

**MACROFAUNA VAGIL ASOCIADA A *Sargassum* spp., SU
ABUNDANCIA Y DIVERSIDAD DE MARZO – JULIO DE 2007, EN EL
AREA DE SANTA MARTA, CARIBE COLOMBIANO**

CLARA MARCELA LOPEZ SANCHEZ

**Trabajo de grado para optar al título de
Biólogo Marino**

Director

**PAULO CESAR TIGREROS
Biólogo Marino**

Co-Director

**OLGA MARIA CAMACHO
Cand. Msc. Universidad del Magdalena**

**UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
PROGRAMA DE BIOLOGÍA MARINA
BOGOTÁ
2009**

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, 08 de julio de 2009

*A mis papás, chiki, niki, juani
y al angelito que me acompaña siempre... mi abuelito*

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mis papás y a mi hermano por todo su apoyo y colaboración para llevar a cabo todo este trabajo, a chiki, por estar ahí siempre conmigo en todo momento y ayudarme a lo largo de la tesis, por darme animo en los momentos que las cosas no parecían tan fáciles. A mi linda abuelita por enseñarme tantas cosas importantes en mi vida, a Ka, Caro y mi negris por todo. A la familia Dorado Roncancio y Doña Carmen, por todo su apoyo.

A mi director estrella, por haber aceptado meterse en esto..., darme animo y hacerme reir siempre hasta el último momento con alguna de sus dudas existenciales, a Olga por haberme propuesto este trabajo, que aunque nos ha llevado tiempo, ya está llegando a su final, a pesar de las diferencias en algunos momentos, aprendí mucho.

A Charly, Edgar y Alexi por su gran colaboración en el laboratorio y en la biblioteca, a Andrés Franco por la información proporcionada, a Merchán, Campos y nuevamente Tigre por la ayuda en la identificación de algunos individuos. A Guillermo Rueda, por su colaboración con las pequeñas dudas. A Cesar Tamaris y La Universidad del Magdalena, la Escuela de Buceo Vida Marina.

A Diana y Vivi (mis lindas amiguitas), que también hicieron este proceso más agradable y divertido, gracias por la compañía en los diferentes muestreos, las adoro, a Lucho, pollo, a George y al Negro, a Diana Machado por hacernos morir de risa en tantos momentos.... En Bogotá a Sandri quien también me ayudó con algunas cositas importantes para poder entregar este trabajo, y como dejar por fuera al ingeniero (Oscar), que me colaboro con algunos tips.... Gracias a todos...

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN JUSTIFICADA	1
2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	5
3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
4. OBJETIVOS ESPECIFICOS	14
5. HIPOTESIS	15
6. METODOLOGÍA	
6.1. Área de estudio	16
6.2. Fase de campo	18
6.3. Fase de laboratorio	20
6.4. Fase de gabinete	22
6.4.1 Vientos y temperatura superficial del agua	22
6.4.2 Identificación algal	23
6.4.3 Biomasa vegetal	23
6.4.4 Densidad, biomasa y materia orgánica animal	23
6.4.5 Biomasa animal vs biomasa vegetal	24
6.4.6 Atributos estructurales de la comunidad	24
6.4.7 Análisis de clasificación y ordenación	26
7. RESULTADOS	
7.1. Vientos y temperatura superficial del agua	27
7.2. Identificación algal	27
7.3. Biomasa vegetal	28
7.4. Densidad, biomasa y materia orgánica animal	29
7.5. Biomasa animal vs biomasa vegetal	32
7.6. Atributos estructurales de la comunidad	33
7.7. Análisis de clasificación y ordenación	35
8. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
8.1. Vientos y temperatura superficial del agua	39
8.2. Identificación algal	39
8.3. Biomasa vegetal	42
8.4. Densidad, biomasa y materia orgánica animal	43
8.5. Biomasa animal vs biomasa vegetal	49

8.6. Atributos estructurales de la comunidad

50

8.7. Análisis de clasificación y ordenación

9. CONCLUSIONES

10. RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

- Tabla 1.** Velocidad del viento en m/s y temperatura superficial del agua (°C), reportados para las diferentes estaciones a lo largo de los meses de muestreo **27**
- Tabla 2.** Comparación entre la biomasa vegetal (g/m²) y biomasa animal (g/100 g de peso seco del alga) obtenidas para cada una de las estaciones a lo largo de los cinco meses de muestreo. **32**
- Tabla 3.** Coeficiente de determinación R² obtenido para el establecimiento de la relación existente entre biomasa (g/0,75 m²) y biomasa animal (g/100 g de peso seco del alga) de las tres estaciones. **33**
- Tabla 4.** Atributos estructurales para la comunidad macrofaunal asociada a *Sargassum* spp. en las tres estaciones del área de Santa Marta. **34**

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de la región de Santa Marta, mostrando la ubicación de la Ensenada de Granate dentro del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), Bahía Taganga y Playa Blanca dentro del área de Santa Marta. **17**
- Figura 2.** Malla empleada para la toma de muestras de *Sargassum* spp. en las tres estaciones de muestreo. **19**
- Figura 3.** Comportamiento de la biomasa vegetal (g/m^2), para las especies de *Sargassum* encontradas en las tres estaciones de muestreo. **28**
- Figura 4.** Densidad expresada en individuos/100 g peso seco de alga, para las especies de *Sargassum* encontradas en las tres estaciones de muestreo. **29**
- Figura 5.** Comportamiento de la biomasa seca animal ($\text{g}/100$ g de peso seco del alga), de la macrofauna asociada a las especies de *Sargassum* encontradas en las tres estaciones de muestreo. **31**
- Figura 6.** Comportamiento de la materia orgánica ($\text{g}/100$ g de peso seco del alga), para las especies de *Sargassum* encontradas en las tres estaciones de muestreo. **32**
- Figura 7.** Dendrograma cuantitativo de Bray Curtis entre las tres estaciones de muestreo de marzo a julio de 2007 **35**
- Figura 8.** Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) de las diferentes estaciones y muestreos realizados de marzo a julio de 2007 en el estudio de la macrofauna asociada a *Sargassum* spp. **36**

- Figura 9.** Índice cualitativo de Sorensen donde se relaciona cada una de las estaciones con los meses de muestreo y la presencia – ausencia de cada una de las especies. 37
- Figura 10.** Índice cualitativo de Sorensen que relaciona cada una de las estaciones con la presencia – ausencia de las especies en cada una de ellas relacionando. 37
- Figura 11.** A. Individuo de *Sargassum cf vulgare* encontrado en E2. B. Filóide utilizado para la identificación. 40
- Figura 12.** A. Individuo de *Sargassum cf filipendula* encontrado en E2. B. Filóide utilizado para la identificación. 41
- Figura 13.** A. Individuo de *Sargassum sp2.* encontrado en E2. B. Filóide utilizado para la identificación. 41
- Figura 14.** A. Individuo de *Sargassum cymosum* encontrado en E3. B. Filóide utilizado para la identificación. 42
- Figura 15.** Individuo de *Alaba incerta*, especie más abundante a lo largo de los muestreos. 46
- Figura 16.** Individuo de *Eusiroides sp.*, especie muy abundante dentro de los muestreos 47

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Promedio mensual de la velocidad máxima diaria del viento en el área de Santa Marta de enero a marzo de 2007.	68
Anexo B. Gráficas de temperatura superficial del agua para el Caribe colombiano para los meses de marzo – julio de 2007	69
Anexo C. Diferentes medidas tenidas en cuenta para la identificación de las diferentes especies de <i>Sargassum</i> encontradas en las tres estaciones de muestreo.	70
Anexo D. Características tenidas en cuenta para la identificación de las diferentes especies de <i>Sargassum</i> encontradas en las tres estaciones de muestreo	71
Anexo E. Densidad expresada en número de individuos/100 g de peso seco del alga para la macrofauna vágil asociados a <i>Sargassum</i> spp	72
Anexo F. Abundancia relativa de la macrofauna vágil asociada a <i>Sargassum</i> spp. en tres estaciones del área Santa Marta.	76
Anexo G. Listado de las especies de macrofauna vágil asociada a <i>Sargassum</i> en las tres áreas de muestreo	80
Anexo H. Guía de referencia para la evaluación de la diversidad de las comunidades tropicales, según el tipo de diversidad evaluada (alfa, beta o gama).	88

RESUMEN

Con el fin de establecer la variación temporal y espacial en cuanto a la composición, abundancia y diversidad de los diferentes grupos taxonómicos asociados al género de alga *Sargassum*, se estudió su macrofauna en tres estaciones ubicadas en la región de Santa Marta, siendo estas Granate (E1), Playa Blanca (E2) y Taganga (E3). Debido a la abundancia del alga en la región relacionada con la surgencia, se realizaron muestreos mensuales en cada estación de marzo a julio de 2007, extrayendo dos muestras, una para identificación algal y otra para la abundancia macrofaunal y biomasa algal. Las especies de *Sargassum* identificadas fueron: para E1 *Sargassum* sp1, para E2 *Sargassum vulgare*, *Sargassum* cf. *filipendula* y *Sargassum* sp2 y para E3 *Sargassum cymosum*; en cuanto a la macrofauna vágil asociada se obtuvieron 92 especies pertenecientes a seis phyla, Plathyhelminta, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata y Chordata, siendo los moluscos los más abundantes con 37 especies. La macrofauna total presentó densidades entre 121,81 y 2964,46 individuos/100 g peso seco del alga; la biomasa algal presentó un rango de 16,54 g/m² y 278,74 g/m². El molusco gastrópodo *Alaba incerta* y el artrópodo anfípodo *Eusiroides* sp. presentaron las mayores densidades en todas las estaciones durante los meses de muestreo, las otras especies encontradas presentaron variaciones temporales en cuanto a riqueza y densidad, las cuales pueden ser consecuencia de factores tales como la morfología del alga hospedera, diferencias espaciales de las praderas de *Sargassum*, el incremento en la biomasa de ésta a través del tiempo, la exposición al oleaje, identificación de las diferentes especies de *Sargassum* encontradas en las tres estaciones de muestreo, los picos de reclutamiento de la macrofauna, ciclos de vida de los diferentes phyla y sus especies encontradas, o como respuesta a un proceso de sucesión dentro del cual hay establecimiento de especies pioneras y especies clímax a lo largo del tiempo. Las diferencias en cuanto a composición de especies faunales en las tres estaciones no se relacionó con la época de colecta pero si con la estación en la cual ésta fue llevada a cabo; tampoco

existió una relación proporcional entre la biomasa animal y la vegetal, debido posiblemente a las condiciones propias de las estaciones, al comportamiento de las especies encontradas en cada una de ellas o a que el desarrollo de las diferentes etapas sucesionales de invertebrados asociados y el del alga ocurren en tiempos diferentes.

Palabras clave: *Sargassum*, macrofauna, *Eusiroides*, *Alaba incerta*, surgencia.

ABSTRACT

The present investigation was made to establish the temporal and the spacial variation of the composition, abundance and diversity of the different taxonomic groups that are associated to the gender of the marine algae *Sargassum*. The macrofauna was study in tree locations in Santa Marta, the stations were: Granate bay (E1), playa Blanca (E2) and Taganga bay (E3). Due to the large amount of this algae that is usually related to the upwelling of the region, the samples were taken monthly in each station between March and July of 2007, the algae's were collected and divided in two groups; one for identification of the seaweed species and other for macrofaunal and algae abundance. The identify species were: for E1 *Sargassum* sp1, E2 *Sargassum* cf *vulgare*, *Sargassum* cf *filipendula* y *Sargassum* sp2 and for E3 *Sargassum cymosum*; and for the associated motil macrofauna the results were 91 species that belong to six different phyla: Plathyhelminta, Mollusca, Annelida, Arthropoda, Echinodermata y Chordata, being the Mollusca the more abundant with 37 species. The total macrofauna presented densities between 121,81 and 2964,46 individual/100g of the dry weight of the algae; the biomass of the seaweed presented a range of 16,54 g/m² and 278,74 g/m². The Gasteropod *Alaba incerta* and the Amphipod *Eusiroides* sp. presented the biggest densities in all the stations during the months of the investigation, the other species displayed temporal variations in terms of richness and density; witch could be a consequence of factors like the morphology of the host algae, spacial differences in the prairies of *Sargassum*, also the increment of the biomass thru time, wave exposure, the identification of all the species of *Sargassum* found in the stations, the recruitment peaks of the macrofauna , and the life cycles of the phyla and the species found; or like a response of a succession process which had established a pioneer and climax macrofaunal species thru time. The macrofaunal composition differences in the tree locations was not related with the collection but indeed with the station; the results didn't show a proportional relation between the animal and the algae biomass, due with the possible conditions of the tree places, to the behavior of the species or the

development of the succession stages of the invertebrates associated to the seaweed that occurred in different times.

Key words: *Sargassum*, macrofauna, *Eusiroides*, *Alaba incerta*, upwelling.

1. INTRODUCCIÓN JUSTIFICADA

En el medio acuático, muchas especies animales han establecido asociaciones con diferentes macroalgas debido a que las praderas, parches o cinturones que éstas forman, constituyen un lugar apto para su desove, resguardo y alimentación (Coston *et al.*, 1991; Tsukidate 1992 En: Aschwin *et al.*, 2005). Dentro de las macroalgas que se ha reconocido que están en estrecha relación con la macrofauna marina, se encuentran especies del género *Sargassum* (Fucales, Sargassaceae), las cuales son extremadamente abundantes alrededor del mundo extendiéndose desde regiones tropicales hasta templadas (Nizamuddin, 1970). Estas algas presentan generalmente una tasa de crecimiento excepcional por lo que son consideradas un recurso natural renovable que puede ser utilizado de varias maneras, por ejemplo como fuente de ácido algínico (McHugh, 2003), como suplemento alimenticio animal (Carrillo *et al.*, 1992), como fertilizante (Bula-Meyer, 2004), y para consumo humano (Masuda *et al.*, 1993).

Existen especies de *Sargassum* tanto pelágicas (en el Mar de los Sargazos) como bentónicas del género, pertenecientes la mayoría de ellas a este último grupo. Su establecimiento en el sustrato y su desarrollo está condicionado en gran medida por la penetración de luz y la presión hidrostática, por tal razón suelen encontrarse principalmente asociadas a aguas someras en litorales rocosos (Salinas *et al.*, 1988 En: Casas y Castro, 1995). Su buen crecimiento y reproducción se ven favorecidos por algunas variaciones en cuanto a parámetros ambientales tales como temperatura, renovación de nutrientes y salinidad (De Wreede 1976; Cuervo, 1979; McCourt 1984; Bula-Meyer, 1990; Camacho, 2003). Aunque el género no parece estar implicado de forma directa en la contribución de nutrientes dentro de la red trófica, si juega un papel muy importante en el reciclaje de nutrientes (Turner y Rooker, 2006), es por esto, que sus grandes praderas contribuyen al medio con tasas elevadas de producción primaria (Wanders, 1976 En: Aschwin *et al.*, 2005).

En la región de Santa Marta y el Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT) varias especies bentónicas de *Sargassum* se desarrollan tanto en el mesolitoral como en el infralitoral (Camacho, 2003), y su distribución en éste último está condicionada por la disponibilidad de sustrato indispensable para su fijación (Cuervo, 1979). Dichas áreas geográficas suelen exhibir fenómenos climáticos de tipo estacional, entre los cuales se encuentra la surgencia, definida en dos épocas del año: la estación seca mayor que se presenta de enero a abril y la estación seca menor de julio a agosto (Bula-Meyer, 1985), con una marcada fluctuación en la biomasa de las poblaciones macroalgales, encontrando grandes praderas de *Sargassum*, con individuos de hasta 5 m de altura, que desaparecen al finalizar este fenómeno, quedando solamente el agarre basal y las partes proximales de la planta (Bula-Meyer, 1990; Camacho, 2003).

Las macroalgas albergan grandes poblaciones de organismos epifaunales de numerosos taxa (Tararam y Wakabara, 1981). Dentro de la macrofauna vágil asociada a *Sargassum* pueden encontrarse crustáceos como anfípodos, copépodos, decápodos e isópodos, así como anélidos poliquetos (Martin-Smith, 1992; Camacho, 2003), moluscos (opistobranquios y nudibranquios) y cnidarios (medusas) (Cuervo, 1979) y algunos peces con importancia a nivel comercial, recreativo y ecológico. Además de la fauna marina, pueden encontrarse algunos insectos (Dooley, 1972), aunque éstas asociaciones se ven reguladas por un conjunto de factores entre los cuales se encuentran ciertas interacciones biológicas (Stoner y Greening, 1984). El género *Sargassum* es reconocido por el National Marine Fisheries Service como hábitat esencial de peces (Essential Fish Habitat) ya que involucra especies costeras y pelágicas, siendo estas últimas en su mayoría migratorias, de tal forma que su conservación y la de su ictiofauna acompañante permite la expansión de las pesquerías (SAFMC, 1998).

Para el área de Santa Marta y en general para el Caribe colombiano, se cuenta con pocos trabajos sobre macrofauna asociada a macroalgas, particularmente a *Sargassum*, la cual puede ser muy variada y abundante, ya que las algas de este género se encuentran en grandes cantidades en varios sectores del PNNT y alrededores (Cuervo, 1979; Camacho, 2003). De esta forma esta macroalga se constituye como un vector muy importante para la dispersión de diferentes especies, pues debido a la estacionalidad del área, al momento de disminuir en intensidad el fenómeno de surgencia, se presenta una reducción en la biomasa de la macroalga (Bula-Meyer, 1985) produciéndose desprendimiento de éstas, quedando a merced del oleaje y pasando a ser individuos de arribazón que llevan consigo a su macrofauna asociada. En las últimas fases de la surgencia, es común ver algunos fragmentos de algas a la deriva o sobre el fondo marino como resultado de un proceso de deterioro o senescencia en el cual la planta se rompe poco a poco hasta su destrucción parcial después de haber liberado sus estructuras reproductivas (Bula-Meyer, 1990); cuando las plantas se desprenden y comienzan a viajar por el agua a merced de las corrientes, ayudadas por vesículas de aire para su flotación (aumentando de ésta forma la biomasa a nivel superficial y alejándose de sus zonas de origen), son encontradas en algunos lugares como ejemplares de arribazón. De ésta forma, es muy posible que se presente el rompimiento de barreras geográficas por parte del alga y de los organismos asociados influyendo y explicando así la distribución de algunas especies en las diferentes bahías del PNNT y en los alrededores de Santa Marta.

Con el presente trabajo se dan a conocer algunos grupos animales asociados a *Sargassum* spp., la variación en su abundancia y su relación con la biomasa vegetal algal en el área de Santa Marta, brindando información para la zona y haciendo posible realizar comparaciones con estudios existentes a nivel mundial. Además, se puede dilucidar aspectos sobre la biología del desarrollo de grupos que presentan estadios larvales asociados

a *Sargassum*, lo que puede llevar a proponer nuevas alternativas para la obtención de semilla y cultivo de organismos útiles a diferentes niveles. Como un complemento a la información que ya se tiene sobre ésta macroalga a nivel taxonómico y biotecnológico, la identificación y cuantificación de la macrofauna asociada brinda un conocimiento más amplio sobre éste género y su incidencia ecológica, constituyendo una base para facilitar la realización de investigaciones futuras.

2. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

La dispersión es un proceso activo y dinámico de transporte que tiende a ubicar la unidad en sitios seguros desde el punto de vista físico y competitivo (Lindford *et al.*, 1985 En: De Noir *et al.*, 2002). Las macroalgas que se encuentran flotando a la deriva, debido a la presencia de estructuras con gas en su interior, poseen una alta resistencia al hundimiento y pueden proveer alimento a una gran cantidad de organismos (Tegner *et al.*, 1995 En: Hinojosa *et al.* 2004), los cuales al irse desprendiendo por el camino pueden colonizar nuevas áreas geográficas. Igualmente puede ser utilizada como lugar de asentamiento y posterior reclutamiento de muchas especies, siendo un factor muy importante en la diversidad y abundancia de los individuos, pero éste proceso se ve afectado por eventos como la depredación, factores ambientales abióticos y patrones poblacionales, dando como resultado una reducción de la población en la cual la exclusión competitiva es importante (Dean y Connell, 1987 b).

La fauna asociada consiste en todas aquellas especies que utilizan un sustrato determinado sea para vivir, alimentarse, protegerse o reproducirse. Según Thiel, (1983, En: Higgins y Thiel, 1988), se presenta una relación lineal entre el tamaño del sustrato biológico y el número de individuos y especies de dicha fauna; así mismo, el tipo y la cantidad de éstos organismos asociados depende de las características del hábitat tales como la exposición a las olas y corrientes, a la presión de depredación o a la competencia con coespecíficos (Edgar y Aoki 1993, En: Sepúlveda *et al.*, 2003). Las zonas tropicales se caracterizan por ser sistemas que no sufren cambios climáticos tan drásticos como las templadas; sin embargo, las variaciones climáticas entre las épocas lluviosa y seca, o perturbaciones inducidas como la polución, pueden dar como resultado la introducción de organismos oportunistas como anélidos poliquetos de las familias Spionidae y Capitellidae, y algunos anélidos oligoquetos, que por su naturaleza se van

a ver favorecidos por las nuevas condiciones del medio y como consecuencia se establecen en densas poblaciones. Considerando éstas transformaciones como un proceso sucesional, la siguiente etapa seral estaría enmarcada por la desaparición de las primeras poblaciones, ya sea por competencia interespecífica o por agotamiento de recursos alimenticios, dando como resultado el reemplazo por especies de mayor tamaño (Reise, 1991 En: Vides, 1999).

Sargassum es un género dentro de las algas pardas, del cual existen unas 400 especies bentónicas descritas que constituyen frecuentemente la cobertura más abundante de algas tropicales y subtropicales. Doce especies del género han sido citadas para el Caribe colombiano, incluyendo las flotantes del mar de los Sargazos. En la actualidad un nuevo morfotipo está siendo estudiado por Camacho (en prep), distribuyéndose en los sectores de Granate, Bahía Concha, Punta Concha-Chengue, Chengue y Gayraca.

En el Caribe colombiano, el género *Sargassum* se presenta de forma más abundante durante los primeros meses del año (enero – abril) en donde se da el fenómeno oceanográfico conocido como surgencia, definido como un afloramiento de aguas profundas generado por la acción de los vientos Alisios que producen un transporte masivo de agua superficial y subsuperficial en sentido perpendicular y hacia la derecha de la dirección del viento (Bula-Meyer, 1990), trayendo consigo una serie de transformaciones de las características fisicoquímicas de la columna de agua, como por ejemplo un aumento de la salinidad y la mezcla vertical de las aguas ocasionando descensos en la temperatura superficial (Bula-Meyer, 1985). Así mismo, las corrientes ascensionales acarrean elementos nutritivos a las capas someras, pobres en nutrientes debido al consumo biológico, que son utilizados por las algas (Bula-Meyer, 1990).

Desde distintos puntos de vista (taxonómico, ecológico y económico), éste género es uno de los más importantes dentro de las algas pardas (Phillips, 1995 En: Camacho 2003), su importancia taxonómica radica en que presenta el mayor número de taxa dentro de este grupo (Yoshida, 1980). Desde el punto de vista ecológico aumenta la productividad en la red trófica al servir como sustrato a otras algas epifíticas, brindando una fuente substancial de nitrógeno renovado para la comunidad pelágica y de carbón para las bentónicas (Dauby y Poulicek, 1995 En: Rooker *et al.*, 2006); de igual forma, Stoner y Greening (1984) encontraron que las concentraciones de fósforo en el agua alrededor de los grupos de *Sargassum* es de 2 a 3 veces mayor que por fuera de éstos, teniendo como resultado un ambiente enriquecido con una productividad orgánica para autótrofos y por consiguiente heterótrofos; también es un sitio de refugio para diferentes especies ya que sus frondas son utilizadas por muchos vertebrados e invertebrados marinos para protegerse del oleaje (Cuervo, 1979) y de sus depredadores, como fuente de alimento (bien sea del alga directamente o de sus epífitos) o como un sustrato para vivir (Martin-Smith, 1992). A nivel económico, puede ser ampliamente utilizado en diferentes actividades de investigación sobre producción de alginatos, fertilizantes y fabricación de sustancias medicinales (Camacho, 2003), elaboración de harina de *Sargassum* (Meza 1998; En: Casas *et al.*, 2006), también ha sido empleado en alimentación de ovejas (Marín *et al.*, 2003; En: Casas *et al.*, 2006) con buenos resultados a nivel metabólico y en los parámetros productivos de estos animales.

El Caribe colombiano cuenta con pocos trabajos específicos sobre la macrofauna asociada a *Sargassum*. Sin embargo, la importancia de las especies de ésta alga ha quedado plasmada en el trabajo de Camacho (2003), quien hizo una revisión taxonómica de este género en el PNNT, encontrando siete taxa infragenéricos y dando a conocer dos nuevos registros para el área, proponiendo una posible nueva especie, la cual se incluyó en el presente trabajo. Así mismo, la importancia desde el punto de

vista bioquímico, ha quedado plasmada en los estudios realizados por Díaz-Ruíz (2002) y Cuervo (1979), el primero trabajó la ecología química y actividad biológica de extractos orgánicos de ciertas macroalgas del PNNT incluyendo *Sargassum* y el segundo sobre la autoecología de este género en el área del aeropuerto Simón Bolívar de Santa Marta y el PNNT, mencionando algunos grupos de invertebrados presentes como crustáceos y anélidos. La única referencia conocida sobre organismos asociados a ésta macroalga para el Caribe colombiano se encuentra en el estudio de Casas y Castro (1995), quienes trabajaron en la Bahía de Taganga (Santa Marta), analizando las variaciones temporales de las poblaciones de gastrópodos durante los meses de febrero a mayo, encontrando una gran abundancia con reportes de individuos adultos de *Rhombinella laevigata* desovando en las áreas foliares de dicha alga y numerosas apariciones de juveniles de *Littorina ziczac* y *Alaba incerta* posiblemente como respuesta a un reclutamiento; también se registró la presencia de algunos crustáceos y anélidos poliquetos.

A nivel del Caribe, existe un amplio número de trabajos que involucran aspectos de importancia ecológica y bioquímica; sin embargo, éstos se enfocan en poblaciones específicas y no en la macrofauna en general. Dentro de los trabajos realizados en el Caribe, específicamente en el Golfo de México, algunos autores se centraron en aspectos bioquímicos y biológicos, Rooker *et al.*, (2006), emplearon isótopos estables y ácidos grasos para determinar la estructura trófica y fuente de carbón característica en peces juveniles (*Monacanthus hispidus*, *Abudefduf saxatilis*, *Histrio histrio* y *Seriola dumerili* entre otros) y adultos asociados a *Sargassum* flotante, demostrando que la mayoría de materia orgánica utilizada por los consumidores pelágicos no se originaba de la producción del *Sargassum* sino de la materia orgánica particulada, aunque la contribución de *Sargassum* fue importante para algunos taxa, especialmente invertebrados y juveniles de peces. Turner y Rooker (2006) realizaron investigaciones sobre la composición de ácidos grasos en autótrofos, invertebrados, peces

juveniles y adultos asociados a *Sargassum*, evaluando las variaciones temporales de ácidos grasos polinsaturados, encontrando que los heterótrofos utilizaban más el fitoplancton que los compuestos de ésta alga o sus epífitos, finalmente, David y Rooker (2004) evaluaron los patrones de distribución y crecimiento del pez carangido *S. dumerili* asociado a *Sargassum* en lugares cercanos y alejados de la costa, determinando que la abundancia relativa presentó su pico máximo en mayo – junio encontrándose en los lugares cercanos a la costa.

El mar de los Sargazos y la Corriente del Golfo, se constituyen en ambientes ampliamente estudiados. Hacker y Madin (1991) evaluaron por que la arquitectura y el color del hábitat ofrecido por ésta microalga, constituían factores importantes para que los camarones *Lautreutes fucorum* e *Hyppolite coerulea*, vivieran en el *Sargassum* pelágico usando su camuflaje y mimetismo, encontrando que la presencia de diferentes morfologías corresponden a partes estructurales específicas de la planta y que los diferentes comportamientos guardan relaciones asociadas con éstas estructuras. A nivel de laboratorio, los individuos pequeños de *L. fucorum* se encontraban en altas densidades sobre las pequeñas frondas de algas artificiales y los más grandes no presentaban preferencias en cuanto a la longitud de éstas; por su parte, los ejemplares de *H. coerulea* presentaban sus tamaños relacionados con los de las vesículas de gas sobre las cuales se encontraban. Stoner y Greening (1984) realizaron un trabajo para estimar la variación geográfica en la macrofauna asociada al *Sargassum* pelágico y algunas implicaciones biogeográficas, encontrando que las algas colectadas en el mar de los Sargazos presentaban más especies con una baja dominancia y variación en la abundancia en comparación con las colectadas en la Corriente del Golfo; además la diferencia en la composición de éstas y organización trófica de la macrofauna con la región geográfica y con la edad del alga estuvieron relacionadas a las diferencias en la epifitización del alga.

Brasil, ha sido objeto de estudios que involucran fauna asociada, citando los de Leitte y Turra (2003) en Playa Lamberto, Curvelo y Corbisier (2000) en Lázaro Beach, Sao Paulo, y Tararam y Wakabara (1981) en la costa norte de Sao Paulo. En el primer trabajo, se estudiaron las variaciones temporales en la biomasa de *Sargassum*, el epifitismo del alga *Hypnea* (Gigartinales: Hypneaceae) y la fauna asociada, encontrando un incremento en la densidad de algunos grupos taxonómicos de febrero a noviembre, situación causada posiblemente por picos de reclutamiento o reducción de la biomasa de *Sargassum*; para el caso de *Hypnea* el incremento en el epifitismo ocasionó una reducción de la superficie susceptible de ser colonizada por algunos grupos de organismos como los gastrópodos, pero favoreció a otros como los anfípodos. El segundo trabajo, analizó cualitativa y cuantitativamente la macrofauna asociada a *S. cymosum*, encontrando que los copépodos harpacticoideos y su larva nauplio fueron el grupo más dominante, además de presentar altos niveles de biomasa; los valores elevados fueron observados entre el final del verano y el principio del otoño, y descendieron en el invierno, explicando dicha variación por los cambios en la complejidad del hábitat y por los aspectos reproductivos de cada taxa. Finalmente, en el tercer estudio mencionado se realizó una comparación sobre la composición de la fauna vágil de *S. cymosum*, determinando que el grupo dominante en los sitios de muestreo fueron los crustáceos anfípodos gamáridos, registrando 15 especies; el movimiento del agua (en la zona expuesta) y la cantidad de sedimento (en la zona protegida) parecen no haber afectado la variedad de especies de gamáridos, las más dominantes variaron a lo largo del año entre las zonas, siendo *Hyale media* y *Amphilocheus neapolitanus* las predominantes para cada una de éstas.

Dentro de los trabajos realizados en otros lugares del mundo, se encuentra el de Wernberg *et al.*, (2004), quienes estudiaron el efecto de la introducción de *S. muticum* y *Halidrys siliquosa* (Fucales, Sargassaceae), en Limfjorden (Dinamarca), hipotetizando que éstas eran capaces de soportar diferentes

comunidades de epibiota, encontrando 53 taxa que con solo una excepción estuvieron presentes en ambas macroalgas. La riqueza de especies y la abundancia de la epibiota presentaron una clara variación estacional en ambos hospederos, aunque su biomasa fue constante en *H. siliquosa* y no en *S. muticum*.

Martin - Smith (1992) estudió los cambios estacionales de *Sargassum* y su fauna vágil asociada en Magnetic Island (a 10 km al norte de Townsville, Queensland, Australia), encontrando que las plantas adultas no tenían ninguna variación predictiva a lo largo del año, mientras que las juveniles revelaron un crecimiento de tipo estacional, presentado su pico en los meses de junio y julio y un descenso de diciembre a febrero; la fauna colectada en este estudio consistió básicamente en crustáceos gamáridos e isópodos, moluscos gastrópodos y anélidos poliquetos errantes.

En North Island, Nueva Zelanda, Kingsford y Choat (1985), estudiaron la asociación de fauna a algas encontradas a la deriva en aguas abiertas costeras. Peces e invertebrados colonizaron rápidamente masas algales experimentales que se dejaron a merced del agua, lo cual sugiere que las algas que se encuentran en ésta forma pueden influenciar la distribución de organismos en aguas abiertas, ya que algunas cantidades de éstas podrían llegar a afectar la supervivencia y los procesos de reclutamiento de las especies asociadas durante sus ciclos de vida.

En el sur del mar Mediterráneo, Chemello y Milazzo (2002) colectaron ejemplares de seis algas comunes en el supra e infralitoral (*Cystoceria barbatula*, *C. spinosa*, *Sargassum vulgare*, *Halopteria scoparia*, *Dyctiota fasciola* y *D. dychotoma*), con el objetivo de investigar la composición de los ensamblajes de moluscos entre las algas. *S. vulgare*, *C. barbatula* y *C. spinosa* presentaron los mayores valores de abundancia, número de especies, diversidad de Shannon-Wiener e índice de riqueza de Margalef.

Las diferencias en cuanto a los ensamblajes de moluscos de las seis macroalgas pueden ser atribuidos a las diferentes arquitecturas algales, lo que estaría relacionado con supuestas variaciones en cuanto a la disponibilidad de comida y tasa de depredación.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACION

Conocer la abundancia y diversidad de la macrofauna vágil asociada a diferentes praderas de *Sargassum* y la variación temporal de la biomasa de ésta como potencial sustrato para ser utilizado por los organismos en la Ensenada de Granate (PNNT), la Bahía de Taganga y Playa Blanca durante los meses de marzo-julio del año 2007.

4. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Identificar las especies de las praderas de *Sargassum* presentes en la zona submareal de la Ensenada de Granate, la Bahía de Taganga y Playa Blanca.

Establecer la posible variación en cuanto a la abundancia y diversidad de grupos taxonómicos asociados a las diferentes praderas de *Sargassum* en las tres áreas de muestreo, con el fin de definir posibles preferencias de sustrato por parte de la macrofauna.

Determinar cómo las diferentes fases de la surgencia condicionan la biomasa algal y por lo tanto el posible aumento del sustrato para ser utilizado por la macrofauna asociada.

5. HIPÓTESIS

Al definirse una relación directa entre la biomasa de *Sargassum* spp. y la abundancia de su fauna asociada existirá una diferencia en cuanto a esta última y su cantidad con respecto a la época de colecta debido a características particulares de las tres estaciones de muestreo.

Debido a la diferencia en la composición y variación temporal de biomasa de especies del género *Sargassum*, existirán variaciones en cuanto a la composición y abundancia de la macrofauna asociada.

6. METODOLOGÍA

6.1 AREA DE ESTUDIO

El área de Santa Marta se encuentra ubicada sobre la costa del departamento del Magdalena (Garzón – Ferreira y Cano, 1991), entre las coordenadas 11°11'18" – 11°11'42"N y 74°12'18" – 74°14'42"W. Esta zona está sujeta a fuertes vientos y corrientes, presenta litoral rocoso, bahías y ensenadas alternadas con playas arenosas, cabos e islotes (Diaz *et al.*, 2000)

El PNNT se localiza al noreste de la ciudad de Santa Marta entre Punta Minas y la desembocadura del Río Piedras a 11°16' - 11°21' N y 73°53' - 74°13' W. A éste lugar pertenece la Ensenada de Granate, Estación 1 (E1), la cual es pequeña y se sitúa en la parte más occidental del parque de occidente a oriente (Figura 1); por su forma tan abierta hacia el oeste se encuentran sectores bien protegidos de la acción del oleaje fuerte y el agua es generalmente clara. En su mayor parte el litoral es acantilado y está constituido por roca metamórfica de tipo filita; la estructura del cinturón rocoso costero sumergido se presenta como un talud de cantos rodados muy grandes en pendiente media (Camacho, 2003).

La Bahía de Gaira, se ubica entre los 11° 10' – 11° 13' N y 74° 11' – 74° 14' W. Presenta un área superficial de 5 km² y tiene una conformación abierta (Domínguez y Taborda, 2002); al norte de esta se encuentra Playa Blanca, Estación 2 (E2), caracterizada por una formación coralina de 200 m de longitud aproximadamente (Camacho y Uribe, 2000). La Bahía de Taganga, Estación 3 (E3), se localiza en el área comprendida entre Punta Venados en los 11° 16' N y 74° 12' W y la playa de Taganga en los 74° 11' W (Figura 1), presenta playas con pendiente suave, fondo arenos y relativamente tranquilo, presenta buena visibilidad la mayor parte del año (Posada, 2005).

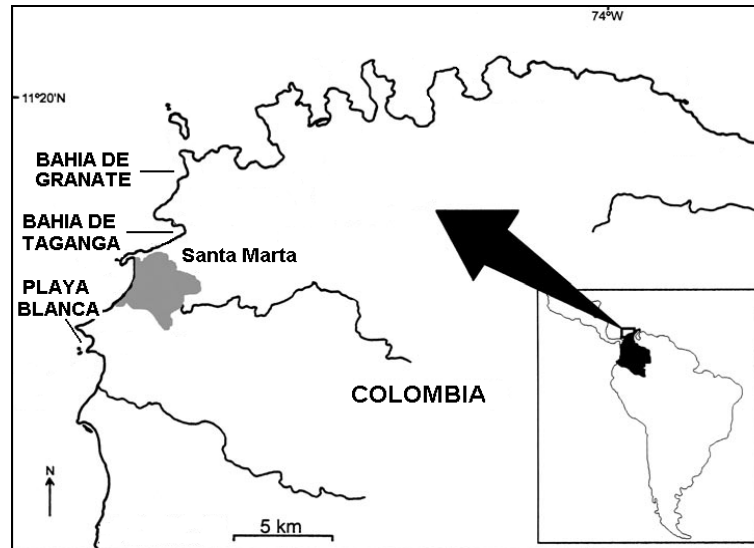


Figura 1. Mapa de la región de Santa Marta, mostrando la ubicación de la Ensenada de Granate dentro del Parque Nacional Natural Tayrona (PNNT), Bahía Taganga y Playa Blanca dentro del área de Santa Marta (modificado de Guerra-García *et al.*, 2006).

El clima de la región se encuentra regulado por los patrones generales que afectan la costa atlántica del país. El desplazamiento norte – sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) define a la época seca y lluviosa, la primera de diciembre a abril y la segunda de mayo a noviembre. Teniendo en cuenta fases transicionales en el desplazamiento de la ZCIT se han definido cuatro periodos climáticos; de tal forma se distingue la época seca mayor (diciembre – abril) con la mayor intensidad de los vientos Alisios, la lluviosa menor (mayo – junio) con un debilitamiento de éstos, la seca menor (julio – agosto) conocida como “veranillo de San Juan” y finalmente la lluviosa mayor (septiembre – noviembre) con más del 65 % de la precipitación anual (Franco, 2005). Los vientos Alisios provenientes del noreste generan de manera adicional diferentes eventos locales como la surgencia, estos vientos alcanzan velocidades que fluctúan entre los 0,3 a 12 m/s durante el primer semestre del año alcanzan. (Andrade, 1993; Cabrera y Donoso, 1993; IDEAM, 1996 En: Franco 2005).

6.2 FASE DE CAMPO

Se realizó un muestreo mensual de marzo a julio de 2007 en cada una de las estaciones de muestreo (Bahía de Granate, Playa Blanca y Bahía de Taganga) hasta completar un total de cinco muestreos por estación, tratando de abarcar las diferentes fases de la surgencia (inicio, medio y final) ya que su magnitud está relacionada de forma directa con la intensidad y persistencia de los vientos Alisios locales (Ramírez, 1990; Franco, 2005), aunque el periodo de surgencia en el área da inicio en diciembre, solo hasta marzo fueron encontrados ejemplares fácilmente visibles y reconocibles de *Sargassum* y por esta razón se comenzó a muestrear en este mes, a pesar que el final de éstos vientos en el año de estudio se presentó hacia el mes de abril, los muestreos se extendieron hasta julio ya que en las estaciones E2 y E3 aun había presencia de éstas macroalgas y se pretendía observar la persistencia de *Sargassum* y su fauna asociada al final de la surgencia.

En cada una de las estaciones y fechas de muestreo fue colectado material exclusivamente para identificación algal (teniendo en cuenta que éste debía presentar estructuras reproductivas (receptáculos), las cuales aparecieron hacia el mes de abril), siendo arrancado del sustrato desde su eje de fijación e introducido en bolsas plásticas con agua de mar para luego ser fijado y trabajado en el laboratorio. Para la macrofauna asociada, en cada una de las estaciones se tomaron tres muestras por mes durante la misma salida de colecta, las cuales fueron integradas en una sola unidad muestral para su análisis en el laboratorio (cada unidad muestral se componía de varios individuos de *Sargassum*). Al final del estudio se tuvo un total de 5 unidades muestrales por estación, a excepción de E1 en donde no se tomaron muestras en el mes de julio debido a la ausencia de *Sargassum* (contando únicamente con 4), teniendo finalmente 14 unidades muestrales totales para el presente estudio, estas fueron colectadas con equipo básico de buceo a una profundidad máxima de 2 m y máximo a 10 m de la costa, para colectar el

material se buscaban pequeños parches algales separados para facilitar su colecta y no producir una huida por parte de los individuos. Se modificó la metodología propuesta por Martin-Smith (1992) para la extracción de las muestras del mar utilizando una malla con una boca de 25 cm de diámetro ($0,25 \text{ m}^2$) y un metro de alto, la cual se introdujo verticalmente de arriba hacia abajo a lo largo de un grupo de plantas de *Sargassum* (Figura 2) y una vez en el sustrato se arrancaron la algas desde el eje principal con un cuchillo, cerrando rápidamente la boca de la malla para evitar la salida de los individuos con mayor capacidad de desplazamiento. Una vez en la superficie con la malla cerrada, estas se introdujeron por separado en bolsas plásticas con agua de mar filtrada previamente y se cerraron empleando bandas de caucho para ser transportadas al laboratorio.



Figura 2. Malla empleada para la toma de muestras de *Sargassum* spp. en las tres estaciones de muestreo. A. Vista completa, malla de 1 m de altura con un diámetro de poro de $500 \mu\text{m}$; B. Boca de la malla de 25 cm de diámetro. C. Toma de muestras (Fotografías por López, 2007).

El diámetro de poro de la malla fue de $500 \mu\text{m}$, con el fin de recoger únicamente la macrofauna, definida de acuerdo a Phillips y McRoy (1990 En: Vides, 1999) como aquellos organismos con una talla mayor a éstas

dimensiones y cuya importancia radica en que en éste grupo se encuentran muchos consumidores secundarios, organismos importantes a nivel comercial y otros que son alimento para especies de gran interés a este mismo nivel y también económicamente (Rhoads y Germano, 1986 En: Vides, 1999). Estos individuos además no presentan una sensibilidad tan marcada ante cambios o disturbios que pueden ser de origen natural o antropogénico dentro del ecosistema (Strobel y Hughes, 1990) haciendo más fácil su manipulación.

6.3 FASE DE LABORATORIO

Las algas para identificación se sometieron a un proceso de fijación con alcohol al 70 % y fueron introducidas en frascos de vidrio oscurecidos de boca ancha. Al momento de identificarlas, fueron extraídas y lavadas con abundante agua dulce, ya que presentaron un aspecto baboso debido al mucus liberado por las estructuras reproductivas (receptáculos). Se organizaron por estación en bandejas individuales y se les arrancaron algunos filoides, vesículas y estructuras reproductivas para su observación al estereoscopio; finalmente se realizaron cortes para la observación de los criptostomas (pequeñas cavidades abiertas en la superficie del talo de la cual pueden salir pelos estériles (Camacho, 2003)) al microscopio ya que su distribución en el filoide es carácter de identificación. Los trabajos y claves empleadas para la identificación de las algas fueron Taylor (1960), Bertossi y Ganesan (1973), Schnetter (1976), Paula (1988), Littler y Littler (2000) y Camacho (2003).

Para el componente faunístico, las algas de cada unidad muestreal fueron introducidas el mismo día de su colecta en una bandeja con abundante soda comercial (hasta que quedaran totalmente sumergidas) durante 20 minutos, con el fin de narcotizar los animales y producir así su desprendimiento alterando al mínimo la biomasa faunal y algal, esta metodología se adaptó de Boltovskoy (1981), quien emplea la narcotización para el caso del zooplancton. Una vez cumplido este tiempo, fueron lavadas con abundante agua dulce

sobre un tamiz de 500 μm , estableciendo los mismos tiempos de lavado para todas (5 minutos), esto con el fin de no perder los individuos en dicho proceso y desprender los que aun estaban sujetos o enredados en ellas. Para verificar que no hubiera organismos en el alga, esta fue llevada al estereoscopio y sometida a un proceso de revisión manual con ayuda de pinzas y agujas. Una vez realizado esto, los organismos fueron introducidos en frascos rotulados de 250 ml y fijados en alcohol al 70 %. La identificación se llevó a cabo hasta el nivel taxonómico más bajo posible ya que existían algunos individuos con ausencia de estructuras importantes para su completa identificación, empleando en este proceso trabajos y claves específicas para cada grupo, así para artrópodos Watling (1979), LeCroy (1991), Heard *et al.* (2003); para moluscos, Morris (1973), Díaz y Puyana (1994), Lincher (2000), Dance (2002) y Behrens y Hermosillo (2005); los poliquetos fueron identificados con Fauchald (1977), Salazar-Vallejo *et al.* (1988), Rouse y Pleijel (2001) de donde fue tomada la clasificación taxonómica, los platelmintos con Bolaños y Quiroga (2003) y finalmente para los cordados Jones *et al.*, (2006 a y b).

Las técnicas para la obtención de la biomasa vegetal siguieron los estándares propuestos por Higgins y Thiel (1988); las tres muestras de cada estación fueron separadas en grupos más pequeños y puestas en bandejas rotuladas para ser sometidas a un proceso de secado en horno a 70 °C durante 24 horas. Una vez pasado este tiempo, el material fue retirado y pesado en una balanza analítica marca Sartorius TE 2145 ($\pm 0,0001$ mg) para la obtención de su peso seco, la separación en pequeños grupos se hizo por comodidad y facilidad para el pesaje en la balanza dependiendo la cantidad y el tamaño de la unidad muestral, ya que la balanza era muy pequeña y las muestras excedían su peso límite, por lo cual esta separación se dio solo para el pesaje, posteriormente se realizó la suma total de los pesos obtenidos manteniendo el número de las 14 unidades muestrales iniciales y fue expresado en unidades de g/m^2 .

Para la determinación de la biomasa animal y el contenido de materia orgánica, después de la identificación y el conteo, los individuos de cada unidad muestral fueron colocados en papel aluminio, organizados por phyla (con el fin de ver que grupos presentaban mayores valores de biomasa), estación y mes de muestreo, se llevaron al horno para un proceso de secado a 70 °C durante 24 horas (Higgins y Thiel (1988)), tiempo después del cual se retiraron e introdujeron en el desecador y se pesaron para la obtención de su peso seco el cual fue estandarizado a unidades de g/100 g peso seco de alga con la finalidad de poder comparar los valores con otros trabajos. Una vez obtenido éste, cada unidad muestral fue colocada en crisoles y llevada a la mufla a 500 °C durante cinco horas, al final de éste periodo, las muestras fueron llevadas al desecador y pesadas nuevamente. La diferencia de peso al final del procedimiento corresponde a la materia orgánica perdida por ignición (Dean, 1974. En: Páez-Osuna *et al.*, 1984) expresada en las unidades anteriores.

6.4 FASE DE GABINETE

La identificación de los individuos observados fue recopilada en una lista describiendo phylum, clase, subclase, familia, para todos los individuos y género y especie para los que pudieron ser identificados; los datos fueron almacenados en una base de datos de Excel. Los criterios a tener en cuenta para las biomásas fueron mes y estación de muestreo; para la densidad de individuos se agregó la clasificación taxonómica, ésta densidad fue expresada en número de individuos/100 g peso seco de alga.

6.4.1 VIENTOS Y TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL AGUA

La información sobre la intensidad de los vientos a lo largo de 2007 para el análisis de resultados fue suministrada por el grupo “Dinámica y Manejo de Ecosistemas Marino - Costeros” de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, sede

Santa Marta, registrado en Colciencias y dirigido por Andrés Franco Herrera (Anexo A).

En la Central de Pronósticos Meteorológicos y Oceanográficos – CPMO del Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas – CIOH, fueron obtenidos los datos de temperatura superficial del agua para el Caribe colombiano dada en °C (Anexo B).

6.4.2 IDENTIFICACIÓN ALGAL

La información obtenida en la revisión del material algal fue organizada en una matriz de Excel con el fin de presentar los datos ordenados de coincidencias y diferencias de las algas estudiadas con los diferentes trabajos consultados.

6.4.3 BIOMASA VEGETAL

Los valores obtenidos, fueron organizados en matrices independientes por estación y posteriormente en una sola matriz reuniendo las estaciones y los meses de muestreo. Para estandarizar las unidades en g/m², se aplicó una regla de tres de la siguiente forma:

$$\frac{(w \text{ seco (g)} * 1 \text{ m}^2)}{0,75 \text{ m}^2} = \text{g/m}^2$$

Donde,

0,75 m²= 0,25m² (diámetro de la boca de la malla) x 3 (muestras que conforman la unidad muestreal)

6.4.4 DENSIDAD, BIOMASA Y MATERIA ORGÁNICA ANIMAL

Para la determinación de la densidad, los resultados obtenidos fueron recopilados en una base de datos de Excel. Para establecer la cantidad de

individuos en 100 g peso seco del alga se aplicó una regla de tres de la siguiente manera:

$$\frac{(\# \text{ individuos} * 100 \text{ g})}{w \text{ seco (g)}}$$

La biomasa animal, fue organizada en matrices individuales por estación, teniendo en cuenta los meses de muestreo y grupos taxonómicos obtenidos en cada uno de ellos, y posteriormente fueron reunidos en una matriz organizada por estación y mes de muestreo.

La materia orgánica fue obtenida teniendo en cuenta la biomasa vegetal (B.V.) en g y el valor de las cenizas de la macroauna en g para la aplicación de una regla de tres:

$$\frac{w \text{ ceniza (g)} * 100 \text{ g}}{\text{B.V. (g)}}$$

6.4.5 BIOMASA ANIMAL vs BIOMASA VEGETAL

Los datos de biomasa animal y vegetal fueron transformados utilizando Ln (n + 1) con el fin de linealizar las bases de datos, mediante el programa STATGRAPHICS PLUS v5.0®, se realizó una regresión para establecer las relaciones existentes entre las dos biomosas, el mejor modelo fue establecido mediante el mayor valor del coeficiente de determinación (r^2), aunque se utilizó el lineal con el fin de realizar comparaciones con otros trabajos, el valor de r^2 indica que porcentaje de variación de la respuesta es explicable por la curva ajustada (Giraldo y Rodríguez, 1997)

6.4.6 ATRIBUTOS ESTRUCTURALES DE LA COMUNIDAD

Utilizando el programa PRIMER v5®, se determinaron los atributos estructurales de la comunidad mediante índices de diversidad como el de Shannon-Wiener (H'), riqueza de taxa (d), uniformidad (J'), predominio (λ),

abundancia (N) y número de taxa (S) de los diferentes grupos encontrados de acuerdo con las fórmulas planteadas por Ramírez (2005) y descritas más adelante.

Aunque éstos fueron desarrollados para ser utilizados en la categoría taxonómica de especie, autores como Urkiaga-Alberdi *et al.*, (1999 En: Warwick y Clarke, 1993), han demostrado que el trabajo al nivel de familia, facilita el análisis de los datos ya que se requiere un menor tiempo invertido en laboratorio solventando, en algunos casos, la ausencia de guías específicas para la identificación de los organismos. De igual forma, estos autores proponen que existen importantes indicios de que los datos a éste nivel taxonómico, se correlacionan más estrechamente con los gradientes de contaminación que las ordenaciones a nivel de especie.

Índice de diversidad de Shannon y Wiener: es empleado con el fin de conocer las especies que componen la comunidad y su cantidad.

$$H' = - \sum (n_i / N) \ln (n_i / N)$$

Índice de riqueza de Margalef: es empleado con el fin de establecer una razón entre el número de especies presentes en la comunidad y el total de individuos que la conforman.

$$d = S - 1 / \ln N$$

Índice de uniformidad de Pielou: es empleado con el fin de conocer que tan uniforme es la comunidad teniendo en cuenta la relación entre el número de especies y el valor que tiene cada una en la misma comunidad.

$$J' = H' / \ln S$$

Índice de Predominio de Simpson: Indica la mayor concentración de una especie dentro de la muestra, permitiendo ver cómo esa abundancia puede afectar la diversidad de la comunidad.

$$\lambda = \sum (ni / N)^2$$

Los resultados de los índices fueron organizados en una matriz y al final de cada mes de muestreo se determinó el promedio y la desviación estándar, con el fin de facilitar el análisis al realizarlo por mes de muestreo y no por estación.

6.4.7 ANALISIS DE CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN

El análisis de clasificación cuantitativo se obtuvo utilizando el paquete estadístico PRIMER v5®. Las muestras fueron agrupadas según su similitud mediante el método de aglomeración jerárquica, teniendo como producto final un dendrograma, según Margalef (1980) el nivel más apropiado de corte de similitud es de 50 %, razón por la cual se trabajó con este porcentaje. Se calculó el índice cofenético utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis con el fin de establecer la buena representación de la matriz de similitud por parte de la figura obtenida (Crisci y López, 1983); además se hizo un análisis de escalamiento multidimensional (MDS) para facilitar la observación de los grupos observados en el dendrograma.

Finalmente para el análisis cualitativo, se aplicó el análisis de clasificación cualitativo (presencia - ausencia) de Sorensen (el cual se aplica cuando se tiene sospecha de que muchos datos de ausencia no se deben realmente a la no presencia, sino a que no ha sido posible encontrarlos), utilizando el programa MVSP v3.1® (Multi-Variable Statistical Package), y aplicando la fórmula planteada por Guisande *et al.*, 2005.

$$Ss = (2a)/(2a+b+c)$$

7. RESULTADOS

7.1 VIENTOS Y TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL AGUA

Se presentó una relación inversamente proporcional entre el promedio mensual de la velocidad diaria máxima del viento (m/s) (Anexo A) y la temperatura superficial del agua (°C) (Anexo B), observando que cuando se presentaron los menores valores de temperatura (marzo), el viento tuvo su máxima velocidad. Esta relación se mantuvo a lo largo de los muestreos, teniendo al final (julio), una temperatura más alta y una velocidad de los vientos más baja (tabla 1).

Tabla 1. Promedio de velocidad del viento en m/s y temperatura superficial del agua (°C), reportados para las diferentes estaciones a lo largo de los meses de muestreo

MES	Temperatura (°C)	Velocidad Viento (m/s)
MARZO	26 – 27	3,975
ABRIL	26 - 27,5	1,147
MAYO	26 - 27,5	1,113
JUNIO	27,5 - 28,5	1,113
JULIO	28,5 - 29,5	1,267

7.2 IDENTIFICACION ALGAL

En las tres estaciones de muestreo fueron identificadas cinco especies diferentes del género (Anexo C y D); para la Bahía de Granate (E1), se encontró una pradera mono-específica de *Sargassum* sp1 coincidiendo con lo reportado por Camacho (2003); en Playa Blanca (E2), se encontró una pradera multiespecífica constituida por varios morfotipos de *Sargassum* cf. *vulgare*, *Sargassum* cf. *filipendula* y *Sargassum* sp2, de acuerdo a su distribución vertical en el litoral *S. cf. vulgare* y *S. cf. filipendula* coinciden con lo reportado por el autor nombrado anteriormente; finalmente para Taganga (E3) se trabajó con una pradera de *Sargassum cymosum*. Dado que pueden presentarse variaciones morfológicas entre una misma especie de acuerdo a la ubicación

en el litoral y la misma variación intraespecífica que se evidencia en *Sargassum* (Rocha-Ramirez y Siqueiros-Beltrones, 1990), no pudo llevarse a cabo una identificación completa de los individuos encontrados.

7.3 BIOMASA VEGETAL

El comportamiento en los valores de biomasa de *Sargassum* en cada una de las estaciones a través del tiempo es particular para cada una ellas. La E1 presentó el menor valor de biomasa en marzo con $16,54 \text{ g/m}^2$, momento en el cual se reportaron bajas temperaturas superficiales del agua ($26^\circ\text{C} - 27^\circ\text{C}$), esta ultima presentó un incremento progresivo hasta el mes de mayo ($26^\circ\text{C} - 27,5^\circ\text{C}$) viéndose reflejado en el aumento de la biomasa con $190,57 \text{ g/m}^2$, donde a partir de este mes la biomasa se reduce rápidamente llegando a ser igual a cero para el mes de julio

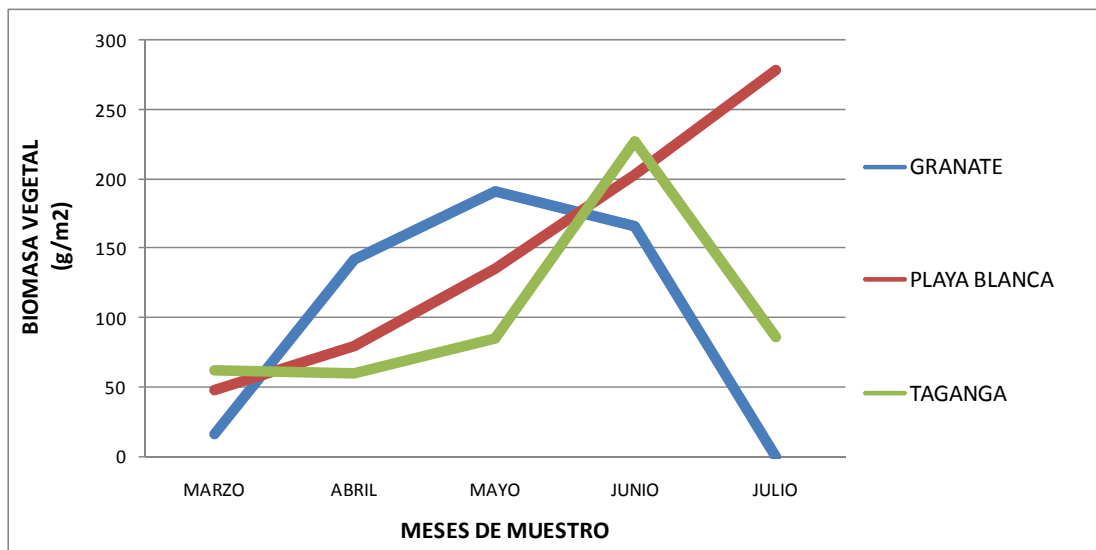


Figura 3. Comportamiento de la biomasa vegetal de *Sargassum* (g/m^2), en las tres estaciones de muestreo (E1= Granate; E2= Playa Blanca y E3= Taganga) durante el periodo de estudio.

En E2 se registró el menor valor durante en marzo con $48,17 \text{ g/m}^2$ y el mayor en julio con $278,74 \text{ g/m}^2$, este también fue el más alto a lo largo de estudio. En lo que respecta a E3, abril se constituye en el mes con menor biomasa ($60,22$

g/m²) y el máximo valor se alcanza en junio con 226,76 g/m² (Figura 3), presentando una marcada disminución en el mes de julio.

7.4 DENSIDAD, BIOMASA Y MATERIA ORGANICA ANIMAL

No se observó una tendencia general entre las estaciones a excepción de E2. E1 presentó las densidades más bajas a lo largo de todos los muestreos, con 121,81 y 547,82 individuos/100 g peso seco del alga en junio y mayo respectivamente. Por su parte, E2 evidenció las densidades más altas y las mayores oscilaciones en comparación con las otras dos estaciones tendiendo a disminuir a lo largo de los meses de muestreo. El menor valor se obtuvo en julio con 465,43 (momento en el cual el esquema fue invertido) y el máximo al inicio de los muestreos con 2964,46 individuos/100 g peso seco del alga. En E3, se presentaron oscilaciones para los valores de densidad con un rango de 568,13 en marzo y 1436,92 individuos/100 g peso seco del alga en abril (Figura 4).

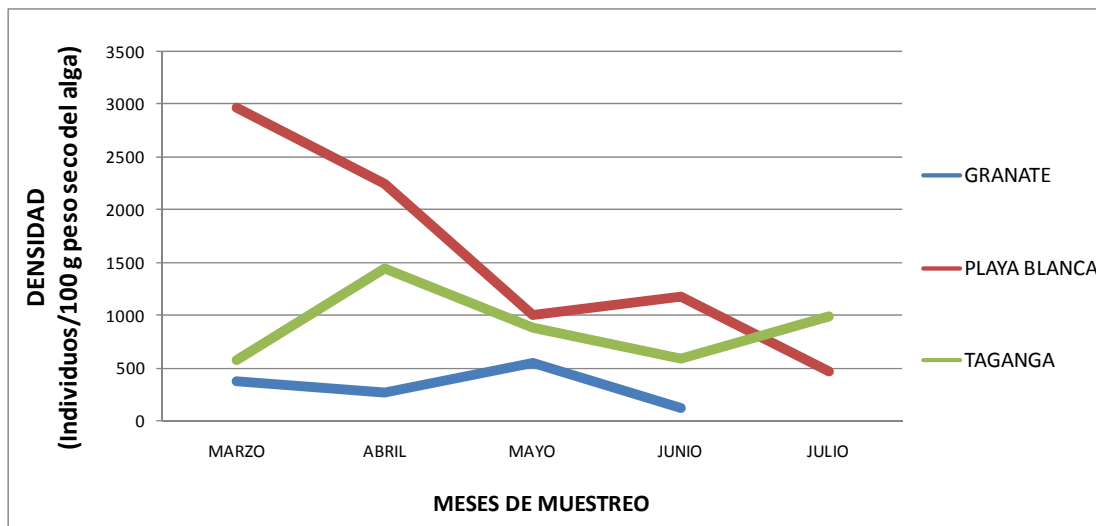


Figura 4. Densidad de la macrofauna vágil asociada a *Sargassum* spp. expresada en individuos/100 g peso seco del alga (E1= Granate; E2= Playa Blanca y E3= Taganga).

Los organismos con mayor frecuencia de aparición fueron el molusco gástrópodo *Alaba incerta* y el anfípodo *Eusiroides* sp., siendo encontrados en

cada una de las muestras de cada estación a lo largo de todos los muestreos. Estas mismas especies se constituyeron en las de mayores densidades, obteniendo en el primer caso valores entre 15,72 a 1816,79 individuos/100 g de peso seco del alga para E2 en los meses junio y abril respectivamente, lo que representó abundancias relativas de 1,35 a 80,78 %. Igual comportamiento se observó en el anfípodo *Eusiroides* sp., con valores entre 8,06 (2,13 %) a 2059,34 (69,47 %) individuos/100 g de peso seco del alga para E1 y E2 durante marzo (Anexos E y F) (La clasificación de todas las especies de la macrofauna asociada se encuentran en el Anexo G).

Las densidades más bajas en las diferentes estaciones no superaron los 0,70 individuos/100 g peso seco del alga. De ésta manera se obtuvo que para E1 el valor más bajo fue de 0,70 para los moluscos *Littorina meleagris*, *L. ziczac*, *Alvania aberrans*, *Anachis pretri*, *Cystiscus* sp., *Pussia gemmata*, *Trochypollia didyma*, *Brachidontes exustus*, los anélidos poliquetos *Eurythoe* sp., *Lumbrinereis* sp., *Brania* sp. y *Cirriformia* sp. y los morfotipos de la familia Ampharetidae.

En E2, la densidad más baja correspondió a 0,48 para los moluscos *Diodora dysoni*, *Tricolia bella*, *Cerithium litteratum*, *Littorina meleagris*, *Anachis pretri*, *Nitidilla nitida*, *Brachidontes dominguensis*, *B. modiolus*, el anfípodo *Bemlos spinicarpos* y dos individuos de la familia Holothuridae. En lo que respecta a E3, las menores densidades, con valores de 0,59, correspondieron al anélido poliqueto *Sphaerosyllis* sp., el anfípodo *Lissianasa* sp., el decápodo *Acanthonix petiverii* y el copépodo harpacticoideo *Euterpina* sp. (Anexo E).

La biomasa animal presentó fluctuaciones a lo largo de los diferentes meses de muestreo para cada una de las estaciones. En E1 el mayor valor de biomasa animal se encontró en el mes de marzo con 2,75 g/100 g de peso seco del alga y el menor de los registrados se obtuvo en mayo con 1,03, ya que en julio no se registraron datos.

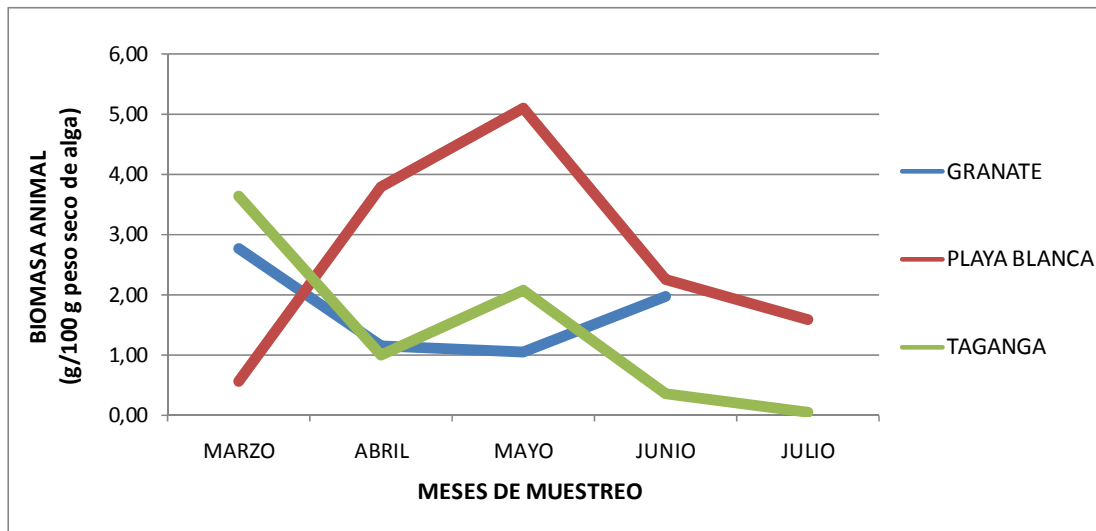


Figura 5. Comportamiento de la biomasa seca animal (g/100 g de peso seco del alga), de la macrofauna asociada a las especies de *Sargassum* encontradas en las tres estaciones de muestreo (E1= Granate; E2= Playa Blanca y E3= Taganga) durante el periodo de estudio.

En E2 se reportó un aumento desde marzo hasta mayo pasando de 0,55 a 5,08 g/100 g de peso seco del alga, seguido de una disminución en los meses siguientes, aunque con valores más altos a los presentados en el mes de marzo. Para E3, el valor más alto fue obtenido en marzo correspondiendo a 3,62, que de igual forma se constituyó en el más alto de todo el muestreo para ésta estación, y el más bajo fue 0,04 para el mes de julio (Figura 5).

En cuanto a la materia orgánica, se observó un comportamiento similar al observado en la biomasa animal. E1 presentó el menor valor en el mes de junio con 0,36 g/100 g peso seco de alga y el más alto en marzo con 1,76 g/100 g peso seco de alga, desapareciendo en julio. E2 registró un aumento en el mes de abril (2,83 g/100 g peso seco de alga) con respecto a marzo (0,28 g/100 g peso seco de alga), para los meses de mayo a julio se presentó una fluctuación de valores de 2,78 g/100 g peso seco de alga hasta 1,40 g/100 g de peso seco del alga. En E3 se observó un cambio en los valores a lo largo de los muestreos pasando de 2,40 g/100 g peso seco de alga en marzo a 0,02 g/100 g peso seco de alga en julio (Figura 6).

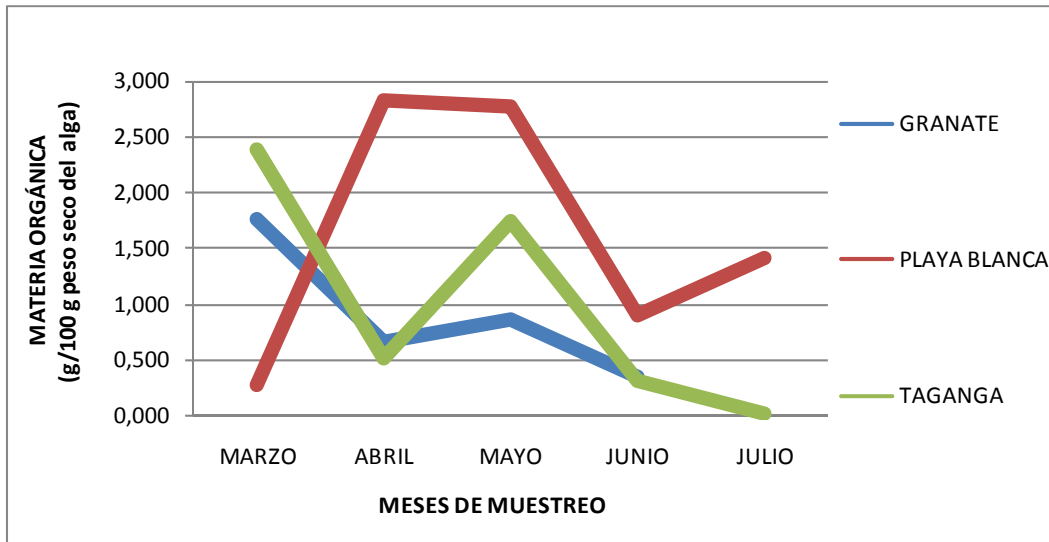


Figura 6. Comportamiento de la materia orgánica (g/100 g de peso seco del alga), para las especies de *Sargassum* encontradas en las tres estaciones de muestreo (E1= Granate; E2= Playa Blanca y E3= Taganga).

7.5 BIOMASA ANIMAL vs. BIOMASA VEGETAL

Al realizar una comparación entre la biomasa animal y la vegetal (tabla 2), no se observó una relación directamente proporcional, es decir, mientras la biomasa vegetal aumenta de forma gradual a lo largo de los meses de muestreo incrementando aparentemente el sustrato disponible, la biomasa animal presentó aumento y disminución de una forma desordenada en las diferentes estaciones.

Tabla 2. Comparación entre biomasa vegetal (g/m²) y biomasa animal (g/100 g de peso seco del alga) obtenidas para cada una de las estaciones a lo largo de los cinco meses de muestreo (E1= Granate; E2= Playa Blanca y E3= Taganga). * Datos no presentados debido a ausencia del alga en la estación.

MES	ESTACIÓN 1		ESTACIÓN 2		ESTACIÓN 3	
	Biomasa vegetal	Biomasa animal	Biomasa vegetal	Biomasa animal	Biomasa vegetal	Biomasa animal
MARZO	16,54	2,75	48,17	0,55	62,43	3,62
ABRIL	141,29	1,13	80,21	3,77	60,22	0,98
MAYO	190,57	1,03	136,11	5,08	84,75	2,07
JUNIO	165,29	1,96	203,51	2,23	226,76	0,35
JULIO	*	*	278,74	1,57	86,44	0,04

Para determinar la relación existente entre ambas biomásas, se aplicó regresión lineal estableciendo como variable independiente (x) a la biomasa

vegetal y dependiente (y) la animal. Los resultados fueron consignados en la tabla 3, en esta también se presentaron los modelos de regresión alternos que mejor explicarían la relación existente entre ambas biomásas con base al mayor r^2 , el cual indica la proporción de la varianza de Y explicada por el modelo de regresión (Domènech y Riba, 1985).

Tabla 3. Coeficiente de determinación r^2 obtenido para el establecimiento de la relación lineal existente entre biomasa vegetal (g/m^2) y biomasa animal ($\text{g}/100 \text{ g}$ de peso seco del alga) de las tres estaciones (E1= Granate; E2= Playa Blanca y E3= Taganga).

ESTACIÓN	ECUACIÓN DE MODELO LINEAL	VALOR DE CORRELACIÓN	r^2	MODELO DE MAYOR r^2
E1	$Y=3,24 - 0,31 * X$	-0,82	67,96 %	Lineal (67,96 %)
E2	$Y= 5,39 - 0,60 * X$	-0,33	11,92 %	Recíproco - X (11,92%)
E3	$Y= -4,22 + 0,80 * X$	0,23	6,58%	Recíproco - X (6,58%)

E1 presentó una relación directa entre la biomasa animal y la biomasa vegetal con un coeficiente de determinación de 67,96%, por el contrario, E2 y E3 presentaron valores inferiores al 25 %, indicando para éstas una relación inversa entre el aumento de una variable con respecto a la otra.

7.6 ATRIBUTOS ESTRUCTURALES DE LA COMUNIDAD

Los siguientes resultados se basan en la tabla 4. La menor cantidad de especies se presentó en el mes de marzo oscilando entre 13 y 20. Estos valores fueron incrementando hacia el mes de mayo en donde se obtuvo el máximo registro con 40; posteriormente se presentó un descenso en los valores permaneciendo más o menos constante en los dos meses restantes. La mayor diversidad promedio se presentó en mayo con un valor de $2,17 \pm 0,35$ relacionándose con el más bajo predominio presentado a lo largo de los muestreos ($\lambda = 0,19 \pm 0,06$), la uniformidad de Pielou obtuvo un valor de $0,63 \pm 0,06$ y una riqueza de Margalef promedio de $4,65 \pm 1,44$ para mayo.

Tabla 4. Atributos estructurales para la comunidad vágil macrofaunal asociada a *Sargassum* spp. en las tres estaciones del área de Santa Marta, E= Estación (1, 2 y 3); M = Muestreo (1, 2, 3, 4 y 5); S = Total de especies; N = Densidad de individuos; d= Riqueza de Margalef; J'= Uniformidad de Pielou; H'= Diversidad de Shannon-Wiener; λ = Predominio de Simpson.

		S	N	D	J'	H'(Ine)	λ
MARZO	E1M1	14	378,88	2,19	0,74	1,96	0,25
	E2M1	20	2964,46	2,38	0,41	1,23	0,50
	E3M1	13	568,14	1,89	0,37	0,95	0,61
	Promedio	15,67	1303,83	2,15	0,51	1,38	0,45
	Desvest	3,79	1441,26	0,24	0,20	0,52	0,18
ABRIL	E1M2	19	267,07	3,22	0,63	1,85	0,25
	E2M2	26	2248,96	3,24	0,28	0,92	0,66
	E3M2	30	1436,91	3,99	0,66	2,25	0,16
	Promedio	25,00	1317,65	3,48	0,52	1,67	0,36
	Desvest	5,57	996,32	0,44	0,21	0,68	0,27
MAYO	E1M3	40	547,83	6,18	0,70	2,56	0,12
	E2M3	24	997,23	3,33	0,60	1,89	0,20
	E3M3	31	876,32	4,43	0,60	2,05	0,24
	Promedio	31,67	807,12	4,65	0,63	2,17	0,19
	Desvest	8,02	232,55	1,44	0,06	0,35	0,06
JUNIO	E1M4	31	121,81	6,25	0,74	2,55	0,13
	E2M4	23	1168,15	3,11	0,37	1,16	0,52
	E3M4	23	579,17	3,46	0,51	1,60	0,37
	Promedio	25,67	623,04	4,27	0,54	1,77	0,34
	Desvest	4,62	524,55	1,72	0,19	0,71	0,20
JULIO	E2M5	32	465,43	5,05	0,47	1,62	0,34
	E3M5	26	982,53	3,63	0,39	1,26	0,49
	Promedio	29,00	723,98	4,34	0,43	1,44	0,42
	Desvest	4,24	365,64	1,00	0,06	0,26	0,11

En cuanto a la densidad, mayo, junio y julio presentaron valores promedio por debajo de 1000 individuos/100 g peso seco de alga, mientras que en marzo y abril los valores oscilaron alrededor de 1300. Estos resultados se explican debido a que en el mes de mayo, aunque no hubo densidades muy altas se registraron los promedios más altos de número de especies, riqueza de Margalef y uniformidad de Pielou acompañados de un bajo predominio, por su parte en marzo aunque se mostraron valores altos de densidad, el número de taxa y la riqueza son bajas, además de tener uno de los valores más bajos de uniformidad debido a su alto predominio.

7.7 ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN

Al observar el dendrograma cuantitativo, en un nivel de similaridad de 50 % se evidenció la formación de ocho grupos (G1 – G8), con una leve tendencia de separación por estaciones y no por muestreo (Figura 7), indicando que las tres estaciones presentan condiciones topográficas y oceanográficas diferentes que hacen que las densidades estén más relacionadas con la estación que con los meses de muestreo, en otras palabras con las diferentes fases de la surgencia.

Figura 7. Dendrograma cuantitativo de Bray Curtis entre las tres estaciones de muestreo de marzo a julio de 2007. IC: Índice cofenético = 0,735.

El valor de índice cofenético indicó una buena representación de la matriz de similaridad por parte del dendrograma, presentando así una baja distorsión ya que los valores de éste se encontraron entre 0,6 y 0,95 (Crisci y López, 1983).

Tres de los ocho grupos conformados están integrados por estaciones y muestreos individuales, siendo estos, E1 para los meses de mayo (G1) y junio (G2) y E2 para el mes de abril (G7), un cuarto grupo lo conforman los muestreos realizados en los meses de marzo y junio en E2 (G3). El quinto

grupo (G4) ésta conformado por E3 en junio y E2 en julio, en el sexto (G5) se encuentran E3 de abril y E2 de mayo, el séptimo (G6) grupo está formado por E1 para los meses de marzo y abril y finalmente un último grupo (G8) que integra a los tres muestreos restantes de E3.

En el análisis de escalamiento multidimensional (MDS) (Figura 8), se pudo confirmar la conformación de grupos determinados en el dendrograma de Bray Curtis.

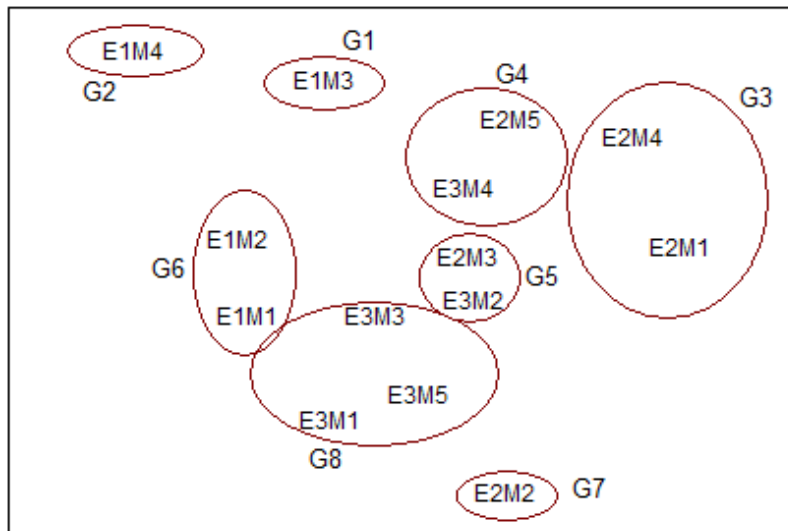


Figura 8. Análisis de escalamiento multidimensional (MDS) de las diferentes estaciones y muestreos realizados de marzo a julio de 2007 en el estudio de la macrofauna asociada a *Sargassum* spp. Stress: 0,08.

El análisis de clasificación cualitativo de Sorensen se llevó a cabo de dos maneras, una a las estaciones y los diferentes meses de muestreo y en la otra se integraron las muestras dentro de cada estación, con una similaridad de 50 %, en la primera se observó la formación de nueve grupos mostrando una clara agrupación por estaciones y no por mes de muestreo, este comportamiento es similar al presentado en el dendrograma cuantitativo (Figura 9 y 10).

Cuatro de los nueve grupos los conformaron estaciones y muestreos individuales, siendo, E1 para los meses de marzo (G1), mayo (G8) y junio (G9), y para E3 en el mes de julio (G3), un quinto grupo (G2) lo conforman

E3 para el mes de marzo y E1 en abril, E2 para los meses de marzo y mayo integran el sexto grupo (G4), el séptimo se encuentra compuesto por E2 para los meses de junio y julio, en el octavo grupo (G6) está E2 en abril y E3 en junio y finalmente E3 en los meses de abril y mayo conforman el noveno y último grupo (G7).

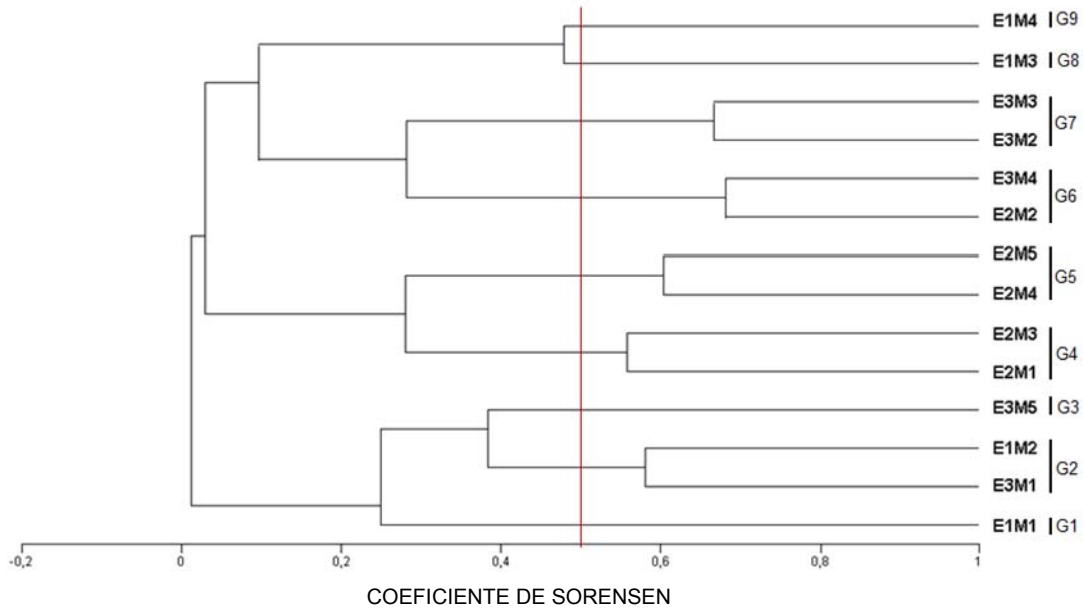


Figura 9. Índice cualitativo de Sorensen, se relacionan cada una de las estaciones con los meses de muestreo (marzo a julio de 2007), E = Estación (1, 2 y 3); M = Muestreo (1, 2, 3, 4 y 5) y la presencia – ausencia de cada una de las especies.

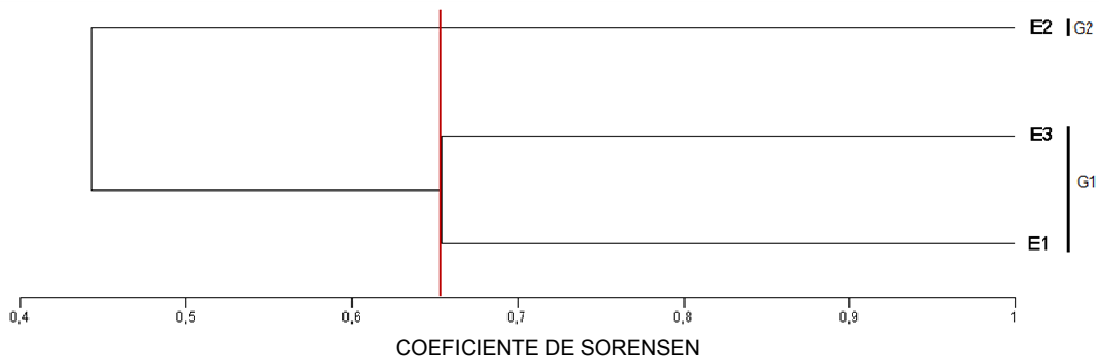


Figura 10. Índice cualitativo de Sorensen que relaciona cada una de las estaciones con la presencia - ausencia de las especies en cada una de ellas.

Para la segunda forma, se presentó una similaridad de 0,655 para E1 y E3 conformando el grupo 1 (G1), y E2 se ubicó sola formando el segundo grupo

(G2), con una similaridad muy baja (0,443) con respecto a las otras dos estaciones.

8. DISCUSION DE RESULTADOS

8.1 VIENTOS Y TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL AGUA

Los vientos Alisios contribuyen en gran manera con la surgencia presentada en el Caribe colombiano, ocasionando que las masas de agua de la superficie se alejen de la costa por una divergencia tropical después de haber ascendido a las capas superiores (Longhurst, 1981 En Arevalo, 2007), en medio de este proceso, se produce una tensión sobre la capa superficial del mar, y cambios físicos y químicos que van a contribuir con la dinámica de las diferentes poblaciones algales (Bula-Meyer, 1977).

Los valores de vientos y temperaturas presentados coinciden con el patrón bimodal que presenta Marquez (1982) y con los datos presentados por Arévalo para el 2006 (2007), también con Díaz-Pulido y Garzón-Ferreira (2002), en cuanto a la influencia de la surgencia con el desarrollo de algunas macroalgas, entre las cuales se encuentra *Sargassum*, esta relación puede presentarse básicamente por una contribución de nutrientes y el ascenso de agua fría a las capas superficiales costeras.

8.2 IDENTIFICACION ALGAL

La identificación de *Sargassum* es bastante complicada dada su gran complejidad morfológica y la variación temporal, espacial e intraespecífica de esta (Camacho, 2003), por lo cual para el presente estudio se realizó un trabajo morfológico exhaustivo y se propusieron especies y morfotipos correspondientes para cada estación.

La especie de E1, correspondió a *Sargassum* sp1, la cual tiene gran representatividad en algunas partes del PNNT, alcanzando en algunos sectores hasta 4 m de longitud (Camacho, 2003). Las algas de éste género forman extensas praderas a lo largo de esta estación ya que se encuentra protegida de la acción del oleaje coincidiendo con los resultados presentados

por Camacho (2003), en donde se muestra que los lugares del PNNT en los cuales se presenta ésta macroalga son protegidos o expuestos de una forma moderada a la acción del oleaje.

Al ser una especie que presenta estacionalidad en su desarrollo, se observó una marcada presencia de estructuras reproductivas hacia el mes de mayo. En el muestreo realizado en el mes de junio se extrajeron ejes principales, en su mayoría los ejemplares carecían de filoides, contrario a lo reportado por Camacho (2003), quien para la misma época encontró casi todos los especímenes maduros; por el contrario, las observaciones del presente trabajo coinciden hacia el mes de julio con las del autor mencionado anteriormente, en donde se observó una ausencia de individuos, según éste, la parte erecta del talo cae quedando solamente el disco basal adherido al sustrato.

Para E2, hay presencia de tres morfotipos diferentes, y no se llegó a una identificación clara de éstos. El primero fue identificado como *Sargassum* cf. *vulgare* (Figura 11a), al comparar con Taylor (1960) y Paula (1988) no se encontró concordancia en cuanto al tamaño de los filoides ya que los colectadas en este estudio son más largas y anchos, excediendo así las medidas propuestas por los autores (Figura 11b) (Anexo C).

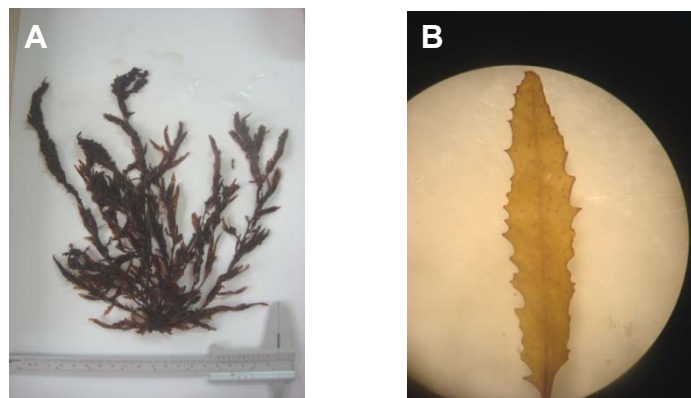


Figura 11. Individuo de *Sargassum* cf. *vulgare* encontrado en E2 (Playa Blanca). A. Individuo en proceso de herborización. B. Filoide utilizado en la toma de medidas para el proceso de identificación.

Los individuos observados presentaron pocas vesículas, receptáculos entremezclados con pequeños filoides, éstos se encuentran en grupos y no presentan eje estéril como las características presentadas por Taylor (1960) y Schnetter (1976) (Anexo D).

El morfotipo dos corresponde a *Sargassum* cf. *filipéndula* (Figura 12a), el cual no presentó coincidencia entre el tamaño de los filoides (Figura 12b) descritos por los diferentes autores consultados y el de los individuos observados, el tamaño de éstos y de los criptostomas es más pequeño que los registrados por los trabajos consultados. El último morfotipo es reportado como *Sargassum* sp2 (Figura 13 a y b), no coincidió de forma clara con los diferentes trabajos (Anexo D).

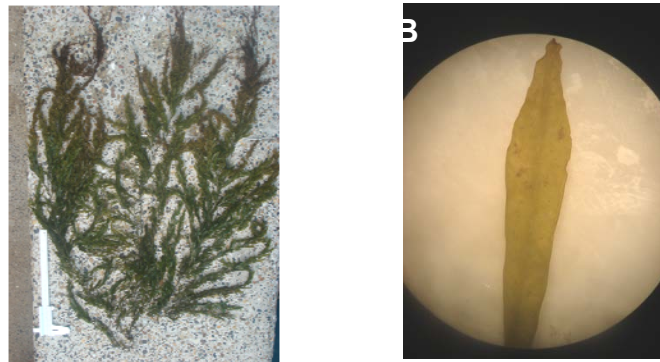


Figura 12. A. Individuo de *S.* cf. *filipendula* encontrado en E2 (Playa Blanca). B. Filoide utilizado en la toma de medidas para el proceso de identificación.

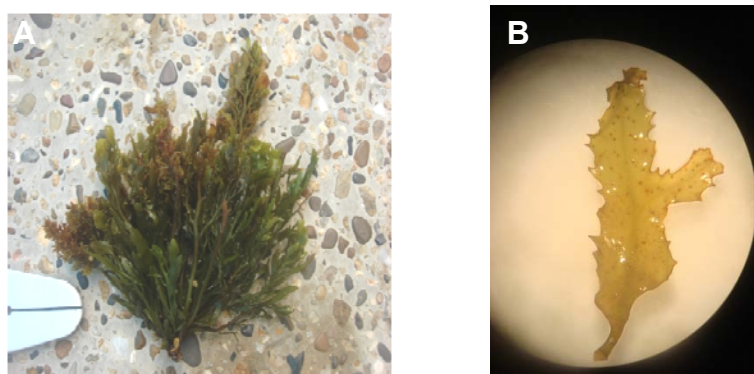


Figura 13. A. Individuo de *Sargassum* sp2., encontrado en E2 (Playa Blanca). B. Filoide utilizado en la toma de medidas para el proceso de identificación.

En E3 se encontró *Sargassum cymosum* (Figura 14a), los individuos observados presentaron correspondencia en la descripción con Taylor (1960), Schnetter (1976) y Camacho (2003), en donde el margen de los filoides es liso y en algunos casos ligeramente serrado (Figura 14b), los receptáculos no tienen eje estéril y las vesículas no presentan espinas apicales (Anexo D).

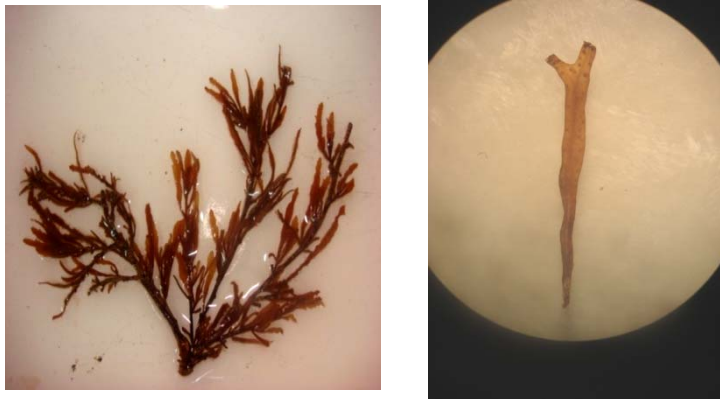


Figura 14. A. Individuo de *S cymosum*, encontrado en E3 (Taganga). B. Filoide utilizado en la toma de medidas para el proceso de identificación.

8.3 BIOMASA VEGETAL

Existe una estrecha relación entre las diferentes algas encontradas en un área determinada y los diferentes grupos animales asociados a éstas. El herbivorismo es un factor biológico que en conjunto con algunos ambientales de tipo físico puede regular el establecimiento, crecimiento y composición macroalgal (Bula-Meyer, 1977). Éstas forman un sustrato que ofrece altas concentraciones de alimento (Summerson y Peterson, 1984, En: Cusson y Bourget, 2005). Su biomasa es una magnitud que presenta una gran influencia en la comunidad animal asociada, independientemente de la estructura física de la macroalga, cuando se da una mayor biomasa se presenta mayor espacio y por lo tanto se puede albergar un mayor número de individuos, esto se debe al tamaño del alga y no a su complejidad (Edgar, 1983 a En: Ayala y Martín, 2003; Hernández, 1984 En: Ayala y Martín, 2003), siendo entonces la biomasa vegetal, junto con otras magnitudes como la

altura y superficie algal, las características estructurales que se encuentran más relacionadas con la riqueza y abundancia de las especies animales asociadas (Dean y Connell, 1987b).

El aumento de ésta a lo largo de los muestreos para las estaciones E1 y E2 muestra una tendencia similar a la presentada por Bula-Meyer (1990), en donde la biomasa y el crecimiento son máximos durante el periodo de surgencia, en el cual predominan las bajas temperaturas superficiales de agua (además de altos niveles de nutrientes), hacia el final de dicha época comienzan a desaparecer, lo que pudo observarse de forma clara en la primera estación, en donde *Sargassum* sp1 alcanzó su pico máximo de biomasa en el mes de mayo (momento en el cual se dio un aumento en la temperatura superficial del agua), luego comenzó a descender de forma notoria en los siguientes meses llegando al final del periodo a un estado microscópico (Bula-Meyer, 1990), para E2, se presenta este proceso final hacia el mes de julio y disminuye de una forma un poco más lenta que la observada en E1, lo cual puede deberse a la especie presente (*Sargassum cymosum*) en esta estación. Finalmente la estación E3 presentó un comportamiento diferente, esto puede ser explicado por los morfotipos presentes y que no tienen una estacionalidad como la observada en E1.

8.4 DENSIDAD, BIOMASA Y MATERIA ORGÁNICA ANIMAL

Las macroalgas constituyen un hábitat favorable para muchas especies animales (Jones y Andrew, 1992; En: Chemello y Milazo, 2002; Garcia – Charton *et al.*, 2000; En: Chemello y Milazo, 2002), los diferentes patrones de distribución, riqueza y abundancia de la fauna asociada se van ampliando a medida que se da una mayor diversidad de macroalgas (Connell, 1972 En: Ayala y Martin, 2003), y dependen también en gran parte de algunos factores como los ciclos de vida, arquitectura del alga o exhibición de defensas químicas (especialmente en algas rojas) (Duffy y Hay, 1994 En: Chemello y

Milazo, 2002). Según Martin – Smith (1992), la variación temporal de la macrofauna se ve influenciada por factores como la depredación, disponibilidad de alimento epifítico y algunos de tipo ambiental como salinidad, temperatura y lugar de ubicación. También se debe tener en cuenta, que cuando se llevan a cabo muestreos en una misma población bajo distintos tiempos, generalmente se obtienen valores diferentes de densidad a causa de un proceso sucesional en donde las especies llegan al sustrato de forma gradual, las generalistas y pioneras en la colonización son reemplazadas por especialistas, que se caracterizan por presentar una menor tasa de reproducción; además, las perturbaciones sobre cualquier especie van a desordenar la biomasa o la densidad de la otra dentro de un sistema (Ramírez, 2005).

La densidad de individuos, indica la importancia de cada una de las especies dentro de la comunidad bajo condiciones ambientales constantes y cambia según los gradientes espaciales y temporales (Ramírez, 2006). En E1 se presentó una densidad constante debido a su ubicación, ésta no cuenta con un fuerte impacto del oleaje como sucede con las otras dos estaciones, a pesar de ser protegidas, además no hay presencia de algas de otras especies alrededor de los especímenes extraídos, como si se presentaba en las otras dos estaciones. Debido a esto, los individuos encontrados tenían como hábitat permanente a *Sargassum* sp., razón por la cual sus densidades fueron relativamente constantes a lo largo de los muestreos, ya que entre más cantidad de especies de macroalgas se presenten habrá una mayor oferta de hábitat y por lo tanto una variación en la densidad como lo observado en la otras dos estaciones en las cuales había presencia de algunos géneros como *Dyctiota*, *Padina* y *Ulva*. La reducción presentada en E2 puede verse justificada por la predominancia de individuos sésiles y algunas algas epifitas que pueden impedir la asociación de otros organismos, ya que inicialmente se da una asociación con bacterias, seguida por la

aparición de hidroides, briozoos y algunas algas, presentándose finalmente la aparición de herbívoros (Stoner y Greening, 1984).

Para E3 el proceso de colonización puede presentar algunas variaciones y por esta razón se da una fluctuación en cuanto a la densidad de la macrofauna asociada. Se debe tener en cuenta que los puntos de muestreo de esta estación cuentan con un tráfico permanente de embarcaciones, situación que puede afectar algunos grupos asociados pues según Carter *et al.*, (1992 En Ricciardi y Bourget, 1999) las actividades antropogénicas pueden alterar las condiciones normales en un hábitat ocasionando la reducción de la biomasa y la composición trófica de la macrofauna residente.

Los organismos más abundantes en las tres estaciones fueron moluscos (gastrópodos), crustáceos (anfípodos) y anélidos (poliquetos), coincidiendo con lo reportado por Leitte y Turra (2003) y Martin-Smith (1992) en donde la suma de estos tres grupos es mayor al 95 % de todos los organismos colectados y 99,5 % específicamente para este estudio. La biomasa de macroinvertebrados en lugares donde hay presencia de macroalgas se encuentra dominada por herbívoros (Dayton, 1971 En: Ricciardi y Bourget, 1999; McQuaid y Branch, 1984 En: Ricciardi y Bourget, 1999), como es el caso de algunos crustáceos y moluscos. La presencia y abundancia de estos dos grupos animales, junto con los anélidos, depende principalmente de condiciones ambientales como las épocas climáticas (Ramírez, 2006), siendo la surgencia entonces un factor regulador para su aparición, aunque en este estudio dicha presencia y abundancia se vieron reguladas por los diferentes lugares de muestreo.

La especie más abundante a lo largo de todos los muestreos fue *Alaba incerta*, molusco perteneciente al orden Mesogastropoda, que ha sido reportada como muy común sobre este género de macroalga (junto con *Rhombinella laevigata*, la cual presentó menores abundancias) (Cuervo,

1979). En los muestreos que se presentó un mayor número de individuos de ésta especie, predominaron los juveniles, y en los que hubo un menor número, predominaban los individuos de mayor tamaño correspondiendo a los adultos, situación que permite inferir que la macroalga es muy utilizada por ella en sus procesos de asentamiento y reclutamiento (Figura 15). Los individuos de *A. incerta* se caracterizan por presentar un color café muy similar al presentado por los filoides del alga (Cuervo, 1979), teniendo así protección contra los depredadores. Su posible dominancia por encima de otras especies de moluscos es debida probablemente a la no coincidencia de picos de reclutamiento por parte de éstas con respecto a la realización de los muestreos o a competencia con otras.



Figura 15. *Alaba incerta*. Molusco gastrópodo asociado a *Sargassum* más abundante a lo largo de los muestreos en las diferentes estaciones.

Eusiroides sp. es un crustáceo perteneciente al orden Amphipoda (LeCroy, 1991) (Figura 16), los individuos de éste, constituyen un grupo muy abundante en la fauna asociada a las macroalgas de sustratos rocosos (Tararam *et al.*, 1986 En: Ayala y Martín, 2003), presentan diversas adaptaciones morfológicas que les han permitido incursionar en los espacios intersticiales, habitando en restos de coral y algas (Winfield y Escobar-Briones, 2007). Presentan una gran importancia a nivel ecológico, ya que en ambientes carbonatados incluyen la transferencia de materia y energía (Bellan-Santini, 1999; En: Winfield y Escobar-Briones, 2007) promoviendo la bioturbación, y son excelentes bioindicadores en ecosistemas arrecifales en

estudios de monitoreo ambiental (Thomas, 1993 a En: Winfield y Escobar-Briones, 2007). Según Casas y Castro (1995), los anfípodos presentan apariciones masivas ante factores ambientales de carácter estacional, como lo es la surgencia en el presente estudio, explicando así su gran abundancia; pueden llegar a incrementar indirectamente el crecimiento de algas y pastos marinos debido a una reducción de la cantidad de epifitos (Brawley y Adey, 1981 En: Schreider *et al.*, 2003).



Figura 16. *Eusiroides* sp. Anfípodo gamárido asociado a *Sargassum* más abundante a lo largo de los muestreos en las diferentes estaciones.

Como algunos otros pequeños invertebrados herbívoros, los anfípodos usan sus hospederos como alimento y refugio, (Duffy y Hay, 1991 En: Poore, 2004); adultos y juveniles colonizan de forma rápida las algas disponibles, aunque su distribución a lo largo de éstas se ve fuertemente influenciada por las diferentes clases de edad (Poore, 2004). Existen algunos factores que van a regular sus diferentes patrones de abundancia y diversidad, entre los cuales se encuentran la interacción con los depredadores (Nelson, 1979 En: Ayala y Martín, 2003), exposición al oleaje, la diversidad de recursos, la tolerancia fisiológica (Stoner, 1980 En: Ayala y Martín, 2003; Poore, 1994 En: Ayala y Martín, 2003), complejidad del hábitat (Fenwick, 1976 En: Ayala y Martín, 2003) y su arquitectura, estas dos últimas son muy importantes para la fauna asociada (Hacker y Madin, 1991), explicando así las diferentes abundancias de *A. incerta* y *Eusiroides* sp. obtenidas en las tres estaciones, ya que a pesar de trabajar un mismo género algal, se cuenta con diferentes morfologías; *Sargassum* sp1, presenta mayor tamaño y una estructura muy

laxa en comparación con las otras especies encontradas, lo cual no contribuye con la formación de más nichos debido a la densidad del alga (Dean y Connell, 1987b; Virnstein y Howard, 1987 En: Ayala y Martin, 2003), por el contrario, *S. cf vulgare*, *S. cf filipendula* y *Sargassum* sp2 para E2 y *S. cymosum* para E3 presentan una estructura densa, lo cual le va a permitir a los individuos contar con una mayor protección.

Los grupos dominantes obtenidos a lo largo del estudio coinciden con lo reportado por autores como Tararam y Wakabara (1981), Stoner y Greening (1984), Martin – Smith (1992), Casas y Castro (1995), Chemello y Milazzo (2002), Leitte y Turra (2003), Wernberg *et al.*, (2004), Guerra – García *et al.*, (2006) y Winfield y Escobar – Briones, (2007) para diferentes áreas, estos grupos presentan ciclos de vida cortos y altas tasas reproductivas, teniendo entonces una mayor producción y por ende una mayor productividad, pues no solamente cuenta la biomasa de sus tejidos sino la que aportan mediante la reproducción con grandes cantidades de huevos o crías (Ramírez, 2006), como se observó en éste estudio con las grandes cantidades de anfípodos y moluscos juveniles encontrados.

Los otros grupos se encontraron en menores densidades, ya que, el incremento y la disminución es dependiente de los picos de reclutamiento y reducción de la biomasa del alga sin reducción de la macrofauna asociada (Leitte y Turra, 2003), lo cual ocasiona una competencia entre los individuos y reemplazo de unas especies por otras en medio de un proceso sucesional; además, las bajas densidades pueden deberse al método de muestreo empleado el cual no fue exclusivo para cada grupo o a los ciclos de vida de las especies encontradas especialmente en peces (*Halychoeres bivittatus* y *Criptostomus roseus*) y algunos crustáceos decápodos.

La exposición al oleaje y la topografía también son factores que presentan una estrecha relación con la biomasa animal (McLachlan, 1990 En: Ricciardi

y Bourget, 1999), especialmente para aquellos organismos que se alimentan de materia en suspensión (Ricciardi y Bourget, 1999), ya que con cada impacto de las olas aumenta su disponibilidad para ser consumida. Según estos autores, en áreas expuestas los valores de biomasa presentan un incremento, contrario a las áreas protegidas que van a presentar una disminución de ésta, situación que se evidencia en E2, donde se presentaba el mayor impacto del oleaje entre las estaciones de muestreo teniendo como consecuencia los más altos valores de biomasa. El oleaje también determina el perfil de la orilla y su estabilidad, afectando sus características (textura y contenido de materia orgánica), igualmente puede mediar en algunas actividades biológicas como depredación, competencia y comensalismo (Fréchette y Bourget, 1985 En: Ricciardi y Bourget, 1999).

La materia orgánica obtenida en la mayoría de las muestras corresponde a más del 50 % con relación a la biomasa seca de los individuos, esta última refleja la cantidad de materia orgánica viviente por una unidad de área determinada y da también un significado para el análisis de la estructura del ecosistema, independientemente de la composición taxonómica de éste (Ahrens y Peter, 1991 En: Costa *et al.*, 2007). Solamente en dos estaciones se encontró una relación inferior, el menor valor fue de 18,48 % en E1 en junio, lo cual concuerda con las algas extraídas, ya que en este momento presentaron en su mayoría ejes principales, teniendo entonces que el aporte de materia orgánica a la red trófica es bajo.

8.5 BIOMASA ANIMAL vs. BIOMASA VEGETAL

La estación en la cual se presentó una alta relación en cuanto a la biomasa animal y la vegetal fue E1, en las otras dos ésta fue muy baja, aunque los valores obtenidos en este estudio son superiores a los presentados por Leitte y Turra (2003), quienes reportan un r^2 de 0,415%, cabe anotar que el n utilizado por estos autores fue 57, y en este estudio se trabajó con un n

mucho menor (5). El cambio entre las estaciones puede deberse posiblemente a la diferencia en cuanto a condiciones de oleaje e incluso puede llegar a influir la especie de cada una de las áreas, ya que la presente en E1 (*Sargassum* sp1) tiende a ser más estable debido a su estacionalidad, mientras que en las otras dos estaciones algunas están presentes casi a lo largo de todo el año. Según Dean y Connell (1987b), el tiempo requerido por la comunidad de invertebrados para el desarrollo de un etapa sucesional media, es el tiempo que se necesita para que se produzca una acumulación del máximo número de especies o individuos, teniendo entonces que la sucesión animal se da de forma independiente de la algal, razón por la cual no se dan aumentos y disminuciones sincronizadas de éstas dos biomásas.

8.6 ATRIBUTOS ESTRUCTURALES DE LA COMUNIDAD

Dentro del proceso sucesional de la macrofauna, la diversidad en las diferentes comunidades aumenta durante el curso de éste, presentando valores bajos en comunidades pioneras, al igual que la riqueza de especies (Margalef, 1986). Según Dean y Connell (1987a), éste parece ser el patrón general dentro de la comunidad de invertebrados, aunque en lo observado en este estudio no existe una sincronía en cuanto a los procesos sucesionales del alga y de la macrofauna, lo cual se ve reflejado claramente en los resultados obtenidos, al comienzo de los muestreos se encontraron bajas diversidades y hacia la mitad, ya la comunidad estaba un poco más consolidada que al principio, lo que corresponde al valor promedio más alto de diversidad, por ende hubo un bajo predominio y una alta uniformidad; éstos valores fueron obtenidos en el momento donde se observó el aumento de la temperatura superficial del agua como consecuencia de la disminución en la velocidad del viento, teniendo entonces que para los individuos es más favorable una temperatura que no tienda a ser inferior como sucedió hacia los primeros meses cuando la velocidad máxima del viento promedio fue mayor, según los valores presentados por Ramírez (2006) (Anexo H),

basados en el índice de Margalef y teniendo en cuenta el número de taxa obtenidos, se cuenta con una diversidad muy alta para la comunidad de macrofauna asociada a las diferentes especies de *Sargassum* encontradas en los muestreos de abril a julio, en los cuales los valores promedio de riqueza de Margalef obtenidos son mayores a 3 y se cuenta con un número de especies superior a 80, otro factor importante relacionado con la alta diversidad es la morfología del alga, según Edgar (1983b En: Ayala y Martín, 2003) hay una mayor complejidad estructural ya que a mayor grado de ramificación existen más nichos (Ayala y Martín, 2003) permitiendo así la presencia de diferentes organismos, dicha complejidad morfológica se incrementa desde las etapas sucesionales temprana a media, mientras que de ésta última a la final, la complejidad es similar.

8.7 ANÁLISIS DE CLASIFICACIÓN Y ORDENACIÓN

Las muestras se ubicaron de acuerdo a la similaridad de especies obtenidas en cada una de ellas, a pesar de tener densidades similares, no se presentaron resultados semejantes en las diferentes estaciones, pues la diversidad tiene en cuenta el número y la abundancia de especies más no su composición (Ramírez, 2005), esto también podría explicar, el porqué a pesar de estar conformados los grupos de ésta manera, algunas se encontraron mezcladas con otras, lo cual se observó también en el MDS, donde las que presentaron una mayor similaridad estuvieron más próximas en el plano, mientras las menos similares se presentaron más alejadas; otro factor que influye es la diferencia de cada una de las estaciones, sus condiciones topográficas y oceánicas.

La alta similaridad encontrada en cinco de los 13 grupos formados en el dendrograma corresponde a un valor por encima de 0,5, los valores superiores a éste según Guisande *et al.*, (2005) implican una alta similaridad, correspondiendo esto a los grupos formados por E2 y E3 con diferentes

meses de muestreo, pero no se presentó un grupo formado por muestreos realizados durante el mismo mes, lo cual permitiría inferir que no existe relación entre la época de muestreo y la presencia de las diferentes especies encontradas a pesar de que esta si influya en su abundancia.

La similaridad presentada por E1 y E3 fue alta, esto puede deberse al parecido presentado por estas dos estaciones en cuanto a impacto del oleaje, éstas dos estaciones cuentan con características similares, a diferencia de E2 no muestran un impacto del oleaje tan fuerte debido a su ubicación, otro factor que influye es la profundidad a la cual fueron recogidas las muestras, ya que en E1 y E3 éstas fueron colectadas a mayor profundidad que en E2.

9. CONCLUSIONES

Debido a la complejidad estructural presentada por las algas del género *Sargassum*, algunos morfotipos no pudieron ser identificados hasta especie, impulsando así la continuidad en los estudios para poder llevar a cabo su futura identificación.

Existe diferencia en cuanto al tipo de macrofauna asociada a *Sargassum* spp. con respecto a la época de colecta o fase de la surgencia, pero no se puede afirmar que exista una relación directamente proporcional entre la biomasa del alga y la de su macrofauna.

Existen diferencias en cuanto a la composición de la macrofauna asociada de acuerdo con las diferentes especies de *Sargassum* encontradas, debido a factores de localización de éstas y la especie del alga, estas diferencias se dan principalmente a nivel de algunos crustáceos como decápodos.

La biomasa vegetal presenta una relación directa con relación a la surgencia, su aumento ocurre gradualmente con la disminución de los vientos Alisios y el aumento de la temperatura superficial del agua.

Los grupos taxonómicos encontrados en los muestreos estuvieron presentes al menos una vez en cada una de las estaciones, su abundancia presentó fluctuaciones durante todos los meses, aunque puede estar regulada por la morfología del alga.

Los individuos más dominantes en este trabajo son *Alaba incerta* y *Eusioroides*, perteneciendo este último al grupo más dominante en trabajos realizados a nivel mundial.

10. RECOMENDACIONES

Debería analizarse la macrofauna asociada a las diferentes especies de *Sargassum* presentes en otros lugares del área de Santa Marta para realizar comparaciones con el presente trabajo y tener claro un comportamiento más complejo de este tipo de organismos, poder establecer que pasa con ellos en el momento de ausencia del alga. Igualmente, debería realizarse un estudio de la macrofauna asociada a *Sargassum* en un ciclo anual.

La toma de parámetros como salinidad e impacto del oleaje junto con los parámetros tomados en el presente estudio es muy importante para poder observar la influencia directa de estos dos sobre la macrofauna asociada.

Un análisis de la macrofauna sésil asociada a *Sargassum* sería un complemento muy importante que permitiría comprender los procesos sucesionales presentados y conocer más ampliamente la fauna asociada a estas importantes praderas de algas marinas.

Realizar este estudio en la bahía de Taganga para evaluar algún impacto por parte del derrame de aceite de palma ocurrido durante el año 2008.

BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, C. Análisis de la velocidad del viento en el mar Caribe. En. Bol Cient CIOH. Vol. 13: 33 – 43. 1993.

ARÉVALO, D. Acoplamiento océano-atmósfera en el desarrollo de la surgencia frente a las costas de la Ensenada de Gaira, Caribe colombiano, época seca menor, 2006. Bogotá D.C. 2007. 121 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

ASCHWIN, H. E; BREEMAN, A.; OLSEN, J.; STAM, W. and ABERG, P. Life history flexibility allows *Sargassum polyceratum* to persist in different environments subjected to stochastic disturbance events. En: Coral Reefs. Vol. 24. 2005. p. 670 – 680.

AYALA, Y. y MARTIN, A. Relaciones entre la comunidad de anfípodos y las macroalgas a las que están asociados, en una plataforma rocosa del litoral central de Venezuela. En: Bol Inst Esp Oceanogr. Vol. 19. 2003. p 171 -182.

BEHRENS, D. and HERMOSILLO, A. Eastern Pacific nudibranchs. A guide to the opistobranchs from Alaska to central America. 2005. 137 p.

BERTOSSI, A. y GANESAN, E. El género *Sargassum* C. Agardh (feofita) en el oriente de Venezuela. En: Lagena. No. 31. 1973. p. 3-22.

BOLAÑOS, D. y QUIROGA, S. Taxonomía y anotaciones ecológicas de los gusanos planos marinos de vida libre (platyhelminthes: turbellaria: polycladida) asociados al litoral rocoso del área de Santa Marta, Caribe colombiano. Bogotá D.C. 2003. 188 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

BOLTOVSKOY, D. Atlas del zooplankton del Atlántico occidental y métodos de trabajo con el zooplankton marino. Publicación especial del INIDEP, Mar del Plata Argentina. 936 p.

BULA MEYER, G. Las macroalgas marinas en la agronomía y el uso potencial del *Sargassum* flotante en la producción de fertilizantes en el archipiélago de San Andrés y Providencia, Colombia. En: Rev. Intropica Vol. 1. 2004. p 91-103.

_____, En: Oceanografía. Citado por: JIMENO, M. Caribe Colombia. Colombia. Fondo José Celestino Mutis - FEN Colombia -. 1990. p. 100 – 111.

_____. Altas temperaturas estacionales del agua como condición disturbada de las macroalgas del Parque Nacional Tairona, Caribe colombiano: una hipótesis. En: An. Inst. Invest. Mar. Punta Betín. Vol. 20. 1990. p 9-21.

_____, Un núcleo nuevo de surgencia en el Caribe colombiano detectado en correlación con las macroalgas. En: Boletín Ecotrópica. No. 12. 1985. p. 3 – 25.

_____. Algas marinas bénticas indicadoras de un área afectada por aguas de surgencia frente a la costa Caribe de Colombia. En: An Inst Inv Mar Punta Betín. Vol. 9. 1977. p 45 – 7.

CABRERA, E. y DONOSO, M. Estudio de las características oceanográficas del Caribe colombiano. Región III, zona I, PDCTM. En: Bol Cient CIOH. Vol. 13. 1993. p 19 – 32.

CAMACHO, O. El género *Sargassum* C. Agardh (1820) (Phaeophyta – Fucales) del Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano. Santa

Marta. 2003. 106 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo. Facultad de Biología Marina.

CAMACHO, O. y URIBE, M. Caracterización de los ensamblajes de algas asociados a cabezas de coral scleractineo *Colpophyllia natans* (Houttuyn, 1772) durante febrero – marzo del año 2000 en Playa Blanca, Bahía Gaira, Caribe colombiano. Santa Marta. 2000. 44 p. Seminario de Investigación. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

CARRILLO, S., M.I. Castro, F. Perez-Gil, E. Rosales and R.E Manzano. The seaweed (*Sargassum sinicola* Setchel & Gardner) as an alternative for animal feedindg. Cuban J. Agric. Sci. Vol 26. 1992. 177-181p.

CASAS, H. y CASTRO, P. Variaciones temporales de las poblaciones de gastrópodos asociados a *Sargassum* en la Bahía de Taganga, Caribe colombiano. Santa Marta. 1995. 12 p. Seminario de Investigación. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

CASAS, H., HERNANDEZ, H., MARIN, A., AGUILA, R., HERNANDEZ, C., SÁNCHEZ, I. y CARRILLO, S. El alga marina *Sargassum* (Sargassaceae): una alternativa tropical para la alimentación de ganado caprino. En: Rev.biol.trop. Vol 54. 2006. p 83 – 91.

CHEMELLO, R. and MILAZZO, M. Effect of algal architecture on associated fauna: some evidence from phytal molluscs. En: Mar. Biol. Vol. 140. 2002. p 981 – 990.

COSTA, C., NAGAE, M., MARIA, M., MACHADO, L, and LANSAC – TOHA, F. Zooplankton biomass in tropical reservoirs in southern Brazil. En: Hidrobiología. Vol. 579. 2007. 115 – 123 p.

COSTON C; SETTLE, L; HOSS D and CROSS. F. Utilization of the *Sargassum* habitat by marine invertebrates and vertebrates - a review. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-296. 1991. p 32.

CPMO – Central de Pronósticos Meteorológicos y Oceanográficos. Boletín meteomarinero mensual del Caribe colombiano. Cartagena. Centro de Investigaciones Oceanográficas y Hidrográficas (CIOH), 2007. No. 140, Marzo. 28p.

CPMO – Central de Pronósticos Meteorológicos y Oceanográficos. Boletín meteomarinero mensual del Caribe colombiano. Cartagena. Centro de Investigaciones Oceanográficas y Hidrográficas (CIOH), 2007. No. 141, Abril. 26p.

CPMO – Central de Pronósticos Meteorológicos y Oceanográficos. Boletín meteomarinero mensual del Caribe colombiano. Cartagena. Centro de Investigaciones Oceanográficas y Hidrográficas (CIOH), 2007. No. 142, Mayo. 28p.

CPMO – Central de Pronósticos Meteorológicos y Oceanográficos. Boletín meteomarinero mensual del Caribe colombiano. Cartagena. Centro de Investigaciones Oceanográficas y Hidrográficas (CIOH), 2007. No. 143, Junio. 29p.

CPMO – Central de Pronósticos Meteorológicos y Oceanográficos. Boletín meteomarinero mensual del Caribe colombiano. Cartagena. Centro de Investigaciones Oceanográficas y Hidrográficas (CIOH), 2007. No. 144, Julio. 19p.

CRISCI, J. y LÓPEZ, M. Introducción a la teoría práctica de la taxonomía numérica. O.E.A. Universidad Nacional de la Plata. La Plata. Argentina. 1983.

CUERVO, A. Contribución al estudio autoecológico del género *Sargassum* en la región de Santa Marta. Bogotá D.C. 1979. 129 p. Trabajo de grado (Biólogo). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.

CURVELO, R. and CORBISIER, T. The meiofauna associated with *Sargassum cymosum* at Lazaro Beach, Ubatuba, Sao Paulo. En: Rev. Bras. Oceanogr. Vol. 48. No. 2. 2000. p 119 – 130.

CUSSON, M. y BOURGET, E. Global patterns of macroinvertebrate production in marine benthic habitats. En: Mar Ecol Prog Ser. Vol. 297. 2005. p. 1 – 14.

DANCE, P. Conchas Marinas – Manuales de Identificación- . Barcelona. Ediciones Omega. 2002. 253 p.

DAVID, W. and ROOKER, J. Distribution, age, and growth of young-of-the-year- greater amberjack (*Seriola dumerilli*) associated with the pelagic *Sargassum*. En: Fish. Bull. Vol. 102. p 545 – 554.

DEAN, R. and CONNELL, J. Marine invertebrates in algal succession. I. Variations in abundance and diversity with sucesion. En: J Exp Mar Biol Ecol. Vol. 109. 1987a. p.195 – 215.

DEAN, R. and CONNELL, J. Marine invertebrates in algal succession. II. Test of hypotheses to explain changes in diversity with succession. En: J Exp Mar Biol Ecol. Vol. 109. 1987b. p.217 – 247.

De NOIR, A; BRAVO, S. y ABDALA, R. Mecanismo de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco occidental y serrano. Vol. 9. 2002. p 140 – 150.

DeWREEDE, R, E. The phenology of three species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Hawaii. Phycologia. Vol. 15. 1976. p 175-183.

DÍAZ – RUÍZ, M. Ensayos de ecología química y actividad biológica de los extractos orgánicos crudos de algunas macroalgas del Caribe colombiano. Santa Marta. 2002. 90 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

DÍAZ - PULIDO, G. and GARZÓN - FERREIRA, J. Seasonality in algal assemblages on upwelling-influenced coral reefs in the colombian Caribbean. En: *Botánica Marina* Vol. 45. 2002. p. 284-292.

DÍAZ, J. y PUYANA, M. Moluscos del Caribe colombiano, un catalogo ilustrado. Primera edición. Colciencias y Fundación Natura. 1994. p 291.

DIAZ, J., BARRIOS, L., CENDALES, M., GARZON-FERRERIRA, J., GEISTER, J., LOPEZ-VICTORIA, M., OSPINA, G., PARRA-VELANDIA, F., VARGAS-ANGEL, B., ZAPATA, F. y ZEA, S. Áreas coralinas de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “Jose Benito Vives de Andreis”. INVEMAR. Santa Marta. En: Serie de publicaciones especiales. No. 5. 2000. 176 p

DOMÈNECH, J. y RIBA, M. Métodos estadísticos, modelo lineal de regresión. Monografías de bioestadística y psicología matemática. Barcelona: Editorial Herder. 1985. 136 p.

DOMÍNGUEZ, E. y TABORDA, A. Nudibranchios y otros moluscos opisthobranchios de la bahía de Gaira y zonas aledañas a la Región de Santa Marta, Caribe colombiano. Santa Marta. 2002. 201 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

DOOLEY, J. Fishes associated with the pelagic *Sargassum* complex, with a discussion of the *Sargassum* community. En: Mar Biol. Vol. 16. 1972. p. 1 – 32.

FAUCHALD, K. The polychaete worms. Definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles, Allan Hancock Foundation University of southern California, Science Series 28. 1977 p.

FRANCO, A. Oceanografía de la Ensenada de Gaira. El Rodadero, más que un centro turístico en el Caribe colombiano. Santa Marta. 2005. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. p 58.

GARZÓN – FERREIRA, J. y CANO, M. Tipos, distribución, extensión y estado de conservación de los ecosistemas marinos costeros del Parque Nacional Natural Tayrona. Versión presentada al Séptimo Concurso Nacional de Ecología, “Enrique Pérez Arbeláez”, fondo para la protección del medio ambiente -FEN COLOMBIA Santa Marta. 1991. p 82.

GIRALDO, R y RODRIGUEZ, D. (Eds). Métodos estadísticos aplicados a la investigación biológica. Manual del curso de capacitación efectuado en Santa Marta del 8 al 13 de mayo de 1995. INPA. Programa UE-INPA/VECEPALA 92/43-INVEMAR. 57 p

GUERRA - GARCÍA, J., KRAPP - SCHICKEL, T. and MÜLLER, H. Caprellids from the Caribbean coast of Colombia, with description of three new species

a key for species identification. En: Bol Invest Mar Cost. Vol. 35. 2006. p. 149 - 194

GUISANDE, C; BARREIRO, A; MANEIRO I; RIVEIRO, I y VERGARA, A. Tratamientos de datos. Universidad de Vigo. 2005. p. 277.

HACKER, S. and MADIN, L. Why habitat architecture and color are important to shrimps living in pelagic *Sargassum*: use of camouflage and plant – part mimicry. En: Mar Ecol Prog Ser. Vol. 70. 1991. p. 173 – 155.

HEARD, R., HANSKNECHT, T. and LARSEN, K. 2003. An illustrated identification guide to Florida Tanaidacea (Crustacea: Peracarida) occurring in depths of less than 200 m. U. S. Environmental Protection Agency. 168 p.

HIGGINS R. and THIEL H. Introduction to the study of meiofauna. Washington, D.C. Smithsonian Institution. 1988. p 11 – 38.

HINOJOSA, I., GONZALEZ, E., UGALDE, P., VALDIVIA, N., MACAYA, E. y THIEL, M. Distribución y abundancia de macroalgas flotando a la deriva y su fauna peracárida asociada en los canales de la XI región, Chile. Libro de Resúmenes. p 109 – 120. Taller sobre los resultados del Crucero Cimar 8 Fiordos. Valparaiso. 2004.

JONES, D., LARA, M. and RICHARDS, W. 2006. Labridae: Wrasses; En: Early stages of Atlantic fishes. An identification guide for the western central north Atlantic. Boca Ratón: Taylor and Francis group. 2006. V2. p. 148 – 149.

_____, 2006. Scaridae: Parrotfishes; Early stages of Atlantic fishes. An identification guide for the western central north Atlantic. Boca Ratón: Taylor and Francis group. 2006. V2. p.

KINGSFORD, M. and CHOAT, J. The fauna associated with drift algae captured with a plankton-mesh purse seine net. En: Limnol Oceanogr. Vol. 30 No. 3. 1985. p 618 – 630.

LeCROY, S. 1991. An illustrated identification guide to the nearshore marine and estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida. University of Southern Mississippi. Vol. I, II, III.

LEITTE, F. and TURRA, A. Temporal variation in *Sargassum* biomass, *Hypnea* epiphytism and associated fauna. En: Brazilian archives of biology and technology. Vol. 16. No. 4. 2003. p 665 – 671.

LINCHER, G. Moluscos y caracoles de los mares del mundo – Manuales de identificación -. Ediciones Omega. Barcelona. 2000. 319 p.

LITTLER, D. and LITTLER, M. Caribbean Reef Plants. Washington: OffShore Graphics, 2000. p 520.

MARGALEF, R. Ecología. Barcelona: Ediciones Omega, S.A. 1986. 951 p.

MARGALEF, R. Ecología. Barcelona: Ediciones Omega, S.A. 1980. 951 p.

MÁRQUEZ, G. Los sistemas ecológicos marinos del sector adyacente a Santa Marta, Caribe colombiano I: generalidades. En: *Ecología tropical*. Vol. 2, No. 1. 1982; p. 5-18.

MARTIN – SMITH, K. Seasonal variation in tropical benthic *Sargassum* and associated motile epifauna. En: Proc 7TH Int Coral Reef Symp, Guam. Vol. 2. 1992. p 881 -886.

MASUDA, M., T. Ajisaka, S. Kawaguchi, Q.N, Huynh and H, D. Nguyen. The use of *Sargassum mcclurei* as medical tea in Vietnam. En: Jpn. J. Phycol. Vol. 41. 1993. p 39-42.

McCOURT, R. Seasonal patterns of abundance, distributions and phenology in relation to growth strategies of three *Sargassum* species. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol. 74. 1984. p 141-156.

McHUGH, D.J. A Guide to the seaweed industry. Fao Fisheries technical paper 441. Food and agriculture organization of the United Nations. Roma. 2003. pp.105.

MORRIS, P., A field guide to shells of the Atlantic and Gulf coasts and the West Indies. 3° Ed. Boston: Houghton Mifflin Company, 1973. 296 p.

NIZAMUDDIN, M. Phytogeography of the Fucales and their seasonal growth. En: Botánica Marina. Vol. 13. 1970. p. 131 – 139

PAEZ - OSUNA, F., FONG - LEE, M. y FERNANDEZ, H. Comparación de tres técnicas para analizar materia orgánica en sedimentos. En: An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Vol. 11, No. 1. 1984. p. 257 – 264.

PAULA, E. O gênero *Sargassum* C. Ag. (Phaeophyta-Fucales) no litoral do estado de São Paulo, Brasil. En: Bolm Botánica Univ. S. Paulo. Vol. 10. 1988. p 65 -118.

POORE, A. Spatial associations among algae effect host use in a herbivorous marine amphipod. En: Oecologia. Vol. 140. 2004. p. 104 – 112.

POSADA, C. Ecología trófica de *Elegatis bipinnulata* Quoy y Gaimard, 1825 (Pisces: Carangidae) y *Euthynnus alletteratus* Rafinesque, 1810 (Pisces: Scombridae) en la región de taganga y Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe colombiano Santa Marta. 2005. 146 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

RAMÍREZ, A. Ecología: métodos de muestreo y análisis de poblaciones y comunidades. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana. 2006. 273 p.

RAMÍREZ, A. Ecología aplicada: diseño y análisis estadístico. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Colección Ecológica. Bogotá D.C. 2005. 325 p

RAMÍREZ, G. Distribución de nutrientes inorgánicos en las aguas costeras de la región de Santa Marta, Caribe colombiano. En: SEMINARIO NACIONAL CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DEL MAR (7°: 1990: Cali). Memorias del VII Seminario Nacional Ciencias y Tecnologías del Mar. Cali, 1990. p. 244 – 254.

RICCIARDI, A. and BOURGET, E. Global patterns of macroinvertebrate biomass in marine intertidal communities. En: Mar Ecol Prog Ser. Vol. 185. 1999. 21 – 35 p.

ROCHA – RAMIREZ, V. y SIQUEIROS – BELTRONES, D. Revisión de las especies del género *Sargassum* C. Agardh registradas para la Bahía de la Paz, B.C.S., Mexico. En: Revista Ciencias Marinas. Vol. 3. No. 16. 1990. p 15 - 26

ROOKER, J., TURNER, J. and HOLT, S. A trophic ecology of *Sargassum* – associated fishes in the Gulf of Mexico determined from stable isotopes and fatty acids. En: Mar Ecol Prog Ser. Vol. 13. 2006. p 249 – 259.

ROUSE, G. and PLEIJEL, F. Polychaetes. Primera edición. New York: Oxford University Press. 2001. 354 p.

SAFMC. South Atlantic Fishery Management Council. Fishery management plan for pelagic *Sargassum* habitat of the South Atlantic region. NOAA. NMFS. p 1 – 116. 1998.

SALAZAR – VALLEJO, S., GONZALEZ, A. y SALAICES, H. Poliquetos (Annelida:Polychaeta) de México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. México. 1988. 212 p.

SCHNETTER, R. Marine Algen der karibischen kusten von Kolumbien. I, Phaeophyceae. En: Bibliotheca Phycologica. Vol. 24. 1976. p 1-125.

SCHREIDER, M., GLASBY, T. and UNDERWOOD, A. Effects of heigth on the shore and complexity of habitat on abundances of amphipods on rocky shores in New South Wales, Australia. En: Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Vol. 293. 2003. p 57 – 71.

SEPULVEDA, R., MORENO, R. y CARRASCO, F. Diversidad de macroinvertebrados asociados a arrecifes de *Phragmatopoma moerchi* Kinberg, 1867 (Polychaeta: Sabellariidae) en el intermareal rocoso de Cocholgüe, Chile. En: Gayana (Concep). Vol. 67. No. 1. 2003. p 45 – 54.

STONER, A. and GREENING, H. Geographic variation in the macrofaunal associated of pelagic *Sargassum* and some biogeographic implications. En: Mar Ecol Prog Ser. Vol. 20. 1984. p 185 – 192.

STROBEL, CH. and HUGHES, M. EMAP - Estuaries program level database. Benthic community data summarized by station. 1990.

TARARAM, A. and WAKABARA, Y. The mobile fauna – especially Gammaridea - of *Sargassum cymosum*. En: Mar Ecol Prog Ser.. Vol. 5. 1981. p 157 – 163.

TAYLOR, W. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas. Michigan: Ann Arbor, 1960. p 870.

TURNER, J. and ROOKER, J. Fatty acid composition of flora and fauna associated with *Sargassum* mats in the Gulf of Mexico. En: Mar Biol. Vol. 149. No 5. 2006. p 1025 – 1036.

VIDES, M. La macrofauna de fondos blandos del Golfo de Salamanca (Caribe colombiano). Santa Marta. 1999. 134 p. Trabajo de grado (Biólogo Marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina.

WARWICK, R.M. y K.R. CLARKE. 1993. Comparing the severity of disturbance: a metaanalysis of marine macrobenthic community data. Mar. Ecol. Prog. Ser. 92: 221-231.

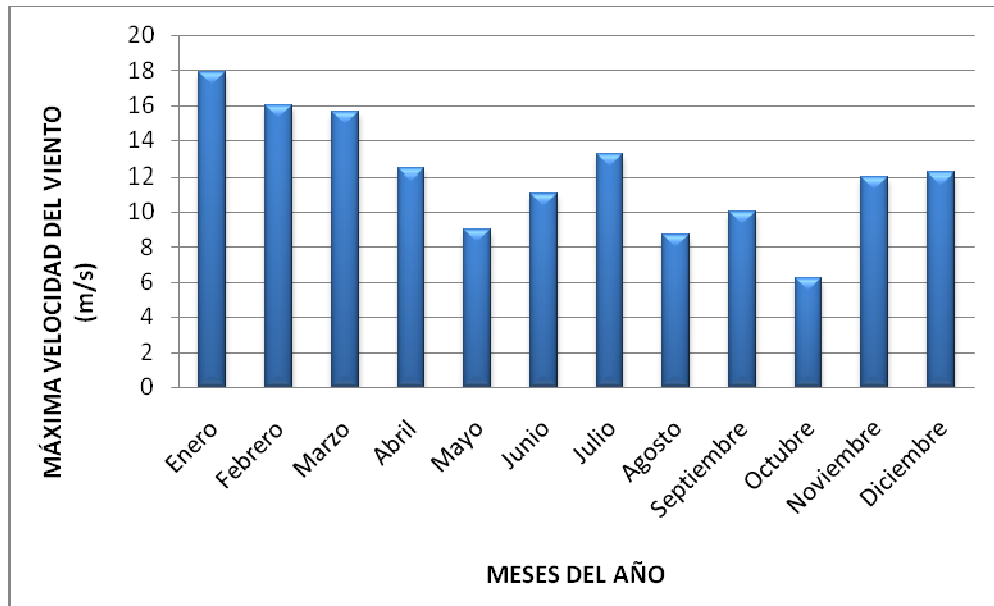
WATLING, L. 1979. Marine flora and fauna of the northeastern United States. Crustacea: Cumacea. NOAA Technical Report NMFS. Circular 423.

WERNBERG, T., THOMSEN, M., STAEHR, P. and PEDERSEN, M. Epibiota communities of the introduced and indigenous macroalgal relatives *Sargassum muticum* and *Halidrys siliquosa* in Limfjorden (Denmark). En: Helgol Mar Res. Vol. 52. 2004. p 154 – 161.

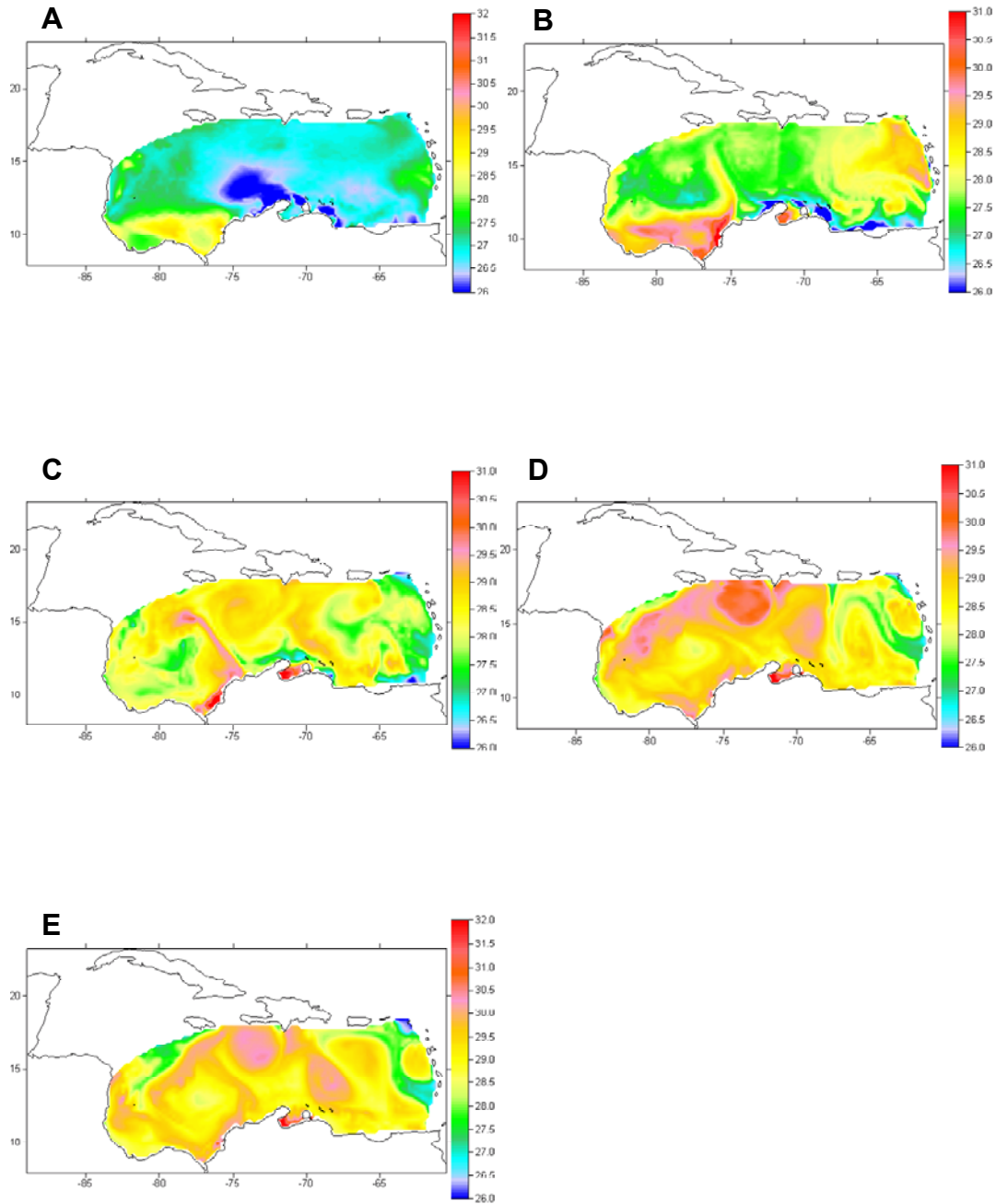
WINFIELD, I. y ESCOBAR – BRIONES, E. Anfípodos (Crustacea: Gammaridea) del sector norte del mar Caribe: listado faunístico, registros nuevos y distribución espacial. En: Revista Mexicana de Biodiversidad. Vol. 78. 2007. p 51 – 61.

YOSHIDA, T. Typification of the taxa described by Yendo in his “Fucaceae”. En: J Fac Sci. Hokkaido Univ. series 5. Vol. 12. 1980. p 99 -106.

ANEXO A. Promedio mensual de la velocidad diaria máxima del viento (m/s) para el área de Santa Marta de enero a diciembre de 2007 (Grupo de Dinámica y Manejo de Ecosistemas Marino-Costeros).



ANEXO B. Gráficas de temperatura superficial del agua para el Caribe colombiano en los meses de marzo a julio de 2007 (A - E). (Tomado del Centro de Pronósticos Meteorológicos y Oceanográficos - CPMO, 2007). A. Marzo, B. Abril, C. Mayo, D. Junio, E. Julio.



ANEXO C. Medidas tenidas en cuenta para la identificación de las diferentes especies de *Sargassum* con respecto a los diferentes trabajos consultados. * No se tomaron medidas para los individuos de esta estación.

LUGAR	ESPECIE	APARIENCIA	FILOIDE			
			NÚMERO	ANCHO (cm)	ALTO (cm)	NÚMERO DE VECES DEL ANCHO EN EL LARGO
GRANATE	<i>Sargassum</i> sp1	Laxa		*	*	
PLAYA BLANCA	<i>Sargassum</i> cf <i>filipendula</i>	Laxa	1	0,65	3,2	5
			2	0,43	3,35	7 - 8
			3	0,45	2,5	5 - 6
			4	0,45	3	6 - 7
			5	0,45	2,8	6 - 7
			6	0,6	3,5	5 - 6
			7	0,5	2,2	4 - 5
			8	0,4	2,7	6 - 7
			9	0,42	2,6	6 - 7
	<i>Sargassum</i> cf <i>vulgare</i>	Densa / Laxa	1	0,64	3,7	5 - 6
			2	0,63	2,75	4 - 5
			3	0,7	3	4 - 5
			4	0,5	2,9	5 - 6
			5	0,47	2,9	6 - 7
	<i>Sargassum</i> sp2	Densa	1	0,75	3,8	5 - 6
2			0,45	2,2	4 - 5	
3			0,75	3,6	4 - 5	
4			0,45	2,8	6 - 7	
5			0,64	3,3	5 - 6	
TAGANGA	<i>Sargassum</i> <i>cymosum</i>	Laxa	1	0,44	2,2	5
			2	0,3	3,6	12
			3	0,3	2,6	8 - 9
			4	0,2	2,6	12 - 13
			5	0,4	3,7	9 - 10
			6	0,2	4	20
			7	0,45	3,7	8 - 9

ANEXO D. Características tenidas en cuenta para la identificación de las diferentes especies de *Sargassum* con respecto a los diferentes trabajos consultados.

LUGAR	AUTOR	OBSERVACIONES
GRANATE		Especie en proceso de identificación por Camacho
PLAYA BLANCA	CAMACHO (2003)	Las muestras concuerdan con esta especie pero el tamaño de los criptostomas es más pequeño que los registrados por el autor
	SCHNETTER (1976)	Eje estéril con receptáculos alternos, de no ser por esto se llegaría a <i>S. vulgare</i> .
	BERTOSSI Y GANESAN (1973)	Filoides lanceolados
	PAULA (1988)	<i>S. filipendula</i> var <i>filipendula</i> , no es ya que los filoides deberían ser más largos, así mismo estos, y las ramas deberían ser más laxos, pero presenta coincidencia con los filoides lisos lanceolados descritos por el autor Este reporta medida de vesículas hasta 3 mm y las nuestras miden hasta 5 mm
	LITTLER Y LITTLER (2000)	Se acerca a <i>S. filipendula</i> , pero hay muchas características que no concuerdan, como filoides mucho más cortos y de forma lanceolada no lineal, los receptáculos no presentan ramificación alterna a un eje sino que forman racimos
	SCHNETTER (1976)	Receptáculos sin eje estéril Filoides hasta más de cuatro veces el ancho
	PAULA (1988)	Algunos filoides tienen proporción de ancho y largo más grande
	TAYLOR (1960)	Las muestras son más largas y anchas Presentan pocas vesículas Planta con receptáculos en grupos, no hay eje estéril Ramificación de los receptáculos entremezclados con pequeños filoides
	CAMACHO (2003)	El autor describe espinas para esta especie que no están presentes en las muestras
	SCHNETTER (1976)	No se puede identificar, no hay presencia de receptáculos
PAULA (1988)	Se sobrelapa la relación ancho y largo del filode	
TAGANGA	CAMACHO (2003)	Receptáculos sin eje estéril Margen del filode dentado y liso, muy pocas veces serrado Vesículas sin espinas apicales

ANEXO E. Densidad expresada en número de individuos / 100 g de peso seco del alga para la macrofauna vágil asociada a *Sargassum* spp. en tres estaciones del área de Santa Marta, de marzo a julio de 2007. E = Estación (1, 2 y 3); M = Muestreo (1, 2, 3, 4 y 5). Color gris: Alta densidad a lo largo de los muestreos; azul, baja densidad para E1; morado, baja densidad para E2 y rojo, baja densidad para E3.

Especie	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO	
	E1M1	E2M1	E3M1	E1M2	E2M2	E3M2	E1M3	E2M3	E3M3	E1M4	E2M4	E3M4	E2M5	E3M5
<i>Gnesioceros sargassicola</i>		2,77		0,94	1,66	53,14			4,72		1,31	1,18	0,96	
<i>Brachidontes dominguensis</i>													0,48	
<i>Brachidontes exustus</i>							0,70				1,31			
<i>Brachidontes modiolus</i>													0,48	
<i>Diodora dysoni</i>													0,48	
<i>Nerita fulgurans</i>								2,94			1,31		1,44	
<i>Nerita versicolor</i>											0,66			
<i>Tricolia bella</i>		2,77					2,80	0,98	3,15				0,48	
<i>Tricolia affinis</i>								1,96			4,59		1,44	
<i>Caecum cycloferum</i>								0,98						
<i>Caecum nitidum</i>	24,18			6,61		4,43	53,87		121,14	14,52		2,94	0,96	3,08
<i>Caecum pulchellum</i>									1,57	1,61				
<i>Cerithium litteratum</i>	8,06		2,14	3,77	1,66		5,60						0,48	1,54
<i>Alaba incerta</i>	177,35	141,16	437,85	118,91	1816,79	318,82	31,48	234,12	377,59	22,59	15,72	74,67	15,79	672,50
<i>Bittium varium</i>				4,72	3,32	8,86			7,87	0,81	1,97	7,64	1,91	
<i>Cerithiopsis emersoni</i>									3,15					
<i>Cerithiopsis greeni</i>	8,06													
<i>Echininus nodulosus</i>				0,94				0,98		0,81				
<i>Littorina meleagris</i>				0,94	3,32		0,70	3,92					0,48	4,63
<i>Littorina ziczac</i>							0,70				0,66			
<i>Tectarius</i> sp.										0,81				
<i>Modiolus americanus</i>										0,81				
<i>Natica floridiana</i>								0,98						
<i>Alvania aberrans</i>							0,70			1,61				

Especie	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO	
	E1M1	E2M1	E3M1	E1M2	E2M2	Especie	E1M1	E2M1	E3M1	E1M2	E2M2	Especie	E1M1	E2M1
<i>Brania</i> sp.					1,66	2,21	0,70				1,61			
<i>Sphaerosyllis</i> sp.												0,59		
<i>Pseudosyllides</i> sp.						2,21								
<i>Typosyllis</i> sp.					9,97	24,35	3,50		4,72	0,81				
Ampharetidae morfotipo 1					1,66		0,70							
Capitellidae morfotipo 1							2,10							1,54
<i>Cirratulus</i> sp.					1,66									
<i>Cirriformia</i> sp.							0,70			0,81				1,54
Orbiniidae morfotipo 1							1,40							
<i>Sabella</i> sp.					1,66	2,21	1,40		1,57		89,10	1,76		18,51
<i>Branchioma nigromaculata</i>		44,29	6,41	2,83	83,11	33,21		16,65	9,44		13,76	11,76		58,61
<i>Amphitrite</i> sp.						2,21	8,40		1,57					1,54
<i>Nicolea</i> sp.							25,89							3,08
<i>Polycirrus</i> sp.					14,96		5,60		1,57			2,35		
<i>Thelepus</i> sp.					4,99				1,57			2,35		
<i>Bemlos spinicarpos</i>		2,77											0,48	
<i>Caprella danilevskii</i>		13,84			1,66								0,96	
<i>Eusiroides</i> sp.	8,06	2059,34	34,17	22,65	134,64	303,32	94,45	290,94	133,73	13,71	820,26	341,62	248,74	131,11
<i>Leucothoe spinicarpa</i>	24,18	287,87	19,22	1,89	39,89			43,10	7,87	0,81	149,38	28,81	103,80	16,97
<i>Lissianasa</i> sp.	16,12	2,77				2,21				0,81	4,59	0,59		
Melphidipiidae morfotipo 1		47,05			6,65	2,21			22,03			1,76	8,13	
<i>Cyclaspis</i> sp.						2,21	2,80							
<i>Idotea</i> sp.		196,52	4,27		58,18	88,56		29,39	1,57	2,42	7,86	4,70	30,14	4,63
<i>Hargeria rapax</i>							1,40		3,15	1,61				
<i>Leptochelia</i> sp.		2,77				6,64	18,89	0,98	6,29	29,85			4,31	1,54
<i>Sinelobus stanfordi</i>		2,77			9,97	46,49	133,63		9,44	2,42	0,66		8,13	

Especie	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO	
	E1M1	E2M1	E3M1	E1M2	E2M2	E3M2	E1M3	E2M3	E3M3	E1M4	E2M4	E3M4	E2M5	E3M5
<i>Clibanarius</i> sp.		8,30		0,94			9,10		1,57	8,07			16,26	10,80
<i>Trachycaris restrictus</i>		11,07					9,10	3,92	11,01					
<i>Merhippolyte americana</i>	40,31	74,73		43,41		318,82	39,18	21,55	61,36	2,42	22,93	29,99	4,31	
<i>Acanthonix petiverri</i>		13,84			1,66	19,93		218,45	1,57		8,52	0,59	3,83	3,08
<i>Pitho</i> sp.	16,12			3,77		2,21	4,90		17,31	1,61	0,66	2,35	1,91	1,54
<i>Anchistioides antiguensis</i>	24,18		46,99		24,93	66,42								3,08
<i>Euterpina</i> sp.		33,22	2,14	35,86	3,32	66,42	46,18	98,94	9,44	0,81	3,93	0,59	0,96	
<i>Chironomidae</i> morfotipo 1							7,70			0,81				
<i>Echinometra lucunter</i>										1,61				
Holothuridae morfotipo 1													0,48	
Holothuridae morfotipo 2													0,48	
<i>Amphiura</i> sp.														1,54
Ofiuridae morfotipo 1						2,21								
<i>Halichoeres bivittatus</i>								0,98						1,54
<i>Criptostomus roseus</i>	8,06					2,21	2,10							
TOTAL	378,88	2964,46	568,13	267,07	2248,97	1436,92	547,82	997,23	876,32	121,81	1168,15	579,17	465,43	982,53

ANEXO F. Abundancia relativa de la macrofauna asociada a *Sargassum* spp. en tres estaciones del área de Santa Marta, de marzo a julio de 2007. E = Estación (1, 2 y 3); M = Muestreo (1, 2, 3, 4 y 5). Color gris, mayores abundancias a lo largo de los muestreos; azul, baja abundancia en E1; morado, baja abundancia en E2 y rojo baja abundancia en E3.

Especie	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO	
	E1M1	E2M1	E3M1	E1M2	E2M2	E3M2	E1M3	E2M3	E3M3	E1M4	E2M4	E3M4	E2M5	E3M5
<i>Gnesioceros sargassicola</i>		0,09		0,35	0,07	3,70			0,54		0,11	0,20	0,21	
<i>Brachidontes dominguensis</i>													0,10	
<i>Brachisontes exustus</i>							0,13				0,11			
<i>Brachidontes modiolus</i>													0,10	
<i>Diodora dysoni</i>													0,10	
<i>Nerita fulgurans</i>								0,29			0,11		0,31	
<i>Nerita versicolor</i>											0,06			
<i>Tricolia bella</i>		0,09					0,51	0,10	0,36				0,10	
<i>Tricolia affinis</i>								0,20			0,39		0,31	
<i>Caecum cycloferum</i>								0,10						
<i>Caecum nitidum</i>	6,38			2,47		0,31	9,83		13,82	11,92		0,51	0,21	0,31
<i>Caecum pulchellum</i>										1,32				
<i>Cerithium litteratum</i>	2,13		0,38	1,41	0,07		1,02						0,10	0,16
<i>Alaba incerta</i>	46,81	4,76	77,07	44,52	80,78	22,19	5,75	23,48	43,09	18,54	1,35	12,89	3,39	68,45
<i>Bittium varium</i>				1,77	0,15	0,62			0,90	0,66	0,17	1,32	0,41	
<i>Cerithiopsis emersoni</i>									0,36					
<i>Cerithiopsis greeni</i>	2,13													
<i>Echininus nodulosus</i>				0,35				0,10		0,66				
<i>Littorina meleagris</i>				0,35	0,15		0,13	0,39					0,10	0,47
<i>Littorina ziczac</i>							0,13				0,06			
<i>Tectarius</i> sp.										0,66				
<i>Modiolus americanus</i>										0,66				
<i>Natica floridiana</i>								0,10						
<i>Alvania aberrans</i>							0,13			1,32				

Especie	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO			JULIO	
	E1M1	E2M1	E3M1	E1M2	E2M2	E3M2	E1M3	E2M3	E3M3	E1M4	E2M4	E3M4	E2M5	E3M5
<i>Brania</i> sp.					0,07	0,15	0,13			1,32		0,61		
<i>Sphaerosyllis</i> sp.												0,10		
<i>Pseudosyllides</i> sp.						0,15								
<i>Typosyllis</i> sp.					0,44	1,69	0,64		0,54	0,66				
Ampharetidae morfotipo 1					0,07		0,13							
Capitellidae morfotipo 1							0,38							0,16
<i>Cirratulus</i> sp.					0,07									
<i>Cirriformia</i> sp.							0,13			0,66				0,16
Orbiniidae morfotipo 1							0,26							
<i>Sabella</i> sp.					0,07	0,15	0,26		0,18		7,63	0,30		1,88
<i>Branchioma nigromaculata</i>		1,49	1,13	1,06	3,70	2,31		1,67	1,08		1,18	2,03		5,97
<i>Amphitrite</i> sp.						0,15	1,53		0,18					0,16
<i>Nicolea</i> sp.							4,73							0,31
<i>Polycirrus</i> sp.					0,67		1,02		0,18			0,41		
<i>Thelepus</i> sp.					0,22				0,18			0,41		
<i>Bemlos spinicarpos</i>		0,09											0,10	
<i>Caprella danilevskii</i>		0,47			0,07								0,21	
<i>Eusiroides</i> sp.	2,13	69,47	6,02	8,48	5,99	21,11	17,24	29,17	15,26	11,26	70,22	58,98	53,44	13,34
<i>Leucothoe spinicarpa</i>	6,38	9,71	3,38	0,71	1,77			4,32	0,90	0,66	12,79	4,97	22,30	1,73
<i>Lissianasa</i> sp.	4,26	0,09				0,15				0,66	0,39	0,10		
Melphidipiidae morfotipo 1		1,59			0,30	0,15			2,51			0,30	1,75	
<i>Cyclaspis</i> sp.						0,15	0,51							
<i>Idotea</i> sp.		6,63	0,75		2,59	6,16		2,95	0,18	1,99	0,67	0,81	6,47	0,47
<i>Hargeria rapax</i>							0,26		0,36	1,32				
<i>Leptochelia</i> sp.		0,09				0,46	3,45	0,10	0,72	24,50			0,92	0,16
<i>Sinelobus stanfordi</i>		0,09			0,44	3,24	24,39		1,08	1,99	0,06		1,75	

ANEXO G. Listado taxonómico de las especies encontradas**Phylum** Platyhelmintha**Clase** Turbellaria**Subclase** Archoophora**Orden** Polycladida**Familia** Gnesioceridae**Género** *Gnesioceros***Especie** *Gnesioceros sargassicola* (Matsumura, 1916)**Phylum** Mollusca**Clase** Bivalvia**Subclase** Pteriomorphia**Orden** Mytiloida**Familia** Mytilidae**Género** *Brachidontes***Especie** *Brachidontes dominguensis* (Lamarck, 1819)*Brachidontes exustus* (Linneo, 1758)*Brachidontes modiolus* (Linneo, 1767)**Clase** Gastropoda**Subclase** Prosobranchia**Orden** Archaeogastropoda**Familia** Fissurellidae**Género** *Diodora***Especie** *Diodora dysoni* (Reeve, L.A., 1850)**Familia** Neritidae**Género** *Nerita***Especie** *Nerita fulgurans* (Gmelin, 1791)*Nerita versicolor* (Gmelin, 1791)**Familia** Phasianellidae**Género** *Tricolia***Especie** *Tricolia bella* (M. Smith, 1937)*Tricolia affinis* (C.B. Adams, 1850)**Subclase** Prosobranchia**Orden** Neotaenioglossa**Familia** Caecidae**Género** *Caecum***Especie** *Caecum cycloferum* (Folin, 1867)*Caecum nitidum* (Stimpson, 1851)*Caecum pulchellum* (Stimpson, 1851)

Familia Cerithidae**Género** *Cerithium***Especie** *Cerithium litteratum* (Born, 1778)**Familia** Cerithiopsidae**Género** *Alaba***Especie** *Alaba incerta* (d'Orbigny, 1842)**Género** *Bittium***Especie** *Bittium varium* (Pfeiffer, 1840)**Género** *Cerithiopsis***Especie** *Cerithiopsis emersoni* (C.B.Admas, 1838)*Cerithiopsis greeni* (C.B. Adams, 1839)**Familia** Littorinidae**Género** *Echininus***Especie** *Echininus nodulosus* (Pfeiffer, 1839)**Género** *Littorina***Especie** *Littorina meleagris* (Potiez & Michaud, 1838)*Littorina ziczac* (Gmelin, 1791)**Género** *Tectarius***Especie** *Tectarius* sp.**Familia** Modulidae**Género** *Modiolus***Especie** *Modiolus americanus* (Leach, 1815)**Familia** Naticidae**Género** *Natica* (Scopoli, 1777)**Especie** *Natica floridiana***Familia** Rissoidae**Género** *Alvania***Especie** *Alvania aberrans* (C.B. Adams, 1850)**Género** *Rissoina***Especie** *Rissoina bryerea* (Montagu, 1803)**Familia** Triphoridae**Género** *Cosmotriphora***Especie** *Cosmotriphora melanina* (Adams C.B., 1850)

Subclase Prosobranchia**Orden** Neogastropoda**Familia** Columbellidae**Género** *Anachis***Especie** *Anachis pretri* (Duclos, 1846)**Género** *Cosmioconcha***Especie** *Cosmioconcha* sp.**Género** *Mitrella***Especie** *Mitrella lunata* (Say, 1826)*Mitrella ocellata* (Gmelin, J.F., 1791)**Género** *Nitidella***Especie** *Nitidella nítida* (Lamarck, 1822)**Género** *Rhombinella***Especie** *Rhombinella laevigata* (Linnaeus, 1758).**Orden** Neogastropoda**Familia** Marginellidae**Género** *Cystiscus***Especie** *Cystiscus* sp. (Simpson, 1865)**Familia** Mitridae**Género** *Pusia***Especie** *Pusia gemmata* (Sowerby, 1871)**Familia** Muricidae**Género** *Trochypollia***Especie** *Trochypollia didyma* (Schwengel, 1943)**Familia** Turridae**Género** *Crassispira***Especie** *Crassispira fuscescens* (Reeve, L.A., 1843)**Subclase** Opisthobranchia**Orden** Notaspidea**Familia** Pleurobranchidae**Género** *Berthella***Especie** *Berthella* sp. (Blainville, 1825)**Orden** Anaspidea**Familia** Aplisiidae**Género** *Aplysia***Especie** *Aplysia* sp. (Linnaeus, 1767)

Phylum Annelida**Clase** Polychaeta**Subclase** Palpata**Orden** Aciculata**Familia** Amphinomidae**Género** *Amphinome***Especie** *Amphinome* sp. (Brugière, 1789)**Género** *Eurythoe***Especie** *Eurythoe* sp.**Género** *Hermodice***Especie** *Hermodice carunculata* (Pallas, 1766)**Familia** Chrysopetalidae**Género** *Chrysopetalum***Especie** *Chrysopetalum* sp. (Ehlers, 1864)**Familia** Eunicidae**Género** *Nematonereis***Especie** *Nematonereis* sp. (Schmarda, 1861)**Familia** Lacydoniidae**Género** *Lacydonia***Especie** *Lacydonia* sp. (Marion & Bobretzky, 1875)**Familia** Lumbrinereidae**Género** *Lumbrinereis***Especie** *Lumbrinereis* sp. (Chiaje, 1841)**Familia** Nereidae**Género** *Ceratonereis***Especie** *Ceratonereis* sp. (Kinberg, 1865)**Género** *Licastopsis***Especie** *Licastopsis lecolutlensis* (Rioja, 1946)**Género** *Platynereis***Especie** *Platynereis* sp. (Kinberg, 1865)**Familia** Pisionidae**Género** *Pisione***Especie** *Pisione* sp. (Grube, 1857)**Género** *Pisionidens***Especie** *Pisionidens* sp.

Familia Syllidae**Género *Brania*****Especie *Brania* sp.** (Quatrefages, 1866)**Género *Sphaerosyllis*****Especie *Sphaerosyllis* sp.** (Claparède, 1863)**Género *Pseudosyllides*****Especie *Pseudosyllides* sp.** (Augener, 1927)**Género *Typosyllis*****Especie *Typosyllis* sp.** (Langerhans, 1879)**Clase Polychaeta****Subclase Palpata****Orden Canalipalpata****Familia Ampharetidae** (Malmgren, 1866)

Morfotipo 1

Familia Cirratulidae**Género *Cirratulus*****Especie *Cirratulus* sp.** (Lamarck, 1818)**Género *Cirriformia*****Especie *Cirriformia* sp.** (Hartman, 1936)**Familia Sabellidae****Género *Sabella*****Especie *Sabella* sp.** (Linnaeus, 1767)**Género *Branchioma*****Especie *Branchioma nigromaculata*** (Baird, 1865)**Familia Terebellidae****Género *Amphitrite*****Especie *Amphitrite* sp.** (Alder & Hancock, 1845)**Género *Nicolea*****Especie *Nicolea* sp.** (Malmgren, 1866)**Género *Polycirrus*****Especie *Polycirrus* sp.** (Grube, 1850)**Género *Thelepus*****Especie *Thelepus* sp.** (Leuckart, 1849)

Clase Polychaeta
Subclase Scolecida
Familia Capitellidae (Grube, 1862)
Morfotipo 1

Familia Orbiniidae (Hartman, 1942)
Morfotipo 1

Phylum Artropoda

Clase Malacostraca
Subclase Eumalacostraca

Orden Amphipoda

Familia Aoridae

Género *Bemlos*

Especie *Bemlos spinicarpos* (Pearse, 1912)

Familia Caprellidae

Género *Caprella*

Especie *Caprella danilevskii* (Czerniavski, 1868)

Familia Eusiridae

Género *Eusiroides*

Especie *Eusiroides* sp. (Stebbing, 1888)

Familia Leucothoidae

Género *Leucothoe*

Especie *Leucothoe spinicarpa* (Abildgaard, 1789)

Familia Lisianassidae

Género *Lissianasa*

Especie *Lissianasa* sp. (Milne-Edwards, 1830)

Familia Melphidippidae (Stebbing, 1899)

Morfotipo 1

Orden Cumacea

Familia Bodotriidae

Género *Cyclaspis*

Especie *Cyclaspis* sp. (Sars, 1865)

Orden Isopoda

Familia Idoteidae

Género *Idotea*

Especie *Idotea* sp. (Fabricius, 1798)

Orden Tanaidacea**Familia** Leptocheliidae**Género** *Hargeria***Especie** *Hargeria rapax* (Harger, 1879)**Género** *Leptochelia***Especie** *Leptochelia* sp. (Dana, 1849)**Familia** Tanaidae**Género** *Sinelobus***Especie** *Sinelobus stanfordi* (Richardson, 1901b)**Orden** Decapoda**Familia** Diogenidae**Género** *Clibanarius***Especie** *Clibanarius* sp. (Dana, 1852)**Familia** Hyppolitidae**Género** *Trachycaris***Especie** *Trachycaris* sp. (A. Milne-Edwards, 1878)**Género** *Merhippolyte***Especie** *Merhippolyte americana* (Holthuis, 1961)**Familia** Majidae**Género** *Acanthonix***Especie** *Acanthonix petiverii* (H. Milne Edwards, 1834)**Género** *Phito***Especie** *Phito* sp. (Samouelle, 1819)**Familia** Palaemonidae**Género** *Anchistioides***Especie** *Anchistioides antiguensis* (Schmitt, 1924)**Clase** Maxillopoda**Subclase** Copepoda**Orden** Harpacticoida**Familia** Tachidiidae**Género** *Euterpina***Especie** *Euterpina* sp. (Norman, 1903)**Clase** Unirramia**Subclase** Insecta**Orden** Díptera**Familia** Chironomidae

Morfotipo 1

Phylum Echinodermata**Clase** Echinoidea**Subclase** Euechinoidea**Orden** Echinoida**Familia** Echinometridae**Género** *Echinometra***Especie** *Echinometra lucunter* (Linnaeus, 1758)**Clase** Holothuroidea**Subclase** Aspidochirotea**Orden** Aspidochirotida**Familia** Holothuriidae (Ludwig, 1894)

Morfotipo 1

Morfotipo 2

Clase Stellerioidea**Subclase** Ophiuroidea**Orden** Ophiurida**Familia** Amphiuridae**Género** *Amphiura***Especie** *Amphiura* sp. (Forbes, 1843)**Familia** Ophiuridae (Müller & Troschel, 1840)

Morfotipo 1

Phylum Chordata**Clase** Actinopterygii**Subclase** Teleostei**Orden** Perciformes**Familia** Labridae**Género** *Halichoeres***Especie** *Halichoeres bivittatus* (Bloch, 1791)**Familia** Scaridae**Género** *Criptostomus***Especie** *Criptostomus roseus* (Cope, 1871)

ANEXO H. Guía de referencia para la evaluación de la diversidad de la comunidades tropicales, según el tipo de diversidad evaluada (alfa, beta o gama) (Ramírez, 2006).

NÚMERO DE ESPECIES		MARGALEF		DIVERSIDAD
Alfa	Beta -Gama	Alfa	Beta -Gama	Condición
1 – 5	0 – 20	≤ 1	$\leq 2,7$	Muy baja
> 5 – 10	> 20 – 40	> 1 – 2	> 2,7 – 3,2	Baja
> 10 – 15	> 40 – 60	> 2 – 2,7	> 3,2 – 5,5	Media
> 15 – 20	> 60 – 80	> 2,7 – 3	> 5,5 – 7	Alta
> 20	> 80	> 3	> 7	Muy Alta