.2.2	Isla Aguja	20
6.1.2.3	Bahía de Concha	21
6.1.2.4	Bahía de Chengue	21
6.1.2.5	Bahía Gayraca	22
6.1.2.6	Bahía Neguange	24
6.2.	FASE DE CAMPO	24
6.3.	FASE DE GABINETE	25

6.3.1. Estructura de tallas	26
7. RESULTADOS	28
7.1. ABUNDANCIA Y PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN.....	28
7.2. TAMAÑO	29
7.3. SUSTRATO Y ORGANISMOS ASOCIADOS	32
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	34
9. CONCLUSIONES.....	40
10. RECOMENDACIONES.....	41
11. BIBLIOGRAFÍA.....	42
ANEXOS.....	i

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los sectores de muestreo (números del uno al nueve) con sus respectivas estaciones y coordenadas dentro del área de estudio.....	17
Figura 2. Ilustración de un transecto de banda y de la medición de las distancias.....	24
Figura 3. Distribución de frecuencias de la talla (cm ²) de <i>Scolymia</i>	31
Figura 4. Fotografías de ejemplares de <i>Scolymia</i>	33

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Abundancia y patrón de distribución de <i>Scolymia</i> en las estaciones muestreadas.....	28
Tabla 2. Estadígrafos de las áreas (cm ²) de individuos de <i>Scolymia</i> para cada estación.....	29
Tabla 3. Parámetros de distribución del tamaño de los individuos en cm ² transformados logarítmicamente (en base 10) para cada estación de muestreo.....	32
Tabla 4. Frecuencia relativa de <i>Scolymia</i> en cuatro categorías para cada estación de muestreo.....	33

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Abundancia, estadígrafos y densidad de <i>Scolymia</i> para las diferentes estaciones de muestreo.....	i
Anexo B. Estadístico de Hopkins (H) y patrón de distribución de <i>Scolymia</i> para cada estación.....	i
Anexo C. Estadígrafos y tallas de los individuos de <i>Scolymia</i> registrados en cada estación.....	ii-iii
Anexo D. Resultados de la comparación del tamaño de <i>Scolymia</i> entre pares de estaciones realizada con la prueba de Dunn.....	iv

RESUMEN

Se llevó a cabo una investigación cuyo propósito era determinar algunos atributos ecológicos del coral solitario *Scolymia* spp. en el área de Santa Marta. En cada estación se evaluó la abundancia, el patrón de distribución, la estructura de tallas y los organismos asociados, junto con sus respectivas comparaciones. Se encontró que la densidad promedio es de 0,35 ind/m² sin diferencias estadísticas significativas entre estaciones ($F_{12, 377} = 0,78$; $p = 0,66$) posiblemente debido a adaptaciones que tiene para contrarrestar el gradiente de perturbación del área causado principalmente por la sedimentación. Tiene un patrón agregado gracias a que son corales incubadores de larvas que tienden a asentarse rápidamente después de ser liberadas. Estas se asientan en sustratos rocosos aparentemente sin ninguna asociación con otros organismos. En la estructura de tallas los datos se transformaron logarítmicamente y se encontró que predominan las tallas intermedias de manera significativa sobre las pequeñas y grandes, el tamaño promedio fue de 15,73 cm² en un rango de tallas entre 0,39 y 312,57 cm². Los valores para el sesgo fueron positivos y bajos para todas las estaciones exceptuando dos. La kurtosis fue positiva y baja en dos estaciones y muy positiva en el resto. La desviación estándar fue similar y considerablemente reducida para todas las estaciones. Luego de realizar el análisis comparativo se encontraron diferencias significativas entre las estaciones ($F = 3,25$; $p = 2 \times 10^{-4}$). La implicación de los resultados permite suponer que aunque la comunidad coralina se está viendo afectada gradualmente por factores como la sedimentación, en términos generales la población de *Scolymia* se mantiene estable pero con indicios de deterioro local.

PALABRAS CLAVE: Abundancia, patrón de distribución, estructura de tallas, *Scolymia*, Santa Marta.

ABSTRACT

Some ecological attributes such as the abundance, distribution pattern, size structure and associated organisms of the solitary coral *Scolymia* spp. in the Santa Marta area were evaluated. The calculated average density was 0.35 ind/m² without significant statistical differences between stations ($F_{12, 377} = 0.78$; $p = 0.66$) probably due to adaptations that helps this coral to protect itself from sedimentation damage. It has an aggregated pattern because of their capability to brood early-settling larvae. They often settle on hard rocky substrates apparently without a clear association with other organisms. The size structure was analyzed with log-transformed data and it was found that the intermediate size classes prevailed. The average size was 15.73 cm² in a range between 0.39 and 312.577 cm². Excepting two stations, the skewness values were all positive and low. Kurtosis values were low and positive in two stations and very high and positive for the rest. Standard deviation was similar and considerably low between stations. After the comparative analysis, significant statistical differences were found between log-transformed sizes in the stations ($F = 3.255$; $p = 2 \times 10^{-4}$). The implication of these results allows to assume that although the coral community is being gradually affected by factors such as sedimentation, in general terms, the *Scolymia* population maintains stable but with local degradation characteristics.

Key words: Abundance, distribution pattern, size structure, *Scolymia*, Santa Marta.

1. INTRODUCCIÓN

El arrecife coralino es uno de los ecosistemas marinos con mayor importancia tanto a nivel ecológico como social. Se caracteriza por tener alta productividad y diversidad biológica (MINAMBIENTE *et al.*, 1998) debido a la multitud de microambientes y variedad de asociaciones de organismos que lo componen. Es importante por la interacción que tiene con otros ecosistemas costeros, como los pastos marinos o el manglar, ya que sirve como regulador de condiciones para que estos se desarrollen (Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003).

Un arrecife es el resultado de un proceso que tarda entre cientos y miles de años, de una labor colectiva de numerosos organismos y de complejos procesos físicos y geológicos (Díaz *et al.*, 2000). Está constituido por organismos capaces de construir una estructura arrecifal con una dimensión capaz de influenciar las propiedades físicas y ecológicas del medio circundante modificando la topografía del lecho marino. Se caracteriza por ser un sustrato compacto capaz de crear un hábitat duradero y estable (Schuhmacher, 1978). Los organismos que lo construyen son de vida sésil y gregaria con las propiedades aptas para fabricar esqueleto duro, conocidos como organismos hermatípicos (= formadores de arrecifes) (MINAMBIENTE *et al.*, 1998) de los cuales una gran cantidad de especies de corales son los más significativos (Díaz, 1998).

Los arrecifes coralinos se desarrollan con éxito en zonas iluminadas y oxigenadas, debido a que las larvas de sus principales constructores, los corales pétreos, necesitan estas condiciones para asentarse. A su vez, el hecho que los corales vivan en simbiosis con microalgas (zooxantelas), obliga a que la distribución de arrecifes esté limitada a aguas tropicales claras y cálidas, con salinidades relativamente altas, lejos de zonas influenciadas por las descargas de aguas continentales (Díaz *et al.*, 2000).

Junto con los bosques húmedos tropicales, los arrecifes coralinos son considerados los ecosistemas con mayor biodiversidad en el mundo, ya que en áreas pequeñas se pueden encontrar diversos grupos de organismos coexistiendo (Connell, 1978). Su composición y

abundancia, por especies y grupos, está determinada por el efecto que tiene la profundidad en combinación con el régimen de turbulencia producido por el oleaje predominante (Geister, 1977). En el Caribe la diversidad de corales arrecifales disminuye de occidente a oriente debido a la influencia de ríos y las características de aguas circundantes (UNEP y IUCN, 1988).

En el Caribe colombiano continental las formaciones coralinas se consideran arrecifes franjeantes y de parche que por lo general son pequeños y están confinados al interior de bahías y ensenadas de aguas relativamente claras y protegidas del oleaje como las de la región de Santa Marta, formadas por las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta (Díaz, 1998). No se consideran verdaderos arrecifes porque sus estructuras no alcanzan a modificar significativamente el relieve (Blanco *et al.*, 1994).

Las investigaciones de estas formaciones coralinas evidencia un deterioro considerable que avanza no solo en sitios sometidos a actividad humana, sino también en los más remotos y aislados de intervenciones antropogénicas (Díaz, 1998). Las actividades que causan erosión en la zona continental, son uno de los principales agentes de mortandad de corales, al incrementarse la carga de sedimentos y nutrientes aportados por los ríos a las aguas marinas costeras (MINAMBIENTE *et al.*, 1998). Aunque es un ecosistema de alta complejidad y fragilidad, que concentra una gran biodiversidad, está siendo objeto de fuertes procesos de degradación, en gran parte debido a la acción directa del hombre (Díaz *et al.*, 2000).

Por lo anterior, es importante continuar con las investigaciones de estas formaciones arrecifales con estudios ecológicos como el presente, cuyo enfoque es el estudio poblacional de las especies de coral pertenecientes al género *Scolymia*. Las especies de este género se caracterizan por ser solitarias, pequeñas y hermafroditas incubadoras. Se encuentran distribuidas ampliamente en el Caribe, con tres especies registradas para Colombia: *S. cubensis*, *S. lacera* y *S. wellsi* (Díaz *et al.*, 2000), aunque hay autores que consideran que son ecotipos de la misma especie. Los registros en Colombia abarcan la Isla de San Andrés, Isla de Providencia, Isla de Tierra Bomba, Archipiélago de San Bernardo, Urabá, Bahía de Santa Marta, algunas bahías y ensenadas del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) (Prahl y Erhardt, 1985) y La Guajira (Reyes, 2000).

Aunque este género no está bajo alguna de las categorías de amenaza en el Libro Rojo de Invertebrados Marinos de Colombia (Ardila *et al.*, 2002), sí se encuentra en el Apéndice II de CITES. Todas las especies incluidas en dicho Apéndice deben ser sometidas a reglamentación, pues sin un control eficaz, podrían llegar a ponerse en peligro (Reyes y Santodomingo, 2002).

La importancia ecológica de este género radica en dos aspectos fundamentales: sus interacciones inter e intraespecíficas y su posible papel como bioindicador. En las comunidades arrecifales coralinas se ha descubierto que junto con *Mussa angulosa* es una de las especies más agresivas entre los corales pétreos (Lang, 1971). Son fuertes competidores por el espacio, impidiendo el sobrecrecimiento de corales foliosos de rápido desarrollo como las especies del género *Agaricia*, que en muchas formaciones coralinas dominan grandes zonas por su capacidad de generar sombra sobre otros corales (Lang, 1971).

Knowlton (2001) indica que es importante estudiar especies de tallas pequeñas, ya que al escasear los juveniles de especies de gran tamaño en formaciones coralinas del Caribe, su evaluación puede estar apoyando la teoría sobre el cambio en la estructura y composición coralina de los arrecifes. Esta teoría sostiene que el reclutamiento está siendo dominado por especies planuladoras, pequeñas y de bajas tasas de bioconstrucción, generando dudas y preocupaciones sobre el mantenimiento y continuación de los arrecifes coralinos. Sin embargo, es posible que no exista una relación directa entre las altas densidades de especies pequeñas y las bajas tasas de reclutamiento de otros corales de crecimiento masivo y se deba simplemente a una estrategia reproductiva (Knowlton, 2001).

Finalmente, el desarrollo de esta investigación generará nuevo conocimiento en este género ya que en Colombia no se ha llevado a cabo ningún estudio de *Scolymia* spp., y son escasos los estudios en el mundo en corales solitarios. Este estudio pretende generar una línea base sobre la abundancia y distribución de *Scolymia* spp. en los arrecifes del área Santa Marta (bahías de Gaira y Santa Marta) y el PNNT, para poder desarrollar en un futuro investigaciones sobre la biología y ecología de este tipo de corales que permitan conocer la dinámica poblacional de esta especie.

2. JUSTIFICACIÓN

El estudio de los arrecifes coralinos en Colombia surge de la necesidad que se tiene para integrar los costos sociales y ambientales en las actividades económicas mediante un manejo integrado de zonas costeras. Para esto se requieren conceptos y metodologías que permitan comprender la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y así ofrecer herramientas para evaluar sus bienes y servicios (MINAMBIENTE *et al.*, 1998). Es necesario que mediante estos estudios se muestren alternativas para plantear modelos que conlleven a la conservación, protección, aprovechamiento sostenible y por ende, a un manejo adecuado de estos bienes naturales (MINAMBIENTE *et al.*, 1998).

Se ha estimado que la suma global de los bienes y servicios que los arrecifes coralinos aportan al hombre asciende anualmente a 375.000 millones de dólares (Constanza *et al.*, 1997 En: Díaz *et al.*, 2000). Esta suma está representada no sólo en recursos alimenticios y mineros, sino que incluye también servicios de gran valor como la recreación y turismo. Se considera que en el Caribe, el potencial pesquero de estos ecosistemas provee alrededor de 1'369.184 toneladas anuales (FAO, 2007).

Además de su importancia a nivel socioeconómico, la función ecológica de los arrecifes es de esencial consideración ya que está siendo amenazada por el deterioro actual. Los arrecifes contribuyen a la protección del litoral contra procesos erosivos (Kjerv *et al.*, 1998 En: Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003) regulando y amortiguando los impactos en la zona costera que causan ciertas perturbaciones meteorológicas y geológicas. Con una productividad primaria que varía entre 5 y 20 g C m⁻² día⁻¹, se encuentran entre los ecosistemas biológicamente más productivos, aunque se desarrollen en aguas pobres de nutrientes (Díaz *et al.*, 2000).

Estimaciones de la proporción de coral muerto para la región de Santa Marta y el PNNT es de aproximadamente el 25% debido posiblemente a eventos ocurridos durante la década de los ochenta como el blanqueamiento, enfermedades epidémicas y una vasta proliferación de algas (Williams y Bunkley-Williams, 1990 En: Díaz, 1998). Sin embargo, estas estimaciones no

incluyen las especies solitarias pequeñas como las del género *Scolymia*, de modo que el seguimiento de las poblaciones de estos corales es necesario para saber si están sufriendo igual que las especies coloniales de tallas grandes, o por el contrario su estrategia de vida les ha permitido sortear con éxito los impactos negativos que han sufrido los arrecifes.

Las especies del género *Scolymia* son corales solitarios, hermafroditas incubadoras y de tallas pequeñas (Pires *et al.*, 2000). Su importancia radica en que son especies agresivas (Lang, 1971) y en que el reclutamiento de sus larvas es local (Harrison y Wallace, 1990 En: Dubinsky, 1990). A pesar de esto, los estudios en donde se incluye este género se limitan generalmente a la sistemática del género y su presencia en los arrecifes, siendo insuficiente el conocimiento a nivel ecológico y biológico. Investigaciones realizadas en Colombia donde incluyen a *Scolymia* han basado en comunidades coralinas y expresan su abundancia en términos de cobertura o densidad como el de Vidal *et al.* (2005) en zonas arrecifales de San Andrés y los de Villa (2001) y Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira (2003) en el área de Santa Marta, pero que son solo un preámbulo para conocer en realidad su estructura poblacional.

Según Lang (1973) las especies de *Scolymia* spp. están catalogadas como unas de las más agresivas entre los corales escleractíneos, ya que agreden el tejido de corales con los que entran en contacto. Dentro de la comunidad coralina, estas especies compiten y controlan especies de rápida calcificación y crecimiento folioso como las especies de los géneros *Agaricia* y *Helioseris* (Goreau y Hartman, 1963 En: Lang 1971). Estos géneros tienden a dominar ciertos hábitats porque su crecimiento genera sombra en áreas aledañas afectando las colonias de corales circundantes (Lang, 1971). En cuanto a su reproducción, investigaciones recientes sugieren que las poblaciones de especies incubadoras de plánulas, como las del género *Scolymia*, están aumentando su número e importancia relativa, mientras que especies liberadoras de gametos y altamente constructoras como las de los géneros *Montastraea*, *Acropora* y *Diploria* están disminuyendo sus tasas de reclutamiento en todo el Caribe (Knowlton, 2001). De esta manera, el interés de la presente investigación nace a partir de estas suposiciones, que sugieren que un aumento poblacional podría ser un indicativo de su dominancia en el reclutamiento sobre las zonas arrecifales de Santa Marta y PNNT, por lo cual estudiar a esta y otras especies

contribuirá a saber cómo esta moldeándose y respondiendo los arrecifes coralinos a las amenazas que se ciernen sobre ellos.

3. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

Los ecosistemas, las comunidades y las poblaciones son categorías que reciben el nombre de niveles de integración, y a cada uno le corresponden una serie de atributos específicos. En términos generales, el estudio de algún nivel de integración busca mecanismos explicativos en niveles más bajos, y su importancia biológica, en otros más altos. Para comprender los mecanismos que controlan una población, se deben analizar los mecanismos que operan a nivel de individuos y evaluar la importancia de estos fenómenos de población en el marco de una comunidad y un ecosistema (Krebs, 1985).

Los estudios de abundancia y distribución de las poblaciones animales engloban la parte más esencial de toda la ecología poblacional y están determinados por tres factores principales: la dispersión, el comportamiento y las relaciones intra e interespecíficas (Rabinovich, 1978). La abundancia que tiene una población, además de estar determinada por los factores mencionados, tiene parámetros que afectan directamente su tamaño o densidad, entre los cuales se encuentra la natalidad y la mortalidad (Krebs, 1985).

La distribución de una especie hace referencia a la organización en el espacio de los individuos de dicha especie. Sin embargo, como el término “distribución” tiene un significado preciso en estadística (denota la forma en que se reparten en las clases posibles los valores de una variable), es preferible, usar “patrón” para designar el ordenamiento espacial de los individuos (Pielou, 1969 En: Matteucci y Colma, 1982). De esta forma, una población puede tener un patrón básico aleatorio, agregado o regular, aunque dependiendo de la escala puede haber una combinación de ellos –e. g. uniformemente agregado- (Rabinovich, 1978). Para que una zona sea ocupada por una población con patrón aleatorio deben cumplirse dos hipótesis teóricas básicas: (a), cada punto en el espacio tiene igual probabilidad de estar ocupado por un individuo, es decir el ambiente debe ser homogéneo y (b), la posición de cada individuo es independiente de la de los demás, lo cual implica que no haya interacción de los individuos (Rabinovich, 1978). Cuando los individuos se hallan concentrados en cantidades grandes en

espacios pequeños siguen un patrón agregado como respuesta a las diferencias en el hábitat, patrones reproductivos o comportamiento social (Rabinovich, 1978; Smith y Smith, 2001). Finalmente, en el patrón regular los individuos se reparten uniformemente y aparecen equidistantemente espaciados unos de otros debido a la competencia interespecífica (Rabinovich, 1978; Matteucci y Colma, 1982).

Además de la abundancia y el patrón de distribución como parámetros para determinar la dinámica de una población, en ciertos tipos de organismos es conveniente establecer una estructura de tallas que permita conocer la distribución y frecuencia de tamaños para entender la dinámica poblacional (Meesters *et al.*, 2001). Begon *et al.* (1996) explican que aunque para describir algunas poblaciones de animales y plantas, la edad o estado de crecimiento tienen alta relevancia, la talla para otras es un factor más determinante. Sin embargo, es importante considerar que descripciones basadas únicamente en la talla tienen limitaciones en tanto que no distinguen entre supervivencia y fecundidad, especialmente cuando hay reproducción asexual.

La clasificación según Veron (2000) ubica taxonómicamente al género *Scolymia* de la siguiente forma:

Phylum	Cnidaria (Hatschek, 1888)
Clase	Anthozoa (Ehrenberg, 1834)
Subclase	Hexacoralia (Haeckel, 1896)
Orden	Scleractinia (Bourne, 1900)
Suborden	Faviina (Vaughan y Wells, 1943)
Familia	Mussidae (Ortmann, 1890)
Género	<i>Scolymia</i> (Haime, 1852)

Para este estudio en particular se considera que el género consta de tres especies representativas para el Caribe: *S. lacera*, *S. cubensis* y *S. wellsii*, siguiendo la interpretación de Lang (1971) y Díaz *et al.* (2000). Sin embargo, su sistemática enfrenta conflictos en la actualidad, ya que los diversos autores que se han dedicado a dicha tarea tienen discrepancias y hasta ahora no existe claridad en este asunto. Veron (2000) sugiere que las tres especies son la misma *S. cubensis*. Para el Caribe colombiano Prahll y Erhardt (1985) y Reyes (2000) afirman que se han

registrado *S. lacera* y *S. cubensis*, mientras que Díaz *et al.* (2000) reporta a *S. cubensis*, *S. lacera* y *S. wellsi*, pero con identificación incierta. Esta incertidumbre se mantiene por la falta de investigaciones genéticas enfocadas a la identificación de las especies de *Scolymia* spp. Hasta ahora, las características morfológicas y comportamentales son las usadas para identificarlas. Lang (1971) afirma que este coral es un ejemplo de un género en el que los caracteres morfológicos y ecológicos de especies distintas se sobrelapan tanto que su diferenciación era cuestionable, hasta que interacciones agresivas entre ellas se descubrieron.

Las tres especies del género *Scolymia* son corales hermatípicos solitarios, generalmente subcilíndricos de hasta 15 cm de diámetro fuertemente adheridas al sustrato. Poseen cálices entre redondos y elípticos con cinco ciclos septales completos y uno incompleto. Los septos son por lo general dentados con aproximadamente cinco dentículos triangulares por centímetro (Prahl y Erhardt, 1985). La agresividad es una de las características usadas para distinguir entre especies. El estudio realizado por Lang (1973) demuestra que *S. lacera* es una especie tan agresiva como *M. angulosa*. Estas dos especies agreden a todas las especies de coral excepto a sus conspecíficos y la agresividad de *S. cubensis* es menor (Lang, 1971). Cuando *Scolymia* spp. agrede tiende a extender los filamentos mesentéricos a través del centro y de aberturas temporales en las paredes del pólipo, con los que digiere el tejido vivo de otros corales ocasionándole la muerte o un simple daño local, dependiendo del tamaño del coral atacado (Barnes y Hughes, 1988). Debido a esto, es extraño encontrar en campo a estas especies próximas a otras (Rice, 1984) y resulta tentativo relacionar la agresión interespecífica con la zonación coralina, ya que las especies agresivas son aquellas que forman claras y definidas zonas mono específicas (Sheppard, 1979) explicando el patrón agregado que presentan en la naturaleza.

Además de la agresividad, Lang (1971) propuso que *S. cubensis* y *S. lacera* se podían diferenciar por su morfología externa y estructura exoesquelética. La primera tiene una forma regular con cálices planos o convexos y finos dientes en septos agudos, mientras que la segunda es más irregular o carnosa con dientes gruesos sobre septos anchos. Recientemente Budd y Stolarski (2009) encontraron que para el Atlántico, *S. lacera* se diferencia significativamente de *S. wellsi*

por las formaciones de gránulos en su exoesqueleto son abundantes y espinosos, sirviendo como soporte para asignarla como una especie independiente.

S. lacera, *S. wellsi* y *S. cubensis* se encuentran en un rango batimétrico amplio, generalmente entre los 10 y 86 m de profundidad (Prahel y Erhardt, 1985; Reyes 2000; Humann y Deloach, 2002), aunque se han registrado hasta los 110 m (Laborel, 1967 En: Pires *et al.*, 2000). Son corales característicos de arrecifes profundos (Bak, 1974), siendo comunes cerca de los 30 m y escasos en aguas someras hasta los 15 m (Rice, 1984). Se fijan en los costados de las formaciones arrecifales, en áreas con baja o moderada luminosidad (Lang, 1971; Pires *et al.*, 2000). Las poblaciones de *S. cubensis*, según Fricke y Meischner (1985), se desarrollan en asociaciones entre los 6 y 62 m de profundidad y las de *S. lacera* están restringidas a zonas bien iluminadas. Cuando estas dos especies coexisten en un mismo espacio, los individuos de *S. cubensis* son usualmente de cinco a 15 veces más abundantes que *S. lacera* (Lang, 1971). Aunque también suelen encontrarse cerca de la desembocadura de ríos sobre sustratos lodosos, experimentos en laboratorio demostraron que *Scolymia* spp e *Isophyllia sinuosa* tienen alta mortalidad cuando son enterrados o en presencia de sedimento suspendido (Rice, 1984).

En general son especies comunes pero no abundantes, normalmente encontrándose algunos individuos formando agregaciones (Pires *et al.*, 2000). Este patrón de distribución puede estar relacionado con el reclutamiento en la misma área donde están los corales parentales (Harrison y Wallace, 1990 En: Dubinsky, 1990). Algunas veces la larva de *S. cubensis* se asienta junto a otra adulta y cuando esto sucede, los tejidos de los pólipos adyacentes se fusionan y sus exoesqueletos se juntan en un depósito calcáreo común. Lo anterior nunca se ha observado para *S. lacera*. Ocasionalmente *S. lacera* se puede encontrar junto a *S. cubensis*, pero esta última siempre presenta lesiones en el tejido (Lang, 1971).

En cuanto a su reproducción, una investigación llevada a cabo con *S. wellsi*, demostró que estas especies son incubadoras hermafroditas. La mayoría de los individuos contienen simultáneamente oocitos en diferentes estados de desarrollo y/o espermarios y plánulas (Pires *et al.*, 2000). Los periodos más probables para que ocurra la liberación de gametos y de larvas son durante el calentamiento de aguas y cuando la luz del día aumenta su duración (Pires *et al.*,

1999 En: Pires *et al.*, 2000). El desarrollo de la espermatogénesis dura un mes mientras que el de las plánulas ocurre entre 10 y 11 meses (Pires *et al.*, 2000). Las larvas incubadas pueden a veces asentarse horas después de haber sido liberadas (Szmant 1986).

Sus principales competidores naturales son especies de rápida calcificación con crecimiento folioso o ramificado. Los corales foliosos como las que pertenecen a los géneros *Agaricia* y *Helioseris* son dominantes en muchos hábitats de arrecifes profundos (Goreau y Hartman, 1963 En: Lang, 1971) y pueden crecer a expensas de corales no agresivos arqueándose por encima cubriéndoles la luz.

Aunque existen diversos estudios que han registrado la presencia de *Scolymia* spp. a lo largo del Caribe, son pocos los que han tenido en cuenta su biología y prácticamente ninguno en donde se estudie su ecología. La mayoría de trabajos relacionados con arrecifes coralinos o comunidades coralinas solo reportan su presencia debido a que es un coral solitario, sin crecimiento masivo y que por ende no alcanza grandes tallas como especies masivas (e.g. *Colpophyllia natans*, *Diploria* spp. o *Siderastrea siderea*).

Las pocas investigaciones realizadas que han tenido en cuenta la presencia de ésta especie se han desarrollado en arrecifes coralinos o formaciones arrecifales de Jamaica, las Antillas Holandesas, Bermuda y Brasil (Lang, 1971; Bak, 1974; Fricke y Meischner 1985; Pires *et al.*, 2000). Estos estudios describen las zonas que habitan y su ordenamiento espacial sobre el sustrato. Los resultados más relevantes que han encontrado estos investigadores son: 1) dominan los hábitats profundos del arrecife entre grietas de las rocas y zonas con baja luminosidad, y 2) coexisten con corales de crecimiento folioso o monoespecíficamente formando agregaciones. Ningún estudio ha realizado análisis cuantitativos que permitan realizar comparaciones de abundancias o tallas.

En el Caribe colombiano se han llevado a cabo estudios que contemplan su abundancia pero en el contexto de estudios de la comunidad coralina. Vidal *et al.* (2005) obtuvieron para arrecifes profundos de Isla San Andrés una densidad absoluta y relativa de juveniles de *Scolymia* de 1,3 ind/m² y 15,3 % respectivamente, una frecuencia absoluta de 72,3 % y un total de

cobertura de 431 cm². Valores muy diferentes a los obtenidos por Villa (2001) y Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira (2003), quienes encontraron que *Scolymia* spp. presentaba una cobertura de 0,2 y 0,01 % en las bahías de Cinto y Chengue, respectivamente, considerándose especies que aportan poco a la cobertura coralina.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

4.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las actividades del hombre en los últimos 50 años han causado un deterioro significativo sobre los arrecifes coralinos que se manifiesta desde la reducción de la cobertura coralina hasta la extinción local de especies. Este detrimento ha propiciado la disminución en los bienes y servicios que prestan estos ecosistemas al hombre, lo cual ha obligado a generar estrategias de conservación tanto a nivel local como regional y mundial (Prahl y Erhardt, 1985; Wilkinson, 1992; Wolanski, 2001). Para establecer dichas estrategias es necesario tener un conocimiento íntegro sobre el funcionamiento de los ecosistemas arrecifales coralinos y por ende de las poblaciones que los componen. Los estudios poblacionales se han enfocado en especies de talla grande, coloniales y con deterioro evidente, dejando de lado a especies de talla pequeña y sin deterioro evidente como por ejemplo el género *Scolymia*. El conocimiento de atributos poblacionales de este género es la base para entender de manera integral cuales son los mecanismos que han propiciado su éxito en el arrecife. Por otra parte, el conocimiento de las estrategias de *Scolymia* aunado al de las demás especies coralinas permitirá entender como funcionamiento del ecosistema arrecifal y por ende tener bases sólidas para llevar a cabo propuestas de manejo y conservación específicas y adecuadas para las formaciones de Santa Marta. Por esta razón se llevó a cabo el estudio de aspectos ecológicos del género *Scolymia*, el cual no se ha estudiado en Colombia.

4.2 OBJETIVO GENERAL

Se pretende establecer algunos atributos de la estructura poblacional (abundancia, patrón de distribución y estructura de tallas) en formaciones coralinas del área de Santa Marta y el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNI).

4.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ❖ Evaluar la abundancia de *Scolymia* en las formaciones coralinas del área de Santa Marta.
- ❖ Determinar el patrón de disposición espacial que presenta *Scolymia* en las formaciones coralinas.
- ❖ Establecer el tamaño y la estructura de tallas de la población de *Scolymia* en el área de estudio.

5. HIPÓTESIS

- H₁: La abundancia de *Scolymia* será menor en aquellas formaciones coralinas por fuera del Parque Nacional Natural Tayrona, debido a que se presenta predominio del sustrato arenoso y formaciones coralinas en deterioro.
- H₂: El patrón de disposición espacial de las poblaciones de *Scolymia* en todos los sectores de muestreo será agregado debido al reclutamiento local, que propicia que los juveniles se establezcan en el mismo hábitat que los parentales.
- H₃: La estructura de tallas tendrá un sesgo positivo debido a una alta tasa de reclutamiento.
- H₄: En el Parque Nacional Natural Tayrona se encontraran las mayores tallas de *Scolymia* debido a que los sectores de muestreo tienen menor influencia de factores antropogénicos comparado con la Bahía de Gaira y la Bahía de Santa Marta.

6. METODOLOGÍA

6.1. ÁREA DE ESTUDIO

La región de Santa Marta está ubicada entre los 11° 15' – 11° 22' N y 73° 57' – 74° 12' W y comprende las bahías de Gaira, Santa Marta y el PNNT. Según Doolan y MacDonald (1976 En: Díaz *et al.*, 2000) los tipos de formaciones coralinas son arrecifes franjeantes, tapetes coralinos y parches coralinos que ocupan un total de 6,7 km² aproximadamente. Los mismos autores afirman que la morfología está determinada por la Sierra Nevada de Santa Marta, cuyas estribaciones entran en el mar formando bahías, ensenadas, cabos rocosos con acantilados e islotes. Solo en las porciones internas de bahías y ensenadas es posible encontrar ambientes sedimentarios, con playas arenosas, pequeñas lagunas costeras y desembocaduras de riachuelos temporales (Garzón-Ferreira y Cano, 1991 En: Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003). Debido a la cercanía de la Sierra Nevada de Santa Marta, la plataforma continental es bastante estrecha haciendo que el talud sea inclinado y se alcance rápidamente profundidades de más de 500 m (Doolan y MacDonald, 1976 En: Díaz *et al.*, 2000).

Tanto el clima como las condiciones oceanográficas de ambas zonas son muy similares en gran medida por la influencia de los vientos Alisios del nororiente. El clima del área puede calificarse como seco y cálido ya que entre diciembre y abril (época seca) la precipitación es baja (menos del 20% anual) y ocurre un aumento de los vientos Alisios. Mientras que entre mayo y noviembre (época lluviosa) la intensidad de los vientos disminuye y se da una mayor precipitación (52% del total anual), especialmente entre septiembre y noviembre (Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003). La precipitación anual promedio está alrededor de los 350 mm y el promedio anual de temperatura del agua es de 27 °C (Salzwedel y Müller, 1983).

Paralelo a la variación climática, las condiciones oceanográficas también muestran una marcada variación en las dos épocas del año, relacionada con los vientos Alisios y las lluvias. Durante la época seca, ocurre el fenómeno de surgencia costera, como consecuencia de los fuertes vientos

que conllevan al transporte de aguas profundas a la superficie (Bula-Meyer, 1977). Este surgimiento de aguas profundas hace que la temperatura del agua descienda y la salinidad aumente. En la época lluviosa, las aguas costeras se ven afectadas por corrientes cálidas de salinidades bajas procedentes del suroccidente, cargadas de sedimentos, materiales orgánicos y basuras (Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003).

Los muestreos se llevaron a cabo en ocho sectores, cada uno con diferente número de estaciones dependiendo de la heterogeneidad del sector. En total fueron 15 estaciones entre la Bahía de Gaira (Isla Pelicano y Playa Blanca), Bahía de Santa Marta (Morro Grande y Morrito), Ensenada de Granate (Piedra del Medio y El Cantil), Isla Aguja (Punta Aguja, Calichán y Morrito Largo), Bahía Concha (Punta Vigía), Bahía Chengue (Punta Chengue), Bahía Gayraca (Punta Gayraca) y Bahía Neguanje (Piedra del Ahogado) (Figura 1). Las estaciones de Piedra del Medio y El Cantil se dividieron en dos debido a que cada una presentaba una zona expuesta (expresada con 1) y una zona protegida (expresado con 2).

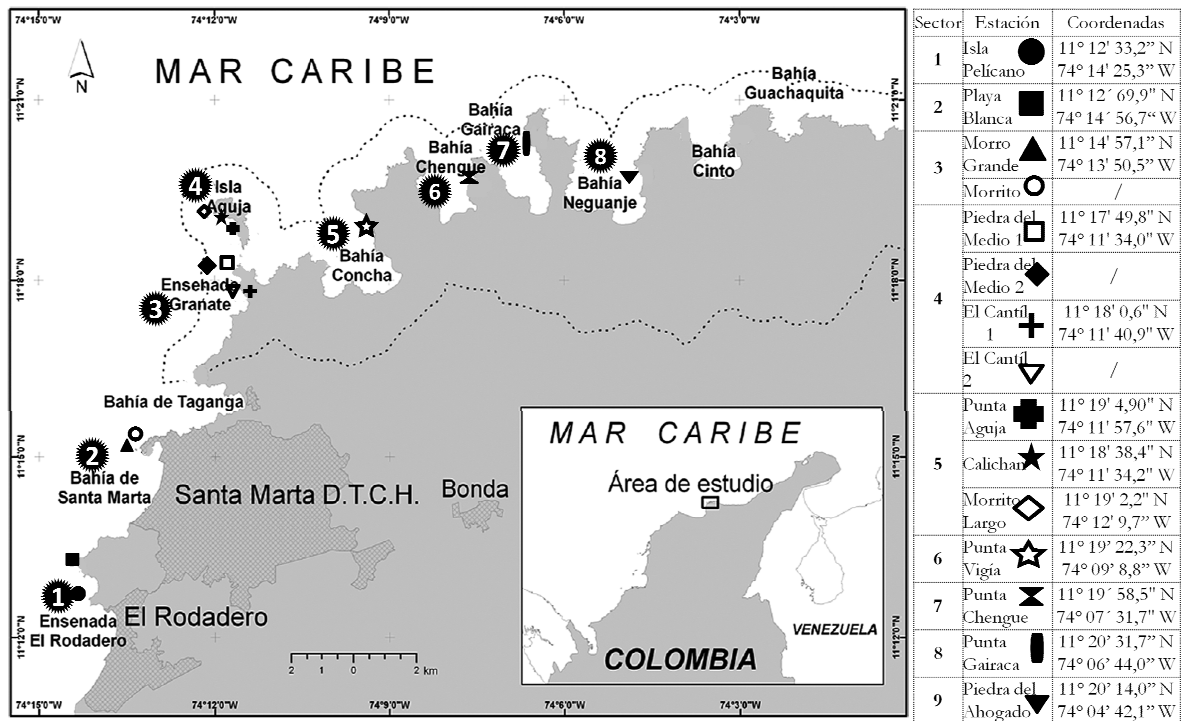


Figura 1. Ubicación de los sectores de muestreo (números del uno al nueve) con sus respectivas estaciones y coordenadas dentro del área de estudio. 1: Bahía de Gaira, 2: Bahía de Santa Marta, 3: Bahía Granate, 4: Isla Aguja, 5: Bahía de Concha, 6: Bahía de Chengue, 7: Bahía Gayraca, 8: Bahía Neguanje. El área punteada corresponde al Parque Nacional Natural Tayrona. Modificado de Olaya-Restrepo *et al.* (2008).

6.1.1. Bahía de Gaira y Santa Marta

La zona de Santa Marta comprende formaciones coralinas de la Bahía de Gaira y la Bahía de Santa Marta, muestreando en Isla Pelicano y Playa Blanca en la primera, y el Morro Grande en la segunda. Toda esta zona está influenciada por los aportes de agua dulce, sedimentos y coloides del Río Magdalena y los desagües de la Ciénaga Grande de Santa Marta cuando se desborda durante los inviernos fuertes. Todo lo descrito afecta las formaciones coralinas, limitando su desarrollo en plataformas submarinas y favoreciéndolo en las pendientes y paredes rocosas (Prahl y Erhardt, 1985).

6.1.1.1 Isla Pelicano

Ubicado en el extremo norte de la Bahía de Gaira a los 11° 3' N y 74° 14' W, emerge en forma de peñasco sobre el nivel del mar a 400 m de la línea de costa (Díazgranados *et al.*, 1995). Según Vergara (1997), presenta tres zonas diferenciadas por su composición y exposición a factores ambientales: (a) en los costados norte y sur existe heterogeneidad tanto en la rugosidad del sustrato como en especies de corales y se encuentra altamente expuesta al oleaje y las corrientes, (b) el oriental se caracteriza por presentar baja riqueza de especies coralinas y estar afectado por las actividades antropogénicas y (c) el occidental posee mayor número de colonias coralinas en una pendiente pronunciada y está protegida de las corrientes y el oleaje proveniente del norte. Según López y Rendón (1998) las formaciones coralinas están conformadas en su mayoría por colonias aisladas de *C. natans*, *S. siderea* y *M. cavernosa* ubicadas sobre sustrato arenoso.

6.1.1.2 Playa Blanca

Con un área de 5 km² aproximadamente, esta playa es de conformación abierta y la línea costera limitada al norte y al sur por formaciones rocosas, predominando en su parte central una playa arenosa (Franco, 1983 En: Hartmann, 2000). La presencia de corales es mayor a mayor distancia de la costa ya que, cerca de la costa ocurre deterioro a causa de fuentes de

contaminación como la alta sedimentación y la descarga de materia orgánica (López y Rendón, 1998). Esto es confirmado por Camacho y Uribe (1999), quienes constatan la presencia de ensamblajes algales principalmente sobre el sustrato coralino muerto.

Impactos antropogénicos como la pesca con arpón y artes tradicionales, sumado a actividades de navegación, buceo y desechos domésticos, se convierten en factores estresantes (Alvarado, 1992) para la comunidad coralina aumentando este gradiente. A pesar de esto, la formación coralina es similar a la de El Morro de Gaira, compuesta en su mayoría por colonias de *C. natans* y *M. cavernosa* que yacen sobre un sustrato predominante de roca metamórfica y coral muerto (López y Rendón, 1998).

6.1.1.3 Morro Grande

Localizado a aproximadamente 1.500 m al oeste de Punta Betín, este islote se caracteriza por ser de tipo rocoso de 500 m de largo (UNEP y IUCN, 1988) y 60 m de altura con formaciones coralinas sobre los costados occidental y sur. Estas alcanzan una profundidad de 40 m en donde hasta los 7 m los sustratos están colonizados por corales como *A. agaricetes*, *D. strigosa*, *Millepora squarrosa*, *M. alcornis*, *M. complanata* y *S. lacera*. Después de los 7 m, el talud desciende hasta los 20 m y luego cae perpendicularmente hasta los 30 m (Prahly y Erhardt, 1985). En esta pared perpendicular, según la UNEP y la IUCN (1988) predomina *M. cavernosa* con una cobertura de coral vivo de casi 50 %, mientras que Prahly y Erhardt (1985) afirman que se encuentra colonizada en su mayoría por *A. lamarcki* casi hasta los 40 m, ya que el crecimiento coralino está limitado por corrientes de aguas frías del mar abierto y por procesos de sedimentación.

6.1.2. Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT)

Su posición geográfica se encuentra entre los 11° 16' – 11° 23' N y los 73° 53' – 74° 12' W en la costa del Departamento de Magdalena al este de la ciudad de Santa Marta extendiéndose hasta el Río Piedras con un área total de 15.000 ha (UNEP y IUCN, 1988). La costa rocosa es abrupta y forma bahías y ensenadas, donde el agua es clara y calma, hasta líneas rectas de costa

que reciben directamente el impacto de las olas (Garzón-Ferreira y Cano, 1990 En: Villa, 2001). Es una de las más diversas zonas de la costa caribeña colombiana por estar influenciada directamente por las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta que llegan hasta el mar y crean una inmensa variabilidad de hábitats (Werding y Erhardt, 1976; Gonzales y Rojas, 1999). El muestreo incluyó las bahías y ensenadas de Concha, Chengue, Gayraca, Neguange y Cinto y el islote rocoso denominado Isla Aguja que representa una prolongación interrumpida de las estribaciones montañosas. Las bahías y ensenadas se encuentran abiertas hacia el norte y los costados occidentales de cada una están formados por playas y litorales rocosos expuestas a fuertes grados de oleaje, a diferencia de los costados orientales que se caracterizan por estar protegidos (Díaz *et al.*, 2000).

6.1.2.1 Bahía de Granate

Está protegida por la Punta de La Aguja del efecto directo del oleaje y los vientos Alisios del noreste y se diferencia en cuanto a formaciones coralinas en dos zonas. La zona central es arenosa y somera con bordes rocosos que presentan comunidades coralinas de baja riqueza hasta los 25 m. Por otra parte, el costado occidental, se compone de sustrato rocoso coralino que llega hasta los 30 m de profundidad sobre el cual aparecen amplios parches del coral ahermatípico *Tubastrea aurea* de hasta 90 m² (Prahl y Erhardt, 1985) o de *T. tenuilamellosa* según la UNEP y la IUCN (1988) interrumpido por numerosos octocorales (Leal y Maldonado, 2003) y pequeñas colonias coralinas de múltiples especies, de las cuales se destacan *Porites astreoides*, *A. agaricetes*, *D. clivosa*, *D. labyrinthiformis* y *S. radians* (Prahl y Erhardt, 1985). La marcada diferencia entre las zonas puede estar determinada por factores abióticos relacionados con el movimiento del agua, como la reducida recirculación de nutrientes, baja oxigenación y el recalentamiento del agua que ocurre en la zona central por estar menos expuesta que la occidental a los vientos (Prahl y Erhardt, 1985).

6.1.2.2 Isla Aguja

Es una porción de tierra emergida, con una altura de 100 m en un sector protegido por el oleaje. El agua es clara y sin corrientes importantes, exceptuando cuando se presenta la

contracorriente del suroccidente. El sustrato rocoso – coralino llega hasta 45 m de profundidad y la pendiente del fondo es más pronunciada que en el sublitoral de las bahías y ensenadas. Las formaciones coralinas se presentan a partir de unos 5 m de profundidad, asociados a formaciones rocosas costeras, alcanzan su máximo desarrollo entre 10 y 20 m. El relieve del sector está determinado por formas de crecimiento masivas. Las especies más sobresalientes por alcanzar mayores tamaño son *M. annularis* y *C. natans*, otros géneros representativos son *Stephanocoenia*, *Diploria*, *Siderastrea* y *Solenastrea* (Botero, 1987).

6.1.2.3 Bahía de Concha

Ocupa un área total de 4'710.000 m², está expuesta al oleaje moderadamente fuerte y sus aguas son predominantemente transparentes. En su interior existen varias playas, que en total suman una longitud aproximada de 2.400 m con un ancho de 2.000 m. Su profundidad es considerada la mayor dentro del Parque y tiene una media entre 25 y 30 m, la cual predomina en el costado oeste (Camacho y Galvis, 1980).

Según Prahly y Erhardt (1985) la Ensenada de Concha no presenta condiciones favorables para el desarrollo de comunidades coralinas, ya que los estudios que se han llevado a cabo a través de los años, demuestran que salvo un pequeño arrecife costero de *P. porites* que hoy en día ha desaparecido por la actividad de los turistas, no se han señalado formaciones arrecifales propiamente dichas. La UNEP y la IUCN (1988) afirman que este arrecife era plano, de entre 10 y 30 m de ancho comenzando a 30 cm de profundidad hasta unos 8 m. La autora le atribuye la baja riqueza de corales en la zona a procesos de sedimentación. Sin embargo, se han registrado pequeñas colonias de *Acropora palmata* y *A. cervicornis* en forma aislada, como también colonias de *Manicina areolata* y *Meandrina meandrites* en el sustrato arenoso del centro de la ensenada (Prahly y Erhardt, 1985).

6.1.2.4 Bahía de Chengue

Con una longitud de 2,5 km (Werding y Erhardt, 1976), la mayor parte del fondo de esta ensenada es arenoso. En los sectores oriental y suroriental de la Ensenada, donde los fondos

son someros y la influencia del oleaje generado por los vientos Alisios es baja, se han desarrollado lagunas costeras, manglares, praderas de pastos marinos y arrecifes de coral, mientras que las comunidades de fondos rocosos son las dominantes en los sectores costeros occidentales sometidos a fuerte oleaje (Rodríguez-Ramírez y Garzón-Ferreira, 2003).

Por lo anterior, presenta una composición de la comunidad coralina diferente para sus costas occidental y oriental. La primera se caracteriza por tener una fosa que corre paralela a la costa arenosa producida por la turbulencia de las olas, después de la cual aparece una pradera de *Thalassia testudinum* sobre una plataforma de sustrato arenoso sobre la cual aparecen colonias de *M. areolata*, *Cladocora arbuscula* y *S. radians*. Después de la plataforma aparece otra fosa y luego una cresta arrecifal dominada por *A. palmata* y *A. cervicornis*. Las paredes de la cresta que dan hacia la fosa las ocupan colonias de *A. tenuifolia* y *Millepora* spp. mientras que al otro lado, sobre la pared del talud crecen grandes colonias de *C. natans* y *S. siderea* (Prahl y Erhardt, 1985; UNEP y IUCN, 1988).

A diferencia de la costa occidental, que recibe el embate directo del oleaje y del viento, Prahl y Erhardt (1985) afirman que las formaciones coralinas de la costa oriental están protegidas de estos factores haciendo que la estructura de la comunidad coralina difiera considerablemente. Explican que la formación se inicia desde la orilla, con un pequeño acantilado de 3 m de profundidad cuyas paredes están cubiertas por *A. agaricetes*, *S. radians*, *D. clivosa* y *Favia fragum*. Después de los 5 m, hay un declive que desciende hasta los 25 m, dominado por múltiples especies coralinas, entre las que se destacan *C. natans*, *M. cavernosa* y *M. meandrites* y especies de los géneros *Acropora*, *Agaricia*, *Porites*, *Diploria* y *Millepora*.

6.1.2.5 Bahía Gayraca

Es una bahía localizada a unos 13 km por vía marítima de Santa Marta (Garcés, 2000) donde los parches coralinos se originan del cinturón rocoso costero, presentándose un talud de pendiente media-suave. La franja superior la domina *A. palmata* entre los 3 y 6 m de profundidad, la cual va seguida por un talud de cabezas de *M. annularis*, *S. radians*, *C. natans* y *D.*

strigosa, seguido de *M. cavernosa* y *Millepora* spp. y *M. meandrites* hasta los 15 m (Garzón Ferreira y Cano, 1991 En: Garcés, 2000).

6.1.2.6 Bahía Neguange

Es la bahía más grande del PNNT y a diferencia de las características fisiográficas de las demás bahías, tiene las playas interiores más expuestas al oleaje. Su costado occidental está conformado en su mayoría por litoral rocoso con una pequeña playa arenosa. Al oriente está playa Cristal, la cual se caracteriza por estar protegida del oleaje, tener abundantes sedimentos finos y presentar una variedad de ecosistemas (Garzón-Ferreira y Cano, 1990 En: González y Rojas, 1999; Werding y Erhardt, 1976).

En las zonas protegidas de la Bahía, las formaciones coralinas son más complejas y diversas, donde se pueden encontrar colonias de *A. palmata*, *A. cervicornis* y *Millepora* spp., que actúan como rompeolas y brindan protección contra la erosión de la costa adyacente (Díaz *et al.*, 2000).

6.2 FASE DE CAMPO

En cada una de las estaciones establecidas se realizaron inmersiones haciendo uso del equipo para buceo autónomo, donde se dispuso de una manera paralela a la costa un transecto de banda de 2 x 30 m entre 10 y 15 m de profundidad (estrato donde ha habido observaciones de la presencia de este género) dividido en cinco (5) parcelas (de 2 x 6 m).

Para evaluar la abundancia, se realizó un conteo de los individuos en cada transecto de banda. Para evitar el error de borde, se contabilizaron todos los ejemplares que se encontraron parcial o totalmente dentro del área establecida.

Para determinar el patrón de distribución, se escogieron 20 puntos al azar en el transecto central. Se midió la distancia de cada punto hasta el individuo más cercano (r_1) y de este individuo hasta su vecino más cercano (r_2) (Krebs, 1999) (Figura 2). Se tomaron fotografías de cada uno de los individuos encontrados, colocando una cinta métrica a su lado para tener una escala que permitiera determinar posteriormente el área de cada individuo y corroborar observaciones de campo (*e.g.* organismos asociados o tipo de sustrato).

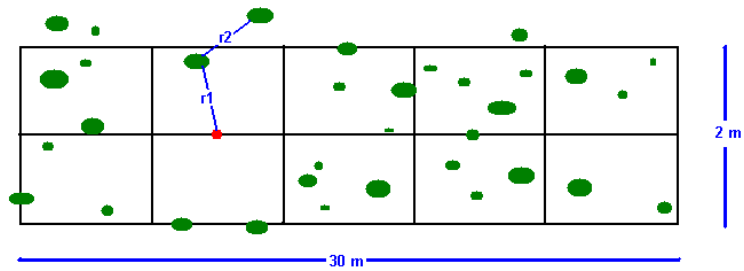


Figura 2. Ilustración de un transecto de banda y de la medición de las distancias. Los recuadros hacen referencia a réplicas de un transecto de banda, ● son los individuos, r1 es la distancia al individuo más cercano y r2 la distancia al vecino más cercano.

6.3 FASE DE GABINETE

En primer lugar se realizó un análisis exploratorio de los datos usando como medida de tendencia central el promedio y como medida de variabilidad el error estándar (Zar, 1999; Cumming *et al.*, 2007).

La abundancia se expresó como la densidad, en individuos/m², mediante la ecuación:

$$d = \frac{\text{Número de individuos}}{\text{Área muestreada}}$$

La determinación del patrón de distribución de cada estación se realizó aplicando la prueba de Hopkins (1954 En: Krebs, 1999) mediante el procedimiento de Byth y Ripley basada en que si una población tiene un patrón al azar, la distribución de la distancia desde un punto al azar hasta el individuo más cercano (r1) es idéntica a la distribución de distancias de un individuo al azar hasta su vecino más cercano (r2) (Rabinovich, 1978). Por lo tanto, se calculó el índice mediante la ecuación:

$$b = \frac{\sum W1}{\sum W2}$$

donde $W1$ y $W2$ es el cuadrado de r1 y r2, respectivamente.

Hopkins demostró que b está distribuida como F con $2n$ (siendo n el número total de individuos) grados de libertad en el numerador y lo mismo en el denominador, de manera que la prueba F es una prueba a dos colas, en donde b será significativamente pequeña si hay uniformidad y elevada si hay agregación. De este modo, bajo la hipótesis nula de un arreglo agregado, fue necesario determinar en una tabla F (distribución de Fisher), los valores de $F_{0,025}$ y el $F_{0,975}$. Por ende, si b era menor a $F_{0,025}$ se rechazaba la hipótesis nula de un patrón azaroso en favor de uno uniforme y si b era mayor a $F_{0,975}$ se rechazaba la hipótesis nula en favor de un patrón agregado; y si se encontraba dentro del rango no se rechazaba la hipótesis nula (Krebs, 1999).

6.3.1. Estructura de tallas

El análisis de la estructura de tallas se hizo con base al área proyectada (A) de cada individuo obtenida de la fotografía de cada individuo en el programa ImageJ.

Para establecer y analizar la estructura de tallas de las poblaciones objeto de estudio se graficaron histogramas de frecuencia por estación. Siguiendo lo recomendado por Meesters *et al.* (2001) cuando hay predominio evidente de algunas tallas, los datos se transformaron logarítmicamente (en base 10) para reducir la no-normalidad y la heterocedasticidad. Se calcularon el sesgo (g_1), la kurtosis (g_2) y la desviación estándar como atributos de distribución indicadores del estado poblacional. El número de clases (k) se determinó siguiendo la fórmula propuesta por Sturges expuesta en Daniel (2004) dada por:

$$k = 1 + 3,322(\log x)$$

donde x es el número de valores en el conjunto de datos en observación, o para este caso específico, el número de áreas calculadas.

En cuanto a la amplitud de las clases, se calcularon dividiendo el rango de datos (R) entre k , dada por:

$$w = \frac{R}{k}$$

El transecto de banda dispuesto en las estaciones de Morro Grande y Morrito no se dividió en réplicas, por lo tanto estas estaciones no fueron incluidas para el análisis estadístico de la abundancia.

Después de determinar la normalidad de los datos (Shapiro-Wilks; $p > 0,05$) y la homogeneidad de varianzas (Bartlett; $p > 0,05$) se llevó a cabo un Análisis de Varianza (ANOVA) para evaluar si en la abundancia se presentaban diferencias espaciales (entre estaciones). Los datos de talla no se ajustaron a una distribución normal (aún siendo transformados) por lo cual se realizó una prueba de Kruskal-Wallis para determinar diferencias espaciales y *a posteriori* la prueba de Dunn para determinar específicamente los pares de estaciones que presentan tamaños significativamente distintos.

Los organismos asociados se establecieron a partir de las fotografías tomadas a los individuos en cada estación, se calculó la frecuencia relativa expresada en porcentaje (%) de cada categoría establecida. Las categorías establecidas fueron; corales, esponjas y macroalgas. Se consideró que los individuos de *Scolymia* estaban asociados a una o más categorías si tenían entre sí entre 0 y 5 cm de distancia.

7. RESULTADOS

7.1. ABUNDANCIA Y PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN

Se encontraron un total de 271 individuos de *Scolymia* en toda el área muestreada (780 m²). Las estaciones Morrito, Morro Grande, El Cantil 1 y Punta Gayraca tuvieron el mayor número de individuos, oscilando entre 27 y 30, mientras que en Piedra del Medio 1 y Punta Aguja se hallaron las menores abundancias con 13 y 11 respectivamente (Tabla 1). En dos sectores, Playa Blanca y Chengue, no se encontraron ejemplares de *Scolymia*.

La densidad promedio (calculado sin tener en cuenta los sectores donde no fue registrada *Scolymia*) fue de $0,35 \pm 0,03$ ind/m² (Anexo A), oscilando entre 0,18 y 0,50 ind/m² en Punta Aguja y El Cantil 1 respectivamente. No se presentaron diferencias espaciales estadísticamente significativas e ($F_{12, 377} = 0,78$; $p = 0,66$), indicando una distribución relativamente homogénea de la abundancia de *Scolymia* en la región de Santa Marta.

El patrón de distribución obtenido a partir del índice de Hopkins muestra que *Scolymia* se dispone de forma agregada en toda el área y en todas las estaciones por individual a excepción de El Cantil 2 y Punta Aguja, donde es al azar (Anexo B).

Tabla 1. Abundancia y patrón de distribución de *Scolymia* en las estaciones muestreadas.

Estación	n	Densidad (ind/m ²)	Patrón de distribución
Isla Pelicano	19	0,32	Agregado
Morro Grande	28	0,47	Agregado
Morrito	29	0,48	Agregado
Piedra del Medio 1	13	0,22	Agregado
Piedra del Medio 2	18	0,30	Agregado
El Cantil 1	30	0,50	Agregado
El Cantil 2	22	0,37	Al azar
Punta Aguja	11	0,18	Al azar
Calichan	17	0,28	Agregado
Morrito Largo	17	0,28	Agregado
Punta Vigía	22	0,37	Agregado
Piedra del Ahogado	18	0,30	Agregado
Punta Gayraca	27	0,45	Agregado
Total	271	0,35 ± 0,03	Agregado

7.2. TAMAÑO

Se midieron un total de 390 individuos de *Scolymia* que tuvieron una talla promedio de $15,73 \pm 1,71 \text{ cm}^2$, (Anexo C). El individuo de mayor tamaño midió $312,57 \text{ cm}^2$ (Punta Gayraca) y el de menor tuvo $0,39 \text{ cm}^2$ (Calichan).

Las estaciones Piedra del Medio 2, El Cantil 1 y Punta Gayraca tuvieron los mayores tamaños promedio con áreas promedio superiores 20 cm^2 . Punta Vigía y Morro Grande presentaron las menores tallas promedio con áreas inferiores a 10 cm^2 (Tabla 2).

La mayor diferencia de tamaño entre individuos se registró en las estaciones donde se encontraron los ejemplares más grandes; El Cantil 1 y Punta Gayraca, con rangos de $300,26 \text{ cm}^2$ y $311,79 \text{ cm}^2$ (Tabla 2).

Tabla 2. Estadígrafos de las áreas (cm^2) de individuos de *Scolymia* para cada estación.

Estación	n	$\bar{x} \pm \text{EE} (\text{cm}^2)$	Mínimo (cm^2)	Máximo (cm^2)
Isla Pelicano	25	$12,98 \pm 2,09$	1,15	39,3
Morro Grande	29	$9,20 \pm 1,27$	0,57	24,03
Morrito	29	$19,10 \pm 5,15$	2,45	133,96
Piedra del Medio 1	27	$15,15 \pm 5,31$	2,36	127,71
Piedra del Medio 2	25	$25,27 \pm 9,16$	1,04	199,78
El Cantil 1	30	$23,68 \pm 10,08$	0,86	301,12
El Cantil 2	29	$17,12 \pm 5,21$	2,20	155,04
Punta Aguja	23	$16,35 \pm 6,67$	2,04	161,71
Calichan	25	$16,30 \pm 9,04$	0,39	230,93
Morrito Largo	53	$10,80 \pm 2,85$	1,12	154,20
Punta Vigía	39	$8,23 \pm 3,26$	0,49	130,81
Piedra del Ahogado	27	$15,34 \pm 6,19$	0,86	162,83
Punta Gayraca	29	$22,82 \pm 10,93$	0,79	312,57
Total	390	$15,73 \pm 1,71$	0,39	312,57

El tamaño de los individuos de *Scolymia* presentó diferencias espaciales estadísticamente significativas ($H_{11} = 45,02$; $p = 3,2 \times 10^{-5}$). Según la prueba de Dunn, Punta Vigía difiere estadísticamente en el tamaño de los ejemplares con Isla Pelicano, Morrito, Piedra del Medio 2, El Cantil 1 y El Cantil 2 (Anexo D).

Con las 390 mediciones de talla (Anexo C) se establecieron seis clases de talla para todas las estaciones excepto para Morrito Largo, en la cual fueron siete. En términos generales, predominan las clases intermedias, sin embargo, en Isla Pelicano y Morro Grande la contribución al porcentaje de tallas grandes es considerable. En seis estaciones (Piedra del Medio 1, El Cantil 1, Punta Aguja, Calichan, Morrito Largo y Punta Vigía) no hubo representantes en la clase 5 y en ocho estaciones la clase 3 es la más frecuente (Figura 3).

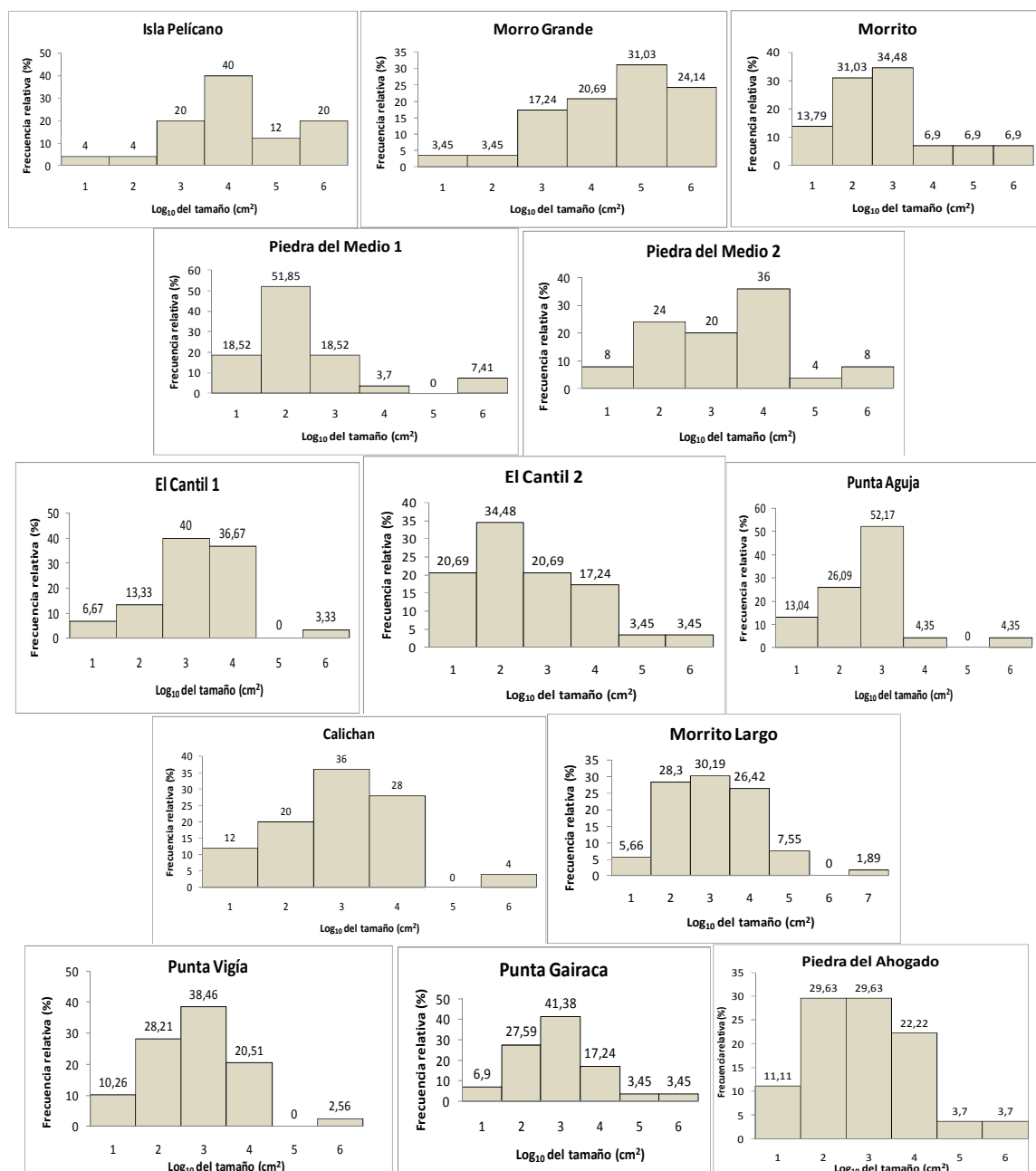


Figura 3. Distribución de frecuencias de la talla ($\log_{10} \text{cm}^2$) de *Scolymia* en las estaciones muestreadas.

Los parámetros como el sesgo (g_1), kurtosis (g_2) y desviación estándar fueron similares en términos generales. Cinco estaciones tuvieron sesgos positivos con desviaciones significativas ($g_1 \geq 0,70$), dos estaciones, Isla Pelicano y Morro Grande tuvieron sesgos negativos bajos y el resto presentaron sesgos positivos bajos. La kurtosis en todas las estaciones fue positiva indicando tendencia a la leptocurtosis, siendo en seis de ellas significativa ($g_2 > 2,0$).

Finalmente la desviación estándar tuvo valores bajos en todas las estaciones oscilando entre 0,36 y 0,59 en Morrito Largo y Calichan respectivamente (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros de distribución del tamaño de los individuos ($\log_{10} \text{ cm}^2$) para cada estación de muestreo. g1: Sesgo, g2: Kurtosis, S: Desviación estándar. *: Estadígrafos con desviaciones significativas.

Estación \ Parámetro	g1	g2	S
Isla Pelicano	-0,32	0,54	0,36
Morro Grande	-0,66	0,26	0,40
Morrito	0,95*	1,05	0,40
Piedra del Medio 1	1,74*	3,70*	0,39
Piedra del Medio 2	0,44	1,10	0,51
El Cantil 1	0,31	3,63*	0,44
El Cantil 2	0,74	1,23	0,40
Punta Aguja	1,27*	5,14*	0,37
Calichan	0,38	1,44	0,59
Morrito Largo	0,70*	2,88*	0,36
Punta Vigía	0,57	2,71*	0,43
Piedra del Ahogado	0,89	1,74	0,48
Punta Gayraca	0,90*	2,33*	0,52

7.3. SUSTRATO Y ORGANISMOS ASOCIADOS

Los individuos de *Scolymia* encontrados estaban asentados sobre superficies irregulares, en general sobre la zona vertical de las rocas (Figura 4, C) o en grietas de formaciones rocosas a lo largo del arrecife. Escasamente se le halló junto con otros corales (Figura 4, A, B, D) o sobre fondos arenosos (Figura 4, E). La mayoría de veces que se encontraba junto a otro coral era junto a conspecíficos (Figura 4, F), ya que la mayoría de las veces, los individuos se encontraban solos incrustados en la roca o en zonas colonizadas por algas costrosas. En términos generales, la mayoría de los ejemplares de *Scolymia* se encontraban aislados o junto a macroalgas (54,0 y 40,5 %, respectivamente), sobre todo costrosas. Con menor frecuencia, los ejemplares de *Scolymia* fueron observados un 9,6 % de las veces junto a otros corales y 3,3 % junto a esponjas (Tabla 4).

Tabla 4. Frecuencia relativa de organismos asociados a *Scolymia* en cada estación de muestreo.

Estación \ Categoría	Corales	Macroalgas	Esponjas	Sin asociación
Isla Pelicano	0,0	29,5	4,2	66,6
Morro Grande	16,7	37,5	4,1	55,2
Morrito	3,4	50,0	0,0	48,5
Piedra del Medio 1	16,7	46,7	0,0	58,5
Piedra del Medio 2	0,0	42,1	0,0	63,2
El Cantil 1	4,1	40,9	4,5	57,5
El Cantil 2	8,5	31,4	8,5	53,3
Punta Aguja	8,0	36,7	7,8	50,0
Calichan	11,0	38,0	0,0	60,2
Morrito Largo	9,6	45,1	3,0	49,3
Punta Vigía	12,8	28,2	2,6	58,5
Piedra del Ahogado	16,7	50,0	8,3	40,0
Punta Gayraca	18,0	51,0	0,0	41,2
Total	9,6	40,5	3,3	54,0

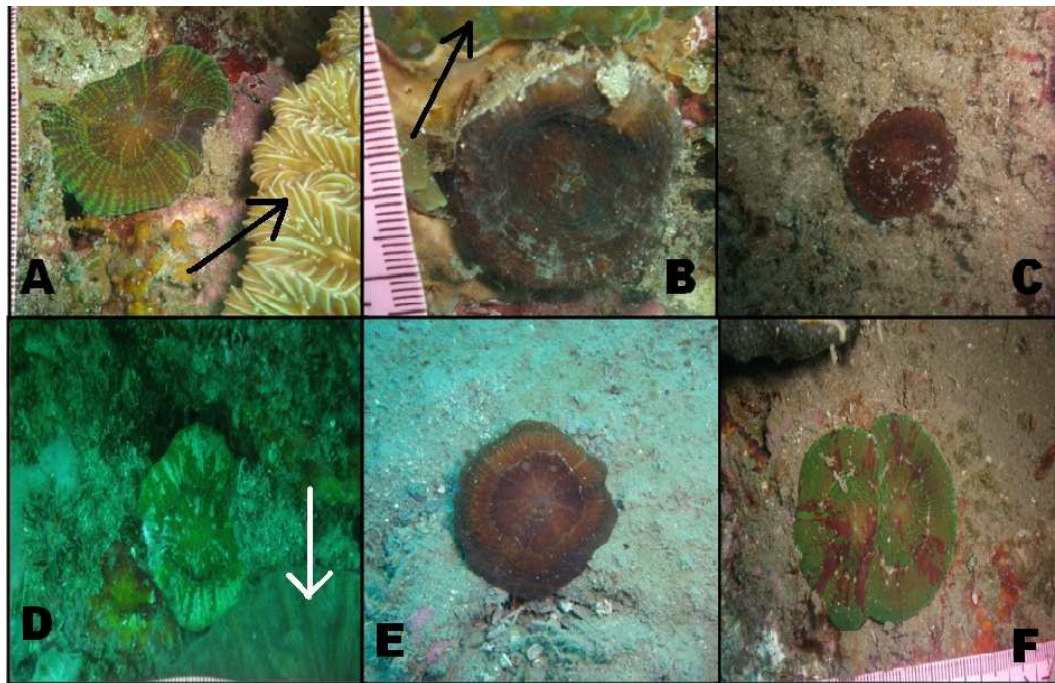


Figura 4. Fotografías de ejemplares de *Scolymia*. A: La flecha indica la presencia del coral *Meandrina meandrites*. B: La flecha señala el coral *Montastraea cavernosa*. C: Pólipo solitario sobre sustrato rocoso. D: La flecha indica al coral del género *Agaricia*. E: Pólipo solitario sobre fondo arenoso. F: Dos pólipos de *Scolymia* fusionados sobre sustrato rocoso.

8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Scolymia es un coral común pero no abundante en las formaciones arrecifales del área de Santa Marta. Como sus atributos biológicos y ecológicos no han sido descritos para esta zona del Caribe, su frecuencia en estas áreas coralinas ha pasado inadvertida en la comunidad científica. Por esta razón resulta difícil realizar una evaluación completa sobre su estado, que tenga en cuenta comparaciones y saber si ha variado su estructura poblacional en el tiempo. Sin embargo, los resultados obtenidos son evidencia de que este coral es típico en las comunidades coralinas de esta región.

En concordancia con Pires *et al.* (2000) la presencia de especies de este género fue frecuente pero no abundante. En las dos estaciones (Playa Blanca y Chengue) en que no se encontraron individuos, se debió posiblemente a la poca profundidad (< 10 m) de los sitios, ya que aunque han sido reportados en un amplio rango batimétrico en Colombia se han encontrado después de los 10 m de profundidad (Prahl y Erhardt, 1985; Reyes 2000). Este género se ha registrado hasta los 110 m (Laborel, 1967 En: Pires *et al.*, 2000) y autores como Bak (1974) y Rice (1984) afirman que son característicos de arrecifes profundos, frecuentes a los 26 m de profundidad y escasos en áreas coralinas menores de 15 m.

Un estudio que tiene en cuenta la abundancia de este género en Colombia, fue realizado en San Andrés por Vidal *et al.* (2005) en formaciones coralinas a mayor profundidad (20 m), en las que encontraron una densidad de juveniles de *Scolymia* de 1,3 ind/m², sin considerar los individuos adultos. Es difícil llegar a deducciones con base en este estudio porque en el presente estudio se tuvieron en cuenta solo colonias adultas. Sin embargo, las posibles diferencias pueden estar dadas porque San Andrés es una isla con una plataforma circundante de origen fundamentalmente coralino (Díaz *et al.*, 1995), mientras que en el área de Santa Marta, las formaciones coralinas son de tipo franjeante simple a sotavento (al oriente de las bahías), de bajo desarrollo (Martínez y Acosta, 2005), pequeñas, de parche y que por lo general tienen poca extensión (Díaz, 1998).

Contrario a lo que sucede en otras especies como *C. natans*, *M. cavernosa* y *D. clivosa* (Acevedo, 2010), la abundancia de *Scolymia* no varió entre las estaciones, a pesar de tratarse de un estudio que contemplaba áreas marinas protegidas y no protegidas, que están constantemente bajo presiones diferentes. Según Zea (1993), el bajo crecimiento y desarrollo coralino en estas áreas está principalmente limitado por el aporte de sedimentos y nutrientes provenientes de la Ciénaga Grande de Santa Marta, los ríos Gaira y Manzanares y las descargas de aguas residuales del Boquerón que propician disminución de la salinidad, incremento en la turbidez, la sedimentación y la concentración de nutrientes y un cambio en la temperatura. Esto implica que las aguas de estas áreas, generan un gradiente de perturbación que disminuye hacia el noreste (Acosta, 1989) y que junto con factores como la sobrepesca, la extracción de corales y arena, el turismo intensivo y las enfermedades están degradando paulatinamente las áreas coralinas del área (Garzón-Ferreira y Cano, 1991 En: Martínez y Acosta, 2005; Díaz *et al.* 1995; Connell, 1997).

El hecho de que la abundancia de esta especie es similar en toda el área y teniendo en cuenta que hay un marcado gradiente de afectación para el desarrollo coralino y una evidencia reciente de la diferencia del estado de estas formaciones coralinas permite inferir que la abundancia de *Scolymia* en esta área no está limitada por los factores descritos. Esta relativa baja abundancia se le puede atribuir a la profundidad en la que se encuentran estas formaciones coralinas, ya que como se mencionó, cuando son someras, la presencia de *Scolymia* disminuye, debido a que su mayor desarrollo se ha comprobado ocurre en aguas más profundas (cercasas a los 30 m) (Bak, 1974; Rice, 1984).

Lo anterior puede explicarse en las estrategias que tiene el género para tener éxito. Logan (1988) encontró que *S. cubensis* aumenta su eficiencia para deshacerse del sedimento asentándose sobre superficies inclinadas o adoptando un eje de crecimiento inclinado. Esta ventaja tiene importantes implicaciones en su supervivencia, ya que le permite habitar ambientes turbios (Loya, 1976b). De este modo, es válido asumir que la similar presencia de *Scolymia* en estas áreas coralinas se debe a su capacidad para soportar la sedimentación, pero su abundancia está limitada por la profundidad donde se presentan las características del hábitat que la favorecen (i. e. sustratos duros, oquedades y pendiente pronunciada).

La tendencia que tiene *Scolymia* para asentarse sobre superficies inclinadas fue evidente durante los muestreos. Así como lo afirman Fricke y Meischner (1985), Logan (1988) y Pires *et al.* (2000) los individuos se desarrollan sobre sustratos duros o rocosos con una pendiente pronunciada en donde los niveles de luminosidad son bajos. Según los resultados, *Scolymia* se encuentra asentada normalmente de manera solitaria sobre el sustrato rocoso. Solo el 9,6 % de las veces se le registró junto a otro coral, resultado que se le atribuye probablemente a su capacidad como fuerte competidor con otros corales. Lang (1971) definió una jerarquía de competencia entre más de 50 especies de coral del Caribe y encontró que *S. lacera*, por ejemplo, agrede a cualquier especie que no sea la suya desplegando los filamentos mesentéricos sobre el tejido del otro coral, impidiendo su desarrollo. Por otra parte, en un 40,5 % compartía el espacio con algas, en su mayoría costrosas, posiblemente debido a que estos espacios ofrecen condiciones de baja calidad en donde a otros corales, algas o inclusive otros organismos, les cuesta desarrollarse. De manera que su presencia en las áreas coralinas estudiadas está asociada a pequeñas zonas del sustrato rocoso, como grietas e inclinaciones, más que a otros organismos.

La forma en la que estaban distribuidos los individuos en las diferentes estaciones de muestreo demostraba preliminarmente un patrón de disposición agregado. Luego de realizar el análisis apropiado se comprobó la veracidad de dicha asunción ya que los resultados encontrados demuestran que *Scolymia* presenta esta distribución agregada en general y en 11 de las 13 estaciones. La distribución agregada es la más común en la naturaleza, ya que se presenta un ambiente heterogéneo espacialmente en el cual los organismos encuentran sitios con buenas condiciones para el desarrollo de las especies y otros con condiciones menos adecuadas (Rabinovich, 1978; Krebs, 1999). Además, las especies tienen relaciones positivas entre sí que hacen que se junten y relaciones antagónicas que los aíslan (Rabinovich, 1978).

La manera que tiene *Scolymia* para distribuirse en el espacio se debe a tres características particulares: (a) por estrategias reproductivas (Logan, 1988), (b) comportamiento larval (Best, 1970; Zibrowius, 1980 En: Logan, 1988) y (c) capacidad de fusión (Lang, 1971). En temas de reproducción, *S. cubensis* tiene la capacidad de hacerlo tanto asexual como sexualmente.

Mediante la gemación, se desarrolla un nuevo pólipo y puede darse tanto intratentacular como extratentacularmente (Logan, 1988). Según Pires *et al.* (2000) la reproducción sexual de *S. wellsi* se da mediante la incubación, en donde las larvas liberadas se pueden establecer rápidamente, aparentemente en aquellos sitios en donde los adultos fueron exitosos formando agregaciones. Encontrar a dos individuos de *S. cubensis* de origen diferente que se han asentado juntos son comunes (Logan, 1988). Se han enunciado teorías similares tanto para corales solitarios como coloniales y se le atribuye esta característica a un comportamiento de agregación de las larvas (Best, 1970; Zibrowius, 1980 En: Logan, 1988). Finalmente, individuos que se asientan con gran cercanía tienen la capacidad para fusionarse en diferentes niveles, de tejido o esqueleto. Cuando los coralites se fusionan, sus esqueletos quedan unidos por un depósito calcáreo común (Lang, 1971).

Otra explicación al patrón de distribución agregado es la alta agresividad que tiene *Scolymia* frente a otros corales. Especies de las familias Mussidae, Meandrinidae y Faviidae, todas del suborden Faviina (Veron, 2000), son consideradas como las más agresivas dentro del ensamblaje de los escleractíneos, de las cuales *S. lacera* y *Mussa angulosa* (Familia Mussidae) están clasificados en la cumbre de la jerarquía de agresividad (Lang, 1973). Sin embargo, de acuerdo con Fricke y Meischner (1985), la importancia de interacciones interespecíficas entre corales como una fuerza estructural para las comunidades coralinas es mínima, ya que en realidad no hay una correlación entre dominancia y agresividad. Por lo cual el hecho de ser buen competidor no garantiza el éxito para dominar un determinado espacio.

El hecho que *Scolymia* tenga adaptaciones para soportar descargas de sedimentos en el agua, una baja pero efectiva reproducción, sumado a mecanismos de protección mediante la agresión, da indicios sobre los tamaños que pueda llegar a tener. Bajo la asunción de que cada organismo, o en este caso un individuo o una colonia, tiene un presupuesto energético con el que puede cumplir sus funciones vitales (Rice, 1984), entonces cada especie cuenta con una forma para invertirla. Las tallas de *Scolymia* encontradas no superaron los 320 cm², tamaño que si se compara con otros corales escleractíneos resultaría significativamente bajo (la mayoría son coloniales). Esto significa que su pequeño tamaño podría ser el resultado de múltiples factores de su estrategia de vida.

Leuzinger *et al.* (2003) en una investigación sobre el índice gonadosomático de algunos corales, encontraron que los que pertenecían a las familias Mussidae y Faviidae (típicos buenos competidores en interacciones agresivas directas) tenían los índices más bajos. Los autores sugirieron que estas especies posiblemente desviaban la energía de la reproducción y el crecimiento, y la canalizaban hacia la competencia. Afirman que es una inversión común para corales de lento crecimiento (buenos competidores) en contraste con los de rápido crecimiento (malos competidores). De manera similar, investigaciones realizadas por Dodge *et al.* (1974 En: Rice, 1984) indicaron que hay una relación inversa entre el crecimiento de corales y altos niveles de sedimentación. Según Rice (1984), esto pasa porque este aumento obliga a los corales a incrementar su actividad de limpieza. Si la energía invertida es lo suficientemente elevada, el crecimiento se ve comprometido. Por lo cual, es posible asumir que *Scolymia* tiene estrategias de vida que favorecen actividades de limpieza y competencia a expensas de tener un tamaño pequeño.

En los histogramas de frecuencias se evidenció que las clases de talla intermedias dominan sobre las pequeñas y grandes. Según el análisis de los histogramas de frecuencia en conjunto con los parámetros de distribución propuestos por Meesters *et al.* (2001), las poblaciones de *Scolymia* tienen tendencia a ser estable y no presenta características tan marcadas de ambientes degradados. Estos autores demostraron que distribuciones normales logarítmicamente transformadas, como las obtenidas para nueve de las estaciones, caracterizan poblaciones saludables porque en corales normalmente el crecimiento temprano es exponencial y si se hace una curva de crecimiento resulta sigmoide (Loya 1976a). Por lo tanto hay una tendencia a que el comportamiento de una población se ajuste a este modelo. Adicionalmente, el sesgo para todas las estaciones fue bajo demostrando alta simetría, pero en Isla Pelicano y Morro Grande el sesgo fue ligeramente negativo demostrando que en estos sitios priman las tallas grandes sobre las pequeñas (indicio de poblaciones en ambientes degradados). Estos bajos valores del sesgo son característicos de poblaciones saludables porque ambientes deteriorados sesgan las poblaciones en la dirección contraria (negativamente) (Bak y Meesters, 1999) perjudicando el reclutamiento.

La kurtosis dio indicios contrarios porque suele ser muy alta y positiva en poblaciones de ambientes degradados ya que la supervivencia de juveniles y adultos grandes disminuye. En este estudio todos los valores fueron positivos, pero la mayoría fueron mayores a los obtenidos por Meesters *et al.* (2001). Solo en Isla Pelicano y Morro Grande la kurtosis fue menor a 1. Esto implica que la mayoría de las estaciones tienen una distribución centralizada en donde juveniles y adultos grandes se están viendo afectados. Finalmente la desviación estándar que suele ser elevada en poblaciones saludables (Meesters *et al.*, 2010) fue realmente baja para todos los sitios.

Las diferencias del tamaño entre las estaciones, sumado a la estructura de tallas y a los parámetros de distribución evaluados no evidencian un patrón espacial en el área. Las estaciones se asemejan y se diferencian en aspectos de una manera poca clara que según Moraes y Oliveira (2006), indica que la estructura poblacional es muy probable que esté influenciada por condiciones ambientales locales, más que por factores a gran escala. Es posible afirmar entonces que aunque la comunidad coralina se está viendo afectada gradualmente por factores como la sedimentación, en términos generales la población de *Scolymia* se mantiene estable pero con indicios de deterioro local.

9. CONCLUSIONES

- La presencia del género *Scolymia* en las áreas coralinas de Santa Marta es común y no difiere entre los sectores pertenecientes a áreas marinas protegidas o no protegidas.
- La principal razón para que *Scolymia* tenga un patrón de distribución agregado en las formaciones coralinas estudiadas es el reclutamiento local, que propicia que los juveniles se establezcan en el mismo hábitat que los parentales.
- La estructura de tallas para todas las estaciones no presentó ningún patrón evidente en relación con el gradiente de perturbación que hay en la zona. Aparentemente los indicios de degradación que se evidencia en algunos sectores se le atribuyen a perturbaciones locales.
- La población de *Scolymia* no tiene características propias de poblaciones típicas de ambientes degradados y puede ser considerada como una población estable en las formaciones coralinas de Santa Marta contrario a lo que se encuentra en especies coloniales.
- La presencia de *Scolymia* en las formaciones arrecifales estudiadas está asociada a grietas e inclinaciones del sustrato rocoso. Casi siempre se encuentra asentado de manera solitaria sin ninguna evidente asociación con otros organismos.

10. RECOMENDACIONES

- En primera instancia es indispensable que se lleven a cabo los estudios pertinentes para conocer el número de especies que tiene el género *Scolymia* en el área de Santa Marta y PNNT.
- Conociendo que *Scolymia* es típico de zonas arrecifales profundas y oscuras, es aconsejable llevar a cabo muestreos a mayores profundidades (más de 20 m) en aquellas áreas coralinas cuya extensión lo permitan.
- Se deben realizar investigaciones que contribuyan a esclarecer la problemática que existe en torno a la sistemática de *Scolymia* y conocer en realidad si en Caribe colombiano, existe una o más especies de este género.
- De acuerdo a las adaptaciones que tiene *Scolymia* para solventar perturbaciones como la ocasionada por la sedimentación, el hecho de considerar también la tasa de sedimentación en los sectores del área de Santa Marta serviría para facilitar el análisis.
- En la medida de lo posible, identificar los impactos locales que afectan cada sector del área de Santa Marta y someterlos a evaluación en función del desarrollo coralino, en este caso específico con *Scolymia*.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, D. 2010. Estado actual de las formaciones coralinas en la región de Santa Marta, Bahía de Gaira y el Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 80 p.
- Acosta, A. 1989. Composición y estructura de la comunidad de corales hermatípicos en tres zonas representativas de la región de Santa Marta (mar Caribe colombiano). Tesis de grado, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 242 p.
- Alvarado, E. M. 1992. Taller de arrecifes coralinos: Investigación y manejo. Boletín Ecotrópica: Ecosistemas tropicales, Suplemento 1. 85 p.
- Ardila, N., Navas, G.R. y J. Reyes. (Eds.). 2002. Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. INVEMAR, Ministerio de Medio Ambiente, Bogotá. 180 p.
- Bak, R. P. M. 1974. Ecological aspects of the distribution of reef corals in the Netherlands Antilles. Caribbean Marine Biological Institute, Curaçao, 45: 181-190.
- Bak, R. P. M. y E. H. Meesters. 1999. Population structure as a response of coral communities to global change. *American Zoologist*, 39: 56–65.
- Barnes, R. S. K. y R. N. Hughes. 1988. An introduction to marine ecology. Blackwell Science Ltd. 351 p.
- Begon, M., Mortimer, M. y D. Thompson. 1996. Population ecology: a unified study of animals and plants. Tercera Edición. Blackwell Science Ltd. 247 p.
- Blanco, J. A., Díaz, J.M., Ramírez, G. y L. M. Cortés. 1994. El banco de Las Ánimas: una amplia formación arrecifal desarrollada sobre un antiguo delta del Río Magdalena. *Boletín Ecotrópica*, 27: 10-18.
- Botero, L. 1987. Zonación de octocorales Gorgonáceos en el área de Santa Marta y Parque Nacional Natural Tayrona, Costa Caribe colombiana. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín*, 17: 61-80.
- Budd, A.F. y J. Stolarski. 2009. Searching for new morphological characters in scleractinian reef corals: comparison of septal teeth and granules between Atlantic and Pacific Mussidae. *Acta Zoológica, Estocolmo*, 90: 142–165.
- Bula-Meyer, G. 1977. Algas marinas bénticas indicadoras de un área afectada por aguas de surgencia frente a la costa Caribe de Colombia. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín*, 9: 45-71.

- Camacho, L. M. y O. Galvis. 1980. "Bahía Concha, aportes ecológicos" Parque Nacional Natural Tayrona, Mag., Colombia. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 81 p.
- Camacho, O. M. y M. A. Uribe. 1999. Caracterización de los ensamblajes de algas asociados a cabezas del coral escleractíneo *Colpophyllia natans* (Houttuyn, 1772) durante Febrero-Marzo del año 2000 en Playa Blanca, Bahía Gaira, Caribe colombiano. Seminario de Investigación, Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 41 p.
- Connell, J. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science*, 199: 1302-1310.
- Connell, J. 1997. Disturbance and recovery of coral assemblages. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*. Panamá. 1: 9-22.
- Cumming, G., Fidler, F. y D. L. Vaux. 2007. Error bars in experimental biology. *Journal of Cell Biology*. 177: 7-11.
- Daniel, W. W. 2004. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Cuarta Edición. Editorial Limusa. México, D. F. pág 18.
- Díaz, J.M., J. Garzón-Ferreira y 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*, Bogotá. 7: 1-150.
- Díaz, J. M. 1998. Los arrecifes coralinos del Caribe colombiano. En: Manejo de ecosistemas de manglar y arrecifes de coral. Minambiente-ICFES BID. 49-56.
- Díaz, J., Barrios, L., Cendales, M., Garzón-Ferreira, J., Geister, J., López-Victoria, M., Ospina, G., Parra-Velandia, F., Pinzón, J., Vargas-Ángel, B., Zapata, F. y S. Zea. 2000. Áreas coralinas de Colombia. INVEMAR. Serie de Publicaciones Especiales No. 5, Santa Marta. 176 p.
- Díazgranados, M. C., Martínez, A. M. y A. Franco. Distribución vertical de la comunidad coralina (Anthozoa: Scleractinia e Hidrozoa: Hidrocorallina) en el Morrito de Gaira, Santa Marta, Caribe colombiano. Seminario de Investigación, Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 67 p.
- FAO. 2007. Fisheries and Aquaculture Information and Statistics Service. Capture production 1950-2005. Roma. 155 p.
- Fricke, H. y D. Meischner. 1985. Depth limits of Bermudan scleractinian corals: a submersible survey. *Marine Biology*. 88: 175-187.

- Garcés, A. M. 2000. Desarrollo de la enfermedad de lunares oscuros en los corales pétreos *Montastraea annularis* y *Siderastrea siderea* en la bahía de Gayraca, Caribe colombiano. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 101 p.
- Geister, J. 1977. The influence of wave exposure on the ecological zonation of Caribbean coral reefs. Proc. 3th Int. Coral Reefs Symposium. Miami. 1: 23-29.
- González, M. y A. Rojas. 1999. Descripción del arrecife coralino costero y parches coralinos frente a la playa del Muerto con énfasis en las poblaciones de coral escleractíneo (Bahía Neguange, Parque Nacional Natural Tayrona). Seminario de investigación, Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 36 p.
- Harrison, P.L. y C.C. Wallace. 1990. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals. Capítulo 5. En: Dubinsky, Z. 1990. Coral Reefs. Elsevier, Amsterdam, 25: 133-207.
- Hartmann, C. 2000. Monitoreo del Crecimiento de las especies coralinas *Colpophyllia natans* (Houttuyn) y *Montastraea cavernosa* (Linnaeus) en Playa Blanca (Bahía de Gaira), Caribe colombiano. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 132 p.
- Humann, P. y N. Deloach. 2002. Reef coral identification. New World Publications, Inc. USA. 239 p.
- Knowlton, N. 2001. The future of coral reefs. Proceedings of the National Academy of Science. United States of America, 98: 5419-5425.
- Krebs, C. J. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. Segunda Edición Harla, S.A. 753 p.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological methodology. AddisonWesley Longman Inc. New York, 620 p.
- Lang, J.C. 1971. Interspecific aggression by scleractinian corals. 1. The rediscovery of *Scolymia cubensis* (Milne-Edwards and Haime). Bulletin of Marine Science. 21: 952-959.
- Lang, J.C. 1973. Interspecific aggression by scleractinian corals. 2. Why the race is not only to the swift. Bulletin of Marine Science. 23: 260-279.
- Leal, L. M. y L. F. Maldonado. 2003. Evaluación del estado de salud de los corales presentes en algunos sitios de buceo del Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 139 p.
- Leuzinger, S., Anthony, K. y B. Willis. 2003. Reproductive energy investment in corals: scaling with module size. Oecologia. Ecophysiology. 136: 524-531.

- Logan, A. 1988. Budding and fusion in the scleractinian coral *Scolymia cubensis* (Milne Edwards y Haime) from Bermuda. *Bulletin of Marine Science*. 42: 145-149.
- López, L. y M. Rendón. 1998. Estructura, distribución y estado actual de las comunidades coralinas de la ensenada de El Rodadero, Caribe colombiano. Seminario de Investigación II, Facultad de Biología Marina. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 42 p.
- Loya, Y. 1976. a. The Red Sea coral *Stylophora pistillata* is an r-strategist. *Nature* 259:478–480.
- Loya, Y. 1976. b. Effects of water turbidity and sedimentation on the community structure of Puerto Rico corals. *Bulletin of Marine Science*. 26: 450-466.
- Martínez, S. y A. Acosta. 2005. Cambio temporal en la estructura de la comunidad coralina del área de Santa Marta – Parque Nacional Natural Tayrona (Caribe colombiano). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 34: 161-191.
- Matteucci, S.D. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía. 168 p.
- Meesters, E.H., Hilterman, M., Kardinaal, E., Keetman, M., de Vries, M. y R.P.M. Bak. 2001. Colony size-frequency distributions of scleractinian coral populations: spatial and interspecific variation. *Marine Ecology Progress Series*. 209: 43-54.
- MINAMBIENTE-ICFES-PAC BID. 1998. Manejo de ecosistemas de manglar y arrecifes de coral. Santa Marta, 200 p.
- Moraes, M. y D. Oliveira. 2006. Colony size-frequency distributions among different populations of the scleractinian coral *Siderastrea stellata* in southwestern Atlantic: implications for life history patterns. *Brazilian Journal of Oceanography*. 54(4):213-223.
- Olaya-Restrepo, J., Reyes-Nivia, M. C. y A. Rodríguez-Ramírez. 2008. Ensamblajes de peces arrecifales del área de Santa Marta y el Parque Nacional Natural Tayrona. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 37: 111-127.
- Pires, D. O., Castro, C. B. y C.C. Ratto. 2000. Reproduction of the solitary coral *Scolymia wellsi* Laborel (Cnidaria, Scleractinia) from the Abrolhos reef complex, Brasil. 9no Simposio Internacional de Arrecife de Coral. 1: 381-384.
- Prahl, H. y H. Erhardt. 1985. Colombia: Corales y arrecifes coralinos. Publicación FEN. Colombia, 295 p.
- Rabinovich, J. E. 1978. Ecología de poblaciones animales. Serie de Biología. Monografía N° 21 OEA. 114 p.

- Reyes, J. 2000. Lista de los corales (Cnidaria: Anthozoa: Scleractinia) de Colombia. *Biota Colombiana*. 1: 172 p.
- Reyes, J. y N. Santodomingo. 2002. Manual de identificación CITES de Invertebrados Marinos de Colombia. Serie de Documentos generales/INVEMAR; No. 8; Serie Manuales de identificación CITES de Colombia. Medellín, 97 p.
- Rice, S. A. 1984. Effects of suspended sediment and burial upon survival and growth of Eastern Gulf of Mexico Corals. Camp Dresser y McKee Inc. Mote Marine Laboratory Technical Report. Sarasota, No. 87. 58 p.
- Rodríguez-Ramírez, A. y J. Garzón-Ferreira. 2003. Monitoreo de arrecifes coralinos, pastos marinos y manglares en la bahía de Chengue (Caribe colombiano) 1993-1999. INVEMAR, Serie de Publicaciones Especiales No. 8, Santa Marta, 170 p.
- Salzwedel, H. y K. Müller. 1983. A summary of meteorological and hydrological data from the Bay of Santa Marta, Colombian Caribbean. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín*, 13: 67-83.
- Schuhmacher, H. 1978. Arrecifes coralinos: su extensión, mundo animal y ecología. Ediciones Omega. Barcelona. 290 p.
- Sheppard, C. R. C. 1979. Interspecific aggression between reef corals with reference to their distribution. *Marine Ecology Progress Series*. 1: 237-247.
- Smith, R. L. y T. M. Smith. 2001. *Ecología*. Cuarta edición. Pearson Educación, S. A., Madrid. 664 p.
- Szmant, A. M. 1986. Reproductive ecology of Caribbean reef corals. *Coral Reefs*. 5: 43-53.
- UNEP y IUCN. 1988. Coral Reefs of the world. Volume 1: Atlantic and Eastern Pacific. UNEP Regional Seas Directories and Bibliographies. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U.K./UNEP, Nairobi, Kenya. 373 p.
- Vergara, J. M. 1997. Efectos del coral de fuego *Millepora* spp. (Milleporina; Hidrozoa) y las grietas de las rocas sobre la distribución de especies en un tapete de algas en el Morro Gaira, Caribe colombiano. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 68 p.
- Veron, J. 2000. *Corals of the world*. Australian Institute of Marine Science and CRR Old Pty Ltd. 489 p.
- Vidal, A. M., Villamil, C. M. y A. Acosta. 2005. Composición y densidad de corales juveniles en dos arrecifes profundos de San Andrés Isla, Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. 34: 211-225.

- Villa, A. 2001. Caracterización de las formaciones coralinas de la bahía de Cinto, Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano, de acuerdo con la ecología del paisaje. Tesis de grado, Facultad de Biología Marina, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 73 p.
- Werding, B. y H. Erhardt. 1976. Los corales (Anthozoa e Hidrozoa) de la bahía Chengue en el Parque Nacional "Tairona" (Colombia). Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín, 8: 45-57.
- Zar, J. H. 1999. Bioestatistical analysis. Cuarta Edición. Prentice-Hall, Inc. Estado Unidos de América. 663 p.
- Zea, S. 1993. Cover of sponges and other sessile organisms in rocky and coral reef habitats of Santa Marta, Colombian Caribbean Sea. Caribbean Journal of Science, 29: 75-88.

ANEXOS

Anexo A. Abundancia, estadígrafos y densidad de *Scolymia* para las diferentes estaciones de muestreo. C: cuadrante; n: número de individuos; P: promedio; D.E.: desviación estándar; E.E.: error estándar.

Estación	C1	C2	C3	C4	C5	n	P.	D.E.	E.E.	Ind/m ²
Isla Pelicano	3	4	4	6	2	19	3,8	1,48	0,66	0,31
Morro Grande	no se dividió en cuadrantes					28				0,46
Morrito						29				0,48
Piedra del Medio 1	4	0	0	5	4	13	2,6	2,40	1,07	0,21
Piedra del Medio 2	4	1	2	6	5	18	3,6	2,07	0,92	0,30
El Cantil 1	8	5	5	6	6	30	6	1,22	0,54	0,50
El Cantil 2	9	2	8	0	3	22	4,4	3,91	1,74	0,36
Punta Aguja	2	0	1	3	5	11	2,2	1,92	0,86	0,18
Calichan	4	3	7	0	3	17	3,4	2,51	1,12	0,28
Morrito Largo	5	7	0	4	1	17	3,4	2,88	1,28	0,28
Punta Vigía	4	0	4	7	7	22	4,4	2,88	1,28	0,36
Piedra del Ahogado	0	3	8	1	6	18	3,6	3,36	1,50	0,30
Punta Gayraca	4	5	1	10	7	27	5,4	3,36	1,50	0,45
TOTAL						271	0,35	0,22	0,03	0,35

Anexo B. Estadístico de Hopkins (H) y patrón de distribución de *Scolymia* para cada estación.

Estación	H	F _{0,025}	F _{0,975}	Patrón de distribución
Isla Pelicano	6,096	0,406	2,464	Agregado
Morro Grande	2,716	0,406	2,464	Agregado
Morrito	2,683	0,456	2,194	Agregado
Piedra del Medio 1	2,690	0,441	2,269	Agregado
Piedra del Medio 2	2,412	0,424	2,358	Agregado
El Cantil 1	3,118	0,469	2,130	Agregado
El Cantil 2	1,526	0,424	2,358	Azar
Punta Aguja	0,894	0,406	2,464	Azar
Calichan	2,502	0,424	2,358	Agregado
Morrito Largo	10,905	0,456	2,194	Agregado
Punta Vigía	3,299	0,424	2,358	Agregado
Piedra del Ahogado	3,008	0,441	2,269	Agregado
Punta Gayraca	2,964	0,456	2,194	Agregado

Anexo C. Estadígrafos y tallas de los individuos de *Scolymia* registrados en cada estación. El nombre de cada estación esta abreviado con sus respectivas iniciales.

IP	MG	M	PM1	PM2	EC1	EC2	PA	C	ML	PV	PA	PG
Área (cm2)												
1,15	0,57	2,45	2,36	1,04	0,86	2,20	2,04	0,39	1,12	0,49	0,86	0,79
3,02	1,65	3,02	3,02	1,76	2,00	2,36	2,39	0,54	1,27	0,73	1,70	1,70
4,14	2,24	3,77	3,79	3,93	3,11	3,52	4,15	0,66	1,91	0,89	2,00	2,26
4,25	2,40	4,52	3,80	3,93	5,28	3,96	5,11	1,22	2,36	1,12	2,12	2,40
5,11	2,45	5,28	3,93	4,12	5,28	4,12	5,11	2,18	2,48	1,39	2,36	2,51
5,28	2,53	5,30	4,67	4,12	5,28	4,12	5,69	2,30	2,67	1,48	2,64	3,11
6,52	2,97	5,92	4,90	5,50	7,04	5,47	7,04	2,34	2,87	1,48	3,34	3,18
6,72	3,88	6,60	5,18	5,50	7,29	5,89	7,29	2,44	3,08	1,49	3,80	3,82
6,94	3,93	7,35	5,51	7,52	8,55	5,92	8,29	3,38	3,19	2,21	3,93	4,08
7,04	4,12	7,70	5,94	7,92	8,55	5,94	8,81	3,85	3,57	2,21	4,29	5,28
7,35	5,18	8,01	5,94	12,37	8,55	6,41	9,61	4,41	3,65	2,36	4,71	6,09
9,69	5,50	8,52	6,15	12,57	8,55	6,74	10,17	5,14	3,96	2,43	6,28	7,07
9,70	5,94	8,55	6,28	14,14	12,10	7,26	10,17	5,88	3,97	3,01	6,53	7,48
10,06	7,70	9,55	6,94	14,84	12,57	8,25	11,55	6,55	4,06	3,04	6,57	8,29
10,21	8,01	9,80	7,05	16,26	15,54	8,55	12,50	6,65	4,27	3,15	6,94	8,48
11,40	9,34	9,88	7,74	16,49	15,82	9,05	13,19	7,69	4,28	3,30	7,05	9,05
11,51	9,42	10,45	8,03	17,28	15,82	13,08	13,51	8,94	4,38	3,45	7,97	9,62
14,24	9,61	11,40	8,25	17,28	15,90	14,81	13,73	10,07	4,55	3,77	8,80	10,17
14,39	9,80	12,44	8,80	18,32	16,16	15,54	13,82	10,69	4,68	4,09	10,46	11,55
19,59	9,88	13,08	10,46	19,09	16,21	16,34	15,20	12,39	4,81	5,26	12,44	13,17
24,10	10,17	14,09	12,72	19,63	16,79	18,06	15,78	13,43	5,14	5,28	12,72	14,18
27,69	11,91	15,90	12,72	21,65	17,48	18,46	19,23	17,90	5,50	5,57	12,72	14,84
28,94	14,84	18,10	13,13	41,85	17,81	20,40	161,71	22,60	5,58	5,66	13,13	15,82
36,09	17,28	20,78	14,84	144,98	19,09	20,81		24,92	5,72	6,09	13,78	15,82
39,30	19,51	24,10	21,23	199,78	19,13	20,83		230,93	6,42	6,98	26,37	17,48
	20,30	39,27	87,96		21,63	21,60			6,66	7,01	67,90	19,09
	20,81	51,84	127,71		28,94	30,63			7,41	7,02	162,83	25,92
	20,85	82,42			30,63	41,28			7,53	7,20		106,03
	24,03	133,96			35,81	155,04			7,88	7,50		312,57
					301,12				8,08	8,02		
									8,50	8,13		
									8,54	8,20		
									8,84	9,12		
									9,06	9,62		
									9,57	10,13		
									9,61	10,22		
									9,80	10,46		

									10,00	10,57		
									10,34	130,81		
									11,00			
									11,33			
									11,38			
									13,01			
									13,10			
									13,13			
									15,80			
									16,03			
									16,13			
									19,20			
									19,61			
									19,97			
									21,06			
									154,20			
Promedio												
12,98	9,20	19,10	15,15	25,27	23,30	17,12	16,35	16,30	10,80	8,23	15,34	22,82
Desviación Estándar												
10,43	6,83	27,73	27,60	45,82	53,13	28,07	32,01	45,21	20,73	20,39	32,16	58,88
Error Estándar												
2,09	1,27	5,15	5,31	9,16	9,70	5,21	6,67	9,23	2,85	3,26	6,19	10,93

Anexo D. Resultados de la comparación del tamaño de *Scolymia* entre pares de estaciones realizada con la prueba de Dunn.

Estaciones	Diferencia significativa	Estaciones	Diferencia significativa	Estaciones	Diferencia significativa
Isla Pelicano vs Morro Grande	No	Morrito vs El Cantil 2	No	El Cantil 1 vs Calichan	No
Isla Pelicano vs Morrito	No	Morrito vs Punta Aguja	No	El Cantil 1 vs Morrito Largo	No
Isla Pelicano vs Piedra del Medio 1	No	Morrito vs Calichan	No	El Cantil 1 vs Punta Vigía	Sí
Isla Pelicano vs Piedra del Medio 2	No	Morrito vs Morrito Largo	No	El Cantil 1 vs Piedra del Ahogado	No
Isla Pelicano vs El Cantil 1	No	Morrito vs Punta Vigía	Sí	El Cantil 1 vs Punta Gayraca	No
Isla Pelicano vs El Cantil 2	No	Morrito vs Piedra del Ahogado	No	El Cantil 2 vs Punta Aguja	No
Isla Pelicano vs Punta Aguja	No	Morrito vs Punta Gayraca	No	El Cantil 2 vs Calichan	No
Isla Pelicano vs Calichan	No	Piedra del Medio 1 vs Piedra del Medio 2	No	El Cantil 2 vs Morrito Largo	No
Isla Pelicano vs Morrito Largo	No	Piedra del Medio 1 vs El Cantil 1	No	El Cantil 2 vs Punta Vigía	Sí
Isla Pelicano vs Punta Vigía	Sí	Piedra del Medio 1 vs El Cantil 2	No	El Cantil 2 vs Piedra del Ahogado	No
Isla Pelicano vs Piedra del Ahogado	No	Piedra del Medio 1 vs Punta Aguja	No	El Cantil 2 vs Punta Gayraca	No
Isla Pelicano vs Punta Gayraca	No	Piedra del Medio 1 vs Calichan	No	Punta Aguja vs Calichan	No
Morro Grande vs Morrito	No	Piedra del Medio 1 vs Morrito Largo	No	Punta Aguja vs Morrito Largo	No
Morro Grande vs Piedra del Medio 1	No	Piedra del Medio 1 vs Punta Vigía	No	Punta Aguja vs Punta Vigía	No
Morro Grande vs Piedra del Medio 2	No	Piedra del Medio 1 vs Piedra del Ahogado	No	Punta Aguja vs Piedra del Ahogado	No
Morro Grande vs El Cantil 1	No	Piedra del Medio 1 vs Punta Gayraca	No	Punta Aguja vs Punta Gayraca	No
Morro Grande vs El Cantil 2	No	Piedra del Medio 2 vs El Cantil 1	No	Calichan vs Morrito Largo	No
Morro Grande vs Punta Aguja	No	Piedra del Medio 2 vs El Cantil 2	No	Calichan vs Punta Vigía	No
Morro Grande vs Calichan	No	Piedra del Medio 2 vs Punta Aguja	No	Calichan vs Piedra del Ahogado	No
Morro Grande vs Morrito Largo	No	Piedra del Medio 2 vs Calichan	No	Calichan vs Punta Gayraca	No
Morro Grande vs Punta Vigía	No	Piedra del Medio 2 vs Morrito Largo	No	Morrito Largo vs Punta Vigía	No
Morro Grande vs Piedra del Ahogado	No	Piedra del Medio 2 vs Punta Vigía	Sí	Morrito Largo vs Piedra del Ahogado	No
Morro Grande vs Punta Gayraca	No	Piedra del Medio 2 vs Piedra del Ahogado	No	Morrito Largo vs Punta Gayraca	No
Morrito vs Piedra del Medio 1	No	Piedra del Medio 2 vs Punta Gayraca	No	Punta Vigía vs Piedra del Ahogado	No
Morrito vs Piedra del Medio 2	No	El Cantil 1 vs El Cantil 2	No	Punta Vigía vs Punta Gayraca	No
Morrito vs El Cantil 1	No	El Cantil 1 vs Punta Aguja	No	Piedra del Ahogado vs Punta Gayraca	No