

Variación vertical y estacional de la comunidad de macroalgas en los costados noroccidental y nororiental del golfo de Urabá, Caribe Colombiano

Recibido para evaluación: 5 de Noviembre de 2008
Aceptación: 25 de Noviembre de 2008
Recibido versión final: 11 de Diciembre de 2008

Juan Carlos Delgado M.¹
Jaime Alberto Palacio B.²
Néstor Jaime Aguirre R.³

RESUMEN

Durante la época seca en febrero y la época de lluvias en junio de 2004, fueron ubicados en el Golfo de Urabá seis estaciones con transectos paralelos a la línea de costa rocosa. Allí se removió la biomasa macroalgal de ocho cuadrantes de 1 m² por cada estación de muestreo y distribuidos desde el supralitoral hasta tres metros de profundidad. Se estimó el porcentaje de cobertura de las microalgas; se determinó la riqueza numérica de especies y las biomásas húmeda y seca; y se midieron algunas variables fisicoquímicas.

Se encontró un total de 30 taxones de macroalgas de las cuales 20 pertenecen a la división Rhodophyta, cinco Phaeophyta y cinco Chlorophyta. Las especies más frecuentes y con mayor biomasa para la costa noroccidental, fueron *Sargassum polyceratum*, *Laurencia obtusa* y *L. papillosa* y para el costado nororiental, *Grateloupia filicina* y *Chladophora vagabunda*. Se concluyó que existieron diferencias estadísticamente significativas entre las comunidades algales de ambos costados y que las diferencias en el gradiente vertical y de la salinidad del agua, condujeron a diferencias en las comunidades establecidas sobre el litoral rocoso de ambos costados.

PALABRAS CLAVE: Comunidad de macroalgas marinas. Golfo de Urabá. Variación vertical y estacional.

ABSTRACT

They were located in the gulf of Urabá, six stations with parallel transect to the line of rocky coast, during the dry time in February and the rainy season in June of 2004, in which the biomass macroalgal of eight quadrants of 1 m² was removed by each sampling station and distributed from the supralitoral up to three meters deep: he/she was considered the percentage of covering of the macroalgas, it was determined the numeric wealth of species and the humid and dry biomasses, some environmental variables were measured.

As a result total of 30 taxa of macroalge was collected of which 20 are Rhodophyta, five Phaeophyta and five Chlorophyta. The most frequent species and with more biomass they were *Sargassum polyceratum*, *Laurencia obtusa* and *L. papillosa* for the coast Noroccidental and *Grateloupia filicina* and *Chladophora vagabunda* for the northeastern side: you concluded that if differences existed statically significant among the communities algae of both sides and that the differences in the vertical gradient and of the salinity of the water show to differences en the established communities on the rocky coast of both sides.

KEY WORDS: Community of marine macroalge, Gulf of Uraba. Vertical and seasonal variation.

1. *Ecólogo Costero, Universidad de Antioquia.*

2. *Dr. Rer. Nat, Profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia.*

3. *Dr. Rer. Nat, Profesor de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Antioquia.*

Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental, GAIA

<http://gaia.udea.edu.co>

1. INTRODUCCIÓN

Debido a la reducción de la intensidad lumínica, las macroalgas marinas tienen una distribución vertical limitada por la profundidad. Las algas constituyen la base de la cadena alimenticia en el mar; son un recurso trófico importante para los invertebrados y peces e incluso pueden controlar significativamente su composición y abundancia (Bula- Meyer, 1987).

La gran variedad de macroalgas marinas de la costa Caribe colombiana se puede correlacionar en parte con la riqueza y la antiquísima estabilidad ambiental. La temperatura del agua constituye el factor principal que rige la distribución geográfica de las algas en la costa caribe de Colombia, mientras que la salinidad, el oleaje, el tipo de sustrato y la herbivoría controlan las distribuciones locales (Bula- Meyer, 1977).

Las macroalgas marinas bénticas crecen abundantemente sobre el litoral rocoso en los costados noroccidental y nororiental del Golfo de Urabá. Para esta región del Caribe solo se conocen los estudios de Vooren (1978) y Werding y Manjares (1978) quienes reportan 59 taxones entre Acandí y Sapzurro. Bula- Meyer & Schnetter (1988) citan un total de 171 taxones para el mismo lugar. En un listado de 565 taxones de algas marinas para el Atlántico Colombiano, Díaz-Pulido & Díaz- Ruiz (2003) citaron 217 taxones para la unidad costera Darién correspondiente al Golfo de Urabá, lo que ubica al sector en segundo lugar en cuanto a la diversidad de algas marinas, superado sólo por el Parque Nacional Natural Tayrona con 365 taxones.

En esta investigación, se indagó acerca de los cambios temporales en la comunidad de macroalgas a lo largo de la costa rocosa de los costados noroccidental y nororiental del Golfo de Urabá y se evaluaron las posibles diferencias en la estructura de la comunidad de macroalgas entre los costados nororiental y noroccidental, analizándose además el efecto de la profundidad y la salinidad sobre la composición de las macroalgas marinas bénticas.

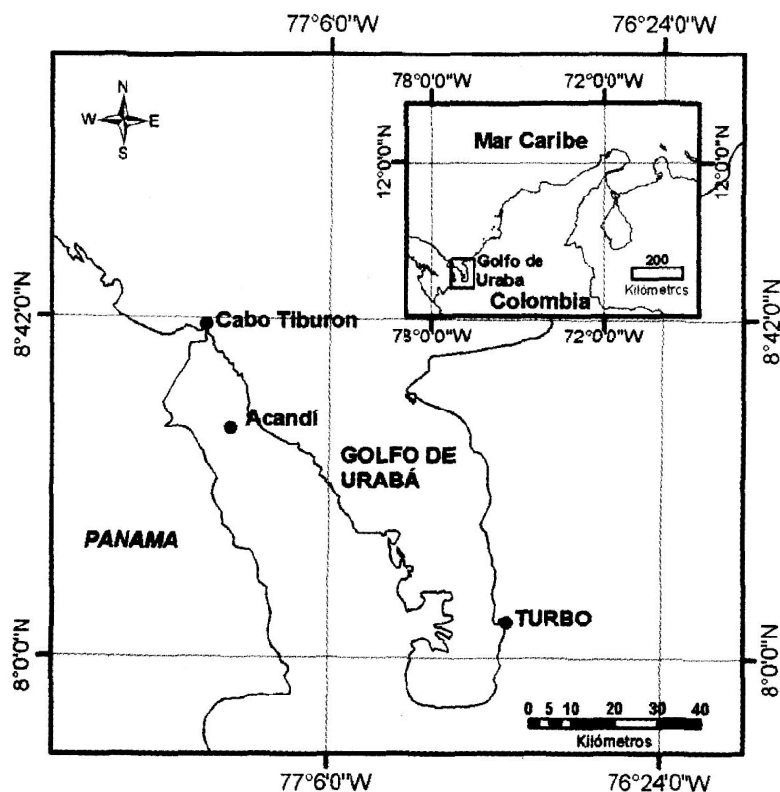


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el Golfo de Urabá

2. ÁREA DE ESTUDIO

El Golfo de Urabá está localizado en la parte meridional del mar Caribe hacia el sector suroccidental del Caribe colombiano y se extiende desde Punta Arenas del Norte en la costa oriental hasta el cabo Tiburón en la occidental. La longitud total del Golfo es 70 Km, el ancho máximo es 39 Km y el mínimo es de 9 Km entre las puntas Las Vacas y la Boca Urabá. El Golfo de Urabá se encuentra en la frontera con Panamá en jurisdicción de los departamentos de Antioquia y Chocó entre las coordenadas 7°54'N 8°40'N y 77°53'W 77°23'W (figura 1).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreos y selección de los sitios. Las campañas de muestreo se realizaron durante las épocas seca (febrero de 2004) y de lluvias (junio de 2004). Se seleccionaron tres estaciones en el costado noroccidental (San Francisco, Triganá y Napú) y tres en el costado nororiental (Punta de Piedra, Tié y Necoclí). En cada sitio se trazó una línea horizontal de 100m ubicada en la línea de costa en el intermareal y sobre el litoral rocoso emergido a los cero metro y a los 100 metros de la línea horizontal. Se ubicaron verticalmente cuatro cuadrantes de PVC de 1 m² en las franjas supralitoral, mesolitoral e infralitoral. Se midió la cobertura de las algas y del sustrato; posteriormente se removió la biomasa húmeda (figura 2).

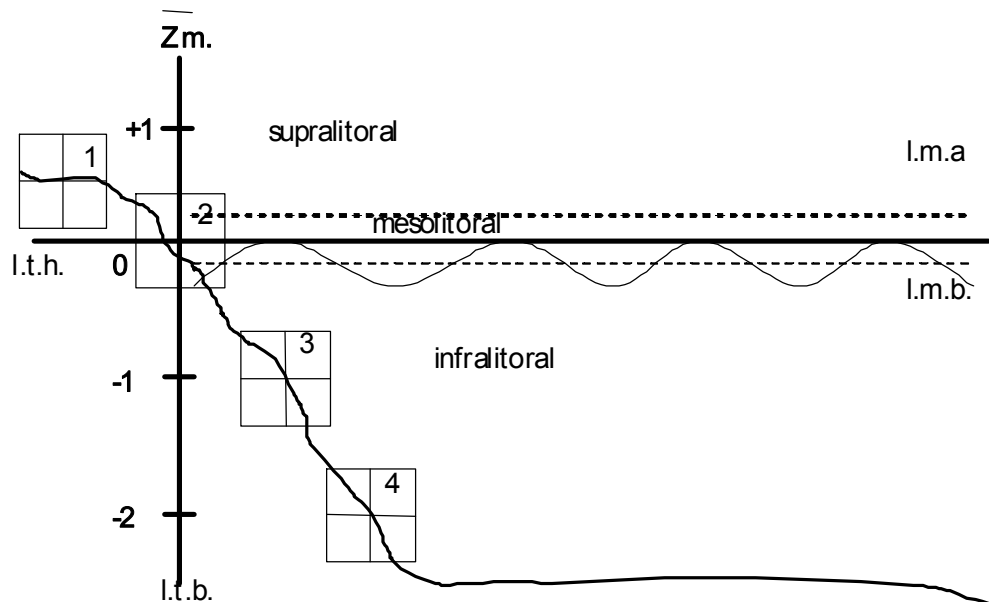


Figura 2. Esquema del diseño de muestreo en una línea transecta batimétrica a tres metros de profundidad y con cuadrantes de 1 m².

*l.t.h.: línea transecta horizontal
l.t.b.: línea transecta batimétrica
l.m.a.: línea de marea alta
l.m.b.: línea de marea baja
Zm.: Profundidad en metros*

Variables físicas y químicas. En la Tabla 1 se consignan las variables medidas durante los muestreos de lluvia y sequía, y se agrupan según el tipo de variable, unidad de medición y método utilizado.

Tabla 1. Variables físicas y químicas

Categorías de tipo de sustrato inerte. El sustrato se clasificó respecto a seis categorías según SIMAC (2002, modificado de CARICOMP, 2001) (Tabla 2).

VARIABLE	UNIDAD NIVEL DE MEDICION	METODO O EQUIPO
Temperatura del agua y del aire	Grados centígrados	Termómetro de mercurio de precisión 0.1 °C Termocelda electrónica SCHOTT
Salinidad	ppm	Refractómetro manual
Tipo de sustrato	Descriptivo en seis categorías	Tipos de sustrato según Caricomp (2001)
Inclinación del sustrato	Grados de inclinación respecto a la horizontal	Escala comparativa subjetiva
Grado de exposición al oleaje	Bajo, medio, alto	Cualitativo
Profundidad e isobatas	Metros	Cuerda metreada Profundímetro

Tabla 2. Categorías de tipos de sustrato inerte y códigos asignados según (SIMAC 2002, modificado de CARICOMP 2001).

Sedimento libre: se refiere a la arena (incluyendo arena gruesa y lodo) partículas de un diámetro menor a 4mm

Cascajo: Partículas mayores a 4mm hasta 30cm de diámetro en promedio

Cantos: se refiere a pedazos de coral muerto o a rocas suelta de 0.3 a 1m de diámetro

Roca: Sustrato arrecifal expuesto (matriz calcárea) que pueda constituir un pavimento mas o menos extenso así como a los afloramientos de roca orogénica.

*Huecos: se refiere a los espacios del arrecife en donde no es posible medir los atributos de su composición biótica, tales como grietas, cuevas, balcones, hoyos y otros. También se aplica a espacios interiores en colonias grandes de *Acropora spp.**

Coral muerto: Se refiere a porciones de una colonia o colonias completas de coral que perdió el tejido coralino blanco.

Categoría	Formas de crecimiento	Código e icono
Sustrato inerte	Sedimento libre	SAND.....
	Cascajo	RUBB
	Cantos	BOUL
	Roca	ROCK.....
	Huecos	GAPS
	Coral muerto	DCOR-----

Cobertura algal y sustrato. Para la medición del porcentaje de cobertura en cada nivel se utilizó un cuadrante de P.V.C de 1 m² dividido en cuatro subcuadrantes de 50cm² y estos a la vez subdivididos con nylon cada 10 cm. El equivalente de cobertura de cada cuadrante de 1 m² fue de 100% y se midió según el número de subcuadrantes o de subdivisiones ocupado por el sustrato y por las macroalgas.

Las algas se depositaron en bolsas plásticas de cierre hermético previamente rotuladas según cada subcuadrante de 50cm² y después de las recolecciones las muestras se lavaron con agua de mar y se separaron por especie. La biomasa húmeda se midió con una balanza electrónica de precisión de dos decimales; las algas se dejaron secar a temperatura ambiente. Luego se secaron siguiendo el protocolo descrito por APHA, AWWA, WPCF (1996).

Para la identificación de las especies de microalgas, se utilizaron las claves taxonómicas de Schnetter (1971, 1976, 1978); Schnetter y Bula- Meyer (1977, 1978, 1979) y Bula-Meyer (1982a, 1983). La organización sistemática se basó en el estudio de Wynne (1998).

Para cada variable, se calcularon la media aritmética, la mediana, la desviación estándar, la varianza y el coeficiente de variación. También, se construyeron cajas esquemáticas para las variables temperatura, salinidad e indicadores biológicos. Se realizó un análisis de la distribución de los datos, teniendo en cuenta la normalidad de los mismos, la independencia, la aleatoriedad y la homogeneidad de varianzas.

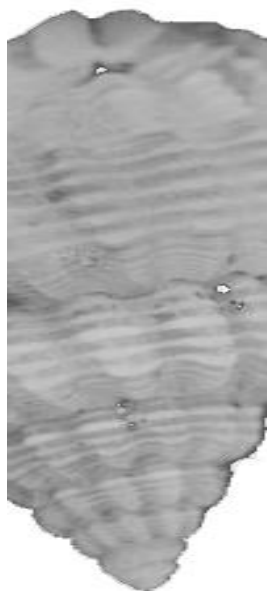
Cuando los supuestos del análisis de varianza se cumplieron, se consideró a cada estación como una repetición dentro de cada muestreo y dentro de cada costado; luego se efectuó un análisis de componentes de varianza para evaluar el efecto que sobre las variables biomasa húmeda, biomasa seca, riqueza numérica de especies y cobertura algal, posiblemente ejercieron los factores: época, costado, estación, transecto y profundidad.

4. RESULTADOS

En la tabla 3, se presentan 30 taxones de macroalgas marinas colectadas durante las dos campañas de muestreo en los costados noroccidental y nororiental del Golfo de Urabá en febrero y junio de 2004.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE		
Rhodophyta	CORALLINALES	Corallinaceae	<i>Lithothamnion</i> sp. Heydr., 1897		
			<i>Jania</i> sp. Lamour., 1812		
			<i>Amphiroa</i> sp. J. V. Lamour., 1812		
	GELIDIALES	Gelidiaceae	<i>Pterocladia</i> sp. J. Agardh., 1852		
			Galaxauraceae	<i>Galaxaura rugosa</i> (J. Ellis & Sol.) J. V. Lamour., 1812	
	GIGARTINALES	Hypneaceae	<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen in Jacqu.) J. V. Lamour., 1813		
			<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützing		
			Solieriaceae	<i>Eucheuma isiforme</i> (C. Agardh) J. Agardh., 1847	
	HALYMENIALES	Halymeniaceae	<i>Grateloupia</i> sp.1 C. Agardh, 1822		
			<i>Grateloupia dichotoma</i> J. Agardh,		
			<i>Grateloupia filicina</i> (J. V. Lamour.) C. Agardh, 1822		
			<i>Gracilaria</i> sp.1 Grev., 1830		
	GRACILARIALES	Gracilariaceae	<i>Gracilaria</i> sp.2 Grev., 1830		
			CERAMIALES	Rhodomelaceae	<i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Borgesen
	<i>Bryothamnion seaforthii</i> (Turner) Kütz., 1843				
	<i>Bryothamnion triquetrum</i> (S. G. Gmel) M Howe				
	<i>Laurencia obtusa</i> (Huds.) J. V. Lamour.				
	<i>Laurencia papillosa</i> (C. Agardh) Grev.				
	<i>Polysiphonia</i> sp. Grev., 1823				
Filamentosa roja	Sin determinar	Sin determinar			Sp.1.

Tabla 3. Lista de macroalgas bénticas presentes en los costados noroccidental y nororiental del Golfo de Urabá



CLASE	ORDEN	FAMILIA	ESPECIE
Phaeophyta	DICTYOTALES	Dictyotaceae	<i>Dictyota ciliolata</i> Sond. ex Kütz.
			<i>Dictyota menstrualis</i> (Hoyt) Schnetter, Hörmig, & Weber-Peukert., 1988
			<i>Lobophora variegata</i> (J. V. Lamour.) Womersley ex. E. C. Oliveira
			<i>Padina gymnospora</i> (Kütz.) Sond.
	FUCALES	Sargassaceae	<i>Sargassum polyceratum</i> Mont.
Chlorophyta	ULVALES	Ulveaceae	<i>Enteromorpha</i> sp. Link in Nees, 1820
	CLADOPHORALES	Anadyomenaceae	<i>Anadyomene stellata</i> (Wulfen in Jacq.) C. Agardh
		Cladophoraceae	<i>Cladophora vagabunda</i> (L.) C. Hoek
	BRYOPSIDALES	Bryopsidaceae	<i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) C. Agardh
		Udoteaceae	<i>Halimeda opuntia</i> (L.) J. V. Lamour.

5. VARIABLES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Temperatura del agua. Mientras en el costado noroccidental la temperatura fluctuó entre 27 y 32°C en el costado nororiental varió entre 28 y 30.5°C. El costado nororiental registró valores máximos de temperatura de 31.5°C en Punta de Piedra. Sin embargo, este valor es inferior a los registrados en Triganá del costado opuesto (Figura 3a).

Durante la época seca, los valores de temperatura fluctuaron entre 27°C y 31.5°C, con promedio de 28.3°C. La mayor fluctuación de la temperatura se presentó en Triganá. En la época de lluvias la temperatura presentó valores entre 28 y 32°C, y promedios de 30°C (Figura 3b).

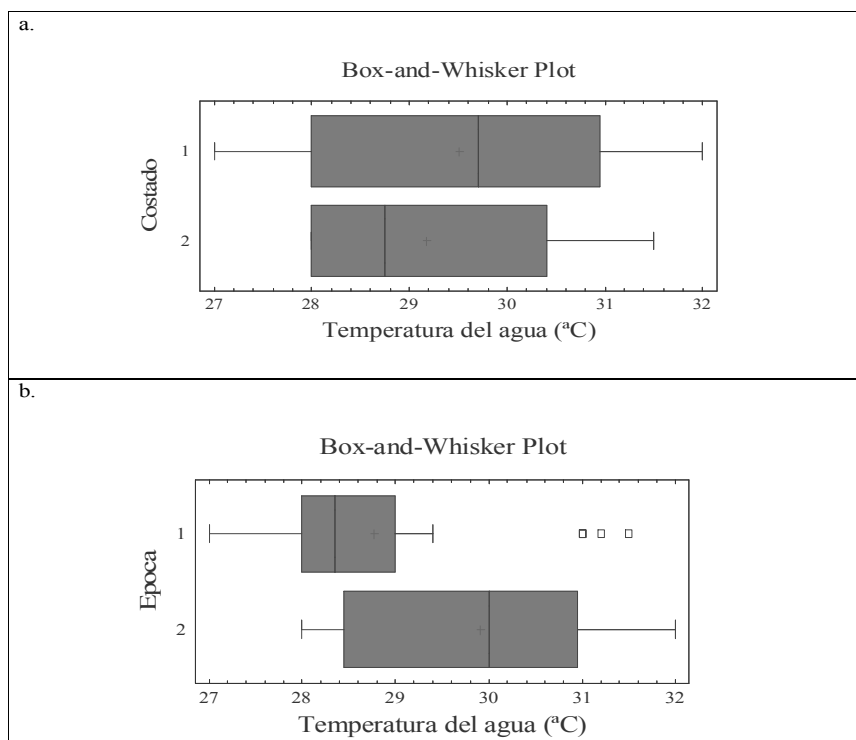


Figura 3. Variación de la temperatura del agua entre los costados noroccidental (1) y nororiental (2) (a) y durante la época 1 (Época seca) y 2 (Época de lluvias) de 2004 (b).

Salinidad. Como se observa en la figura 4^a, los valores más elevados de la salinidad se presentaron en el costado noroccidental, con fluctuaciones entre 30.5 y 15‰ y con una mayor frecuencia de valores entre 23.7 y 24.5‰. En contraste, en el costado nororiental los valores de la salinidad oscilaron entre 2.2 y 20‰, el rango se mantuvo entre 5 y 7‰ a diferencia de la estación de Necoclí, la cual mostró valores oscilantes de 20‰ durante la época seca y de 2.2‰ durante la época de lluvias, presentándose de allí la mayor variación de la salinidad. En general, el costado noroccidental se caracterizó por presentar valores altos de salinidad en comparación con el costado nororiental, el cual está bajo la influencia del Atrato durante todo el año.

Durante la época seca la salinidad alcanzó valores mínimos de 5‰ y máximos de 20‰ con variaciones entre 7 y 21‰ y medios del 15‰. En la época de lluvias, la salinidad presentó un rango más amplio con registros entre 2.2‰ en el costado nororiental y 30.5‰ en el costado noroccidental (Figura 4b).

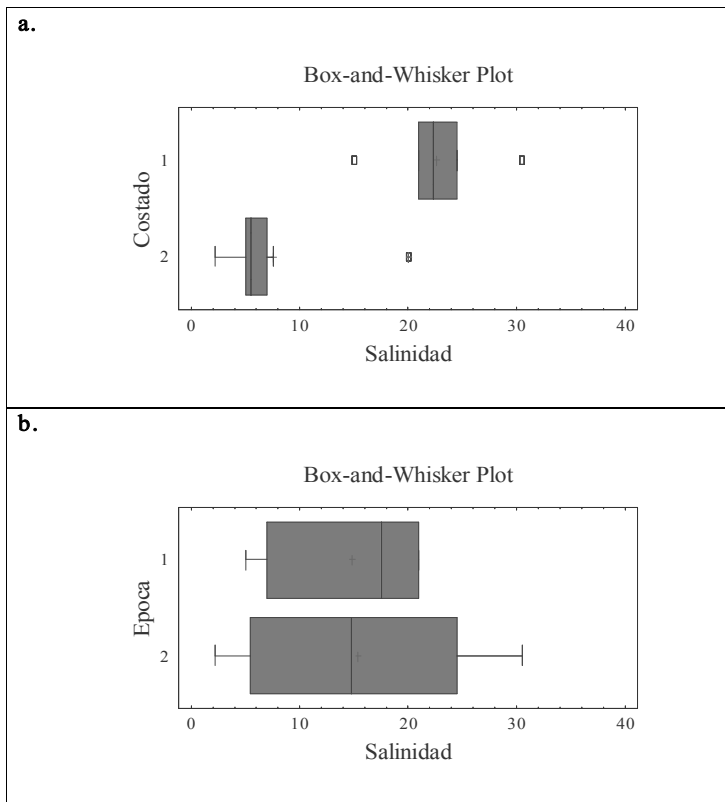


Figura 4. Variación de la salinidad ‰ del agua entre los costados noroccidental (1) y nororiental (2) (a) y durante la época 1 (Época seca) y 2 (Época de lluvias) de 2004 (b).

El registro más alto de la salinidad se presentó para la costa noroccidental durante la época de lluvias en Napú. La estación con mayor variación de la salinidad entre épocas fue Necoclí con valores máximos de 20‰ para la época seca y mínimos de 2.2‰ durante la época de lluvias.

5. DISTRIBUCIÓN DE LA COMUNIDAD DE MICROALGAS

Estación San Francisco. El transecto uno en San Francisco mostró un perfil inclinado con sustrato predominantemente rocoso. En su mayoría, las algas se encontraron sobre el intermareal, aunque en época de lluvias, se distribuyeron en una forma más amplia en todo el perfil del litoral rocoso. El transecto dos presentó un perfil somero en el primer metro de profundidad y luego se inclinó fuertemente; en su mayoría esta formado por sustrato rocoso. Las algas se distribuyeron ampliamente presentando una alta cobertura durante la época seca a tres metros de profundidad. Aunque en época de lluvias se distribuyeron en una forma más amplia en todo el perfil del litoral rocoso, generalmente las algas se establecieron en el intermareal.

Estación Triganá. En Triganá, el transecto uno correspondió a un perfil con inclinación fuerte y la mayor parte con sustrato rocoso. Las algas se distribuyeron ampliamente en el litoral durante la época de lluvias y durante la época seca generalmente se les colectó en el intermareal. El transecto dos presentó un perfil con inclinación variable; la parte superior fue inclinada seguida de huecos y pozas de marea- GAPS, las cuales reciben aguas de reflujos y agua de lluvia, creando condiciones favorables para el crecimiento de *C. vagabunda*, la cual dominó en estos ambientes. También se presentó alta cobertura algal en la zona intermareal generalmente dominada por *S.polyceratium*.

Estación Napú. En Napú, el transecto uno correspondió a un islote en su mayor parte rocoso, con alto grado de inclinación y sometido al reflujos, con fondo coralino inerte y con condiciones muy diferentes a las otras estaciones. Las algas que crecen allí son en su mayoría coralinas. Este sitio mostró cambios en la composición y estructura de las algas, en particular las ubicadas en el intermareal, las cuales fueron más abundantes durante la época de lluvias. El perfil dos presentó una inclinación media hasta pronunciada, con sustrato rocoso y fondo gravoso de fragmentos coralinos- DCOR. Mientras en la época seca se encontró una baja diversidad de especies, en la época de lluvias las algas se distribuyeron en la zona intermareal y el número de especies fue mayor.

Estación Punta de Piedra. Los transectos uno y dos en Punta de Piedra mostraron un grado de inclinación medio, de consistencia sedimentaria y el perfil se atenuó a los dos metros de profundidad; el fondo tiene sustrato suelto y arenoso- SAND. Aunque se presentaron las mismas dos especies de algas (*C. vagabunda* y *G. filicina*), la biomasa disminuyó en la época de lluvia. En el transecto dos se observó que *C. vagabunda* presentó disminución de la biomasa entre épocas climáticas, mientras *G. filicina* se mantuvo dominante e incluso aumentó la biomasa para la época de lluvias.

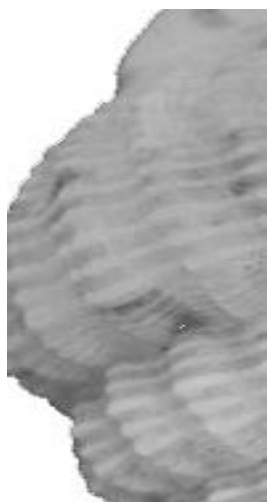
Estación Tié. Los transectos de Tié presentaron una pendiente somera y poco pronunciada; el perfil uno, en su mayor parte, con roca sedimentaria y fondo arenoso. Las algas se distribuyeron de forma homogénea a lo largo de la zona intermareal y mantuvieron un porcentaje de cobertura y biomasa húmeda en proporciones semejantes en los dos muestreos. El transecto dos mostró una inclinación mayor que el anterior, la rugosidad del sustrato fue baja y el tipo de roca fue sedimentaria. La comunidad algal establecida se distribuyó de forma homogénea a lo largo del intermareal, presentó variación de cobertura algal entre épocas climáticas, con una disminución en época de lluvias.

Estación Necoclí. El transecto uno en Necoclí correspondió a un perfil inclinado, rocoso y con fondo arenoso. Las algas se distribuyeron en la franja intermareal y no se presentaron cambios marcados en la estructura de la comunidad entre los dos muestreos. El transecto dos mostró un perfil con inclinación media y de características rocosas en su totalidad y con fondo arenoso. Las algas se distribuyeron sobre éste en forma horizontal y a lo largo de la franja intermareal. Durante las dos épocas climáticas, se presentaron cambios en la composición de las algas, con la presencia durante la época seca de *B. plumosa* y *Enteromorpha* sp.l, que sólo se encontraron en esta estación del costado nororiental del Golfo.

Riqueza de especies. A pesar de que en el costado noroccidental se presentó el mayor número de especies (12), especialmente en San Francisco, el promedio por estación para este costado durante las dos épocas fue bajo (tres especies). El costado nororiental se caracterizó por ser homogéneo en estructura y con pocas especies. El máximo número de especies de algas para este costado fue de cuatro, en Necoclí. El bajo número de macroalgas en la costa oriental del Golfo está relacionada con la topografía con pendiente reducida y baja profundidad, fondos arenosos, fondos fangosos con escasa superficie de fijación para las algas. Además, las condiciones salobres del agua del sector influyen también en la colonización y crecimiento de las algas. Necoclí ofrece una columna estratigráfica rocosa y una superficie de fijación apta para las macroalgas y los macroinvertebrados asociados y favorece el establecimiento de comunidades con mayor número de especies que en las otras estaciones del mismo sector (Figura 5a).

Mientras que durante la época seca se presentó el mayor número de especies (12), en el periodo de lluvias se evidenció una disminución del número de especies (siete) y la mayoría fueron colectadas en la estación Napú del costado noroccidental (Figura 5b).

Biomasa de las macroalgas. Durante la época seca, en el costado noroccidental la mayor biomasa húmeda fue aportada por *Sargassum polyceratium*, *Laurencia obtusa* y *Laurencia papillosa*. La especie coralina *Lithothamnion* sp, posee una biomasa alta, pero la cobertura no es proporcional a las algas frondosas (Figura 6a). Los valores de biomasa aportados por *Acanthophora spicifera*, *Hypnea spinella* y *Gracilaria* sp,l no fueron significativos, pero



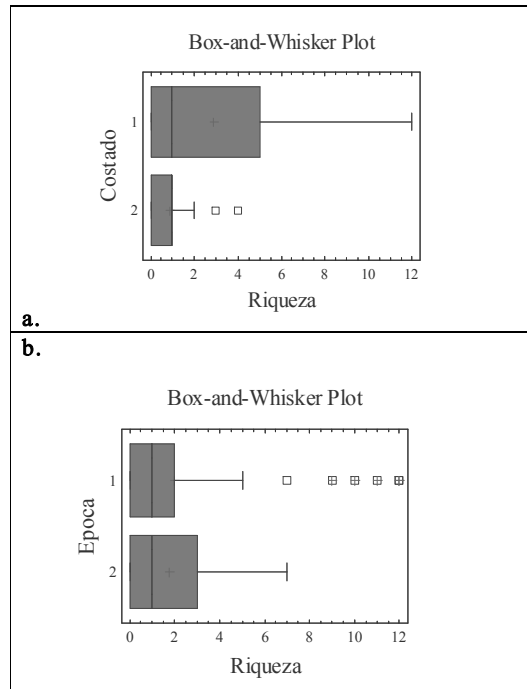


Figura 5. Variación de la riqueza de especies de macroalgas correspondiente a las costas noroccidental y nororiental (a) y durante la época 1 (Época seca) y 2 (Época de lluvias) (b).

representan una biomasa alta para este grupo de crecimiento incrustante. La mayor biomasa de *S. polyceratum* esta relacionada con el tamaño de los talos y a su forma de crecimiento folioso.

El valor más alto de biomasa seca fue aportado por la especie coralina *Lithothamnion* sp, debido a su carácter de aglomerado cálcico que la hace pesada y a la reducida pérdida de agua durante el secado. *S. polyceratum* y *L. obtusa* presentaron también una alta biomasa seca. En contraste, el menor valor de biomasa húmeda y seca se calculó para la especie coralina *Jania* sp (Figura 6b).

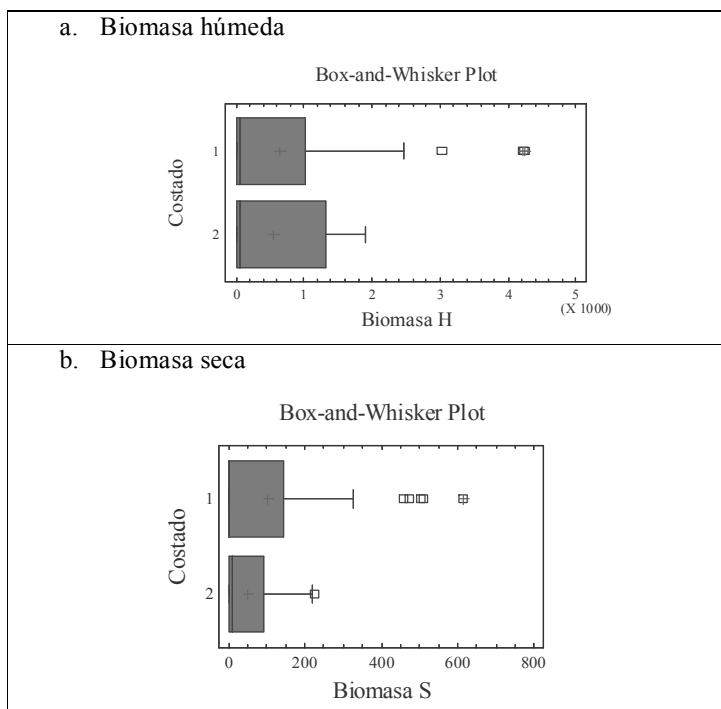


Figura 6. Biomasa húmeda (a) y seca (b) de las macroalgas del costado noroccidental durante la época seca.

La mayor biomasa húmeda en el periodo de lluvias en el costado noroccidental fue aportada por *S. polyceratium* y *L. papillosa*; la biomasa aportada por *Gracilaria* sp. l es representativa si se considera que crecen en forma incrustante con talos pequeños. Las algas pardas *Dictyota menstrualis* y *Dictyota ciliolata* mostraron una biomasa significativa, aunque su crecimiento laminar y sus talos aplanados no retienen tanta humedad. Los valores de biomasa más bajos fueron medidos para *Padina gymnospora*, *Lobophora variegata* y *Grateloupia dichotoma* (Figura 7a).

El valor más alto de biomasa seca fue aportado por *S. polyceratium* y *L. papillosa*, la biomasa de *Lithothamnion* sp, se debe a su composición calcárea. Los valores más bajos correspondieron a *P. gymnospora*, *L. variegata* y *G. dichotoma* (Figura 7b).

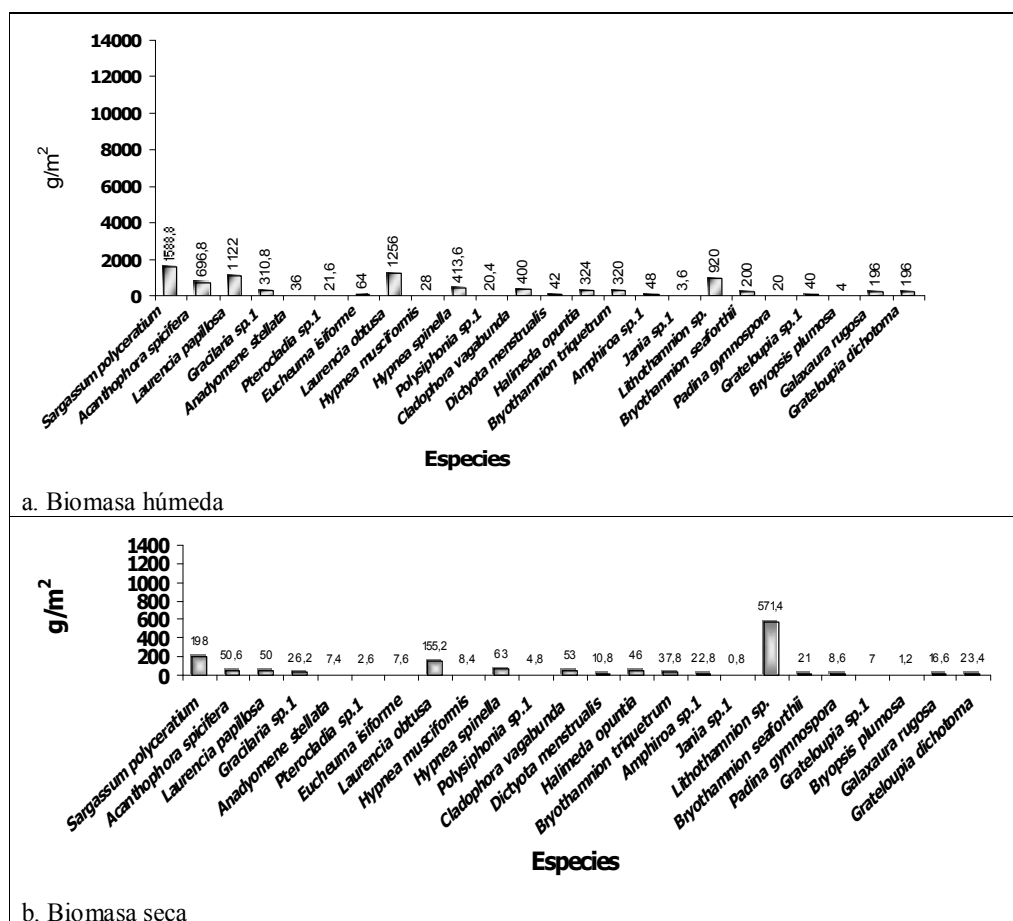


Figura 7. Biomasa húmeda (a) y seca (b) de las macroalgas del costado noroccidental durante la época de lluvias

En el costado nororiental, *G. filicina* aportó una fracción muy importante de la biomasa húmeda total (Figura 8a). Es importante resaltar que esta especie de crecimiento perenne, domina el litoral rocoso de la costa oriental en las franjas de marea alta y baja, con una distribución horizontal muy marcada. El valor más bajo correspondió a *Gracilaria* sp. l, debido a que esta especie sólo se encontró en una de las estaciones del costado nororiental, al igual que *Bryopsis plumosa* y *Enteromorpha* sp. l.

En el costado nororiental, *G. filicina* y *C. vagabunda* presentaron la mayor biomasa seca (Figura 8b). Estas especies fueron dominantes a lo largo del litoral del costado oriental y durante todo el muestreo.

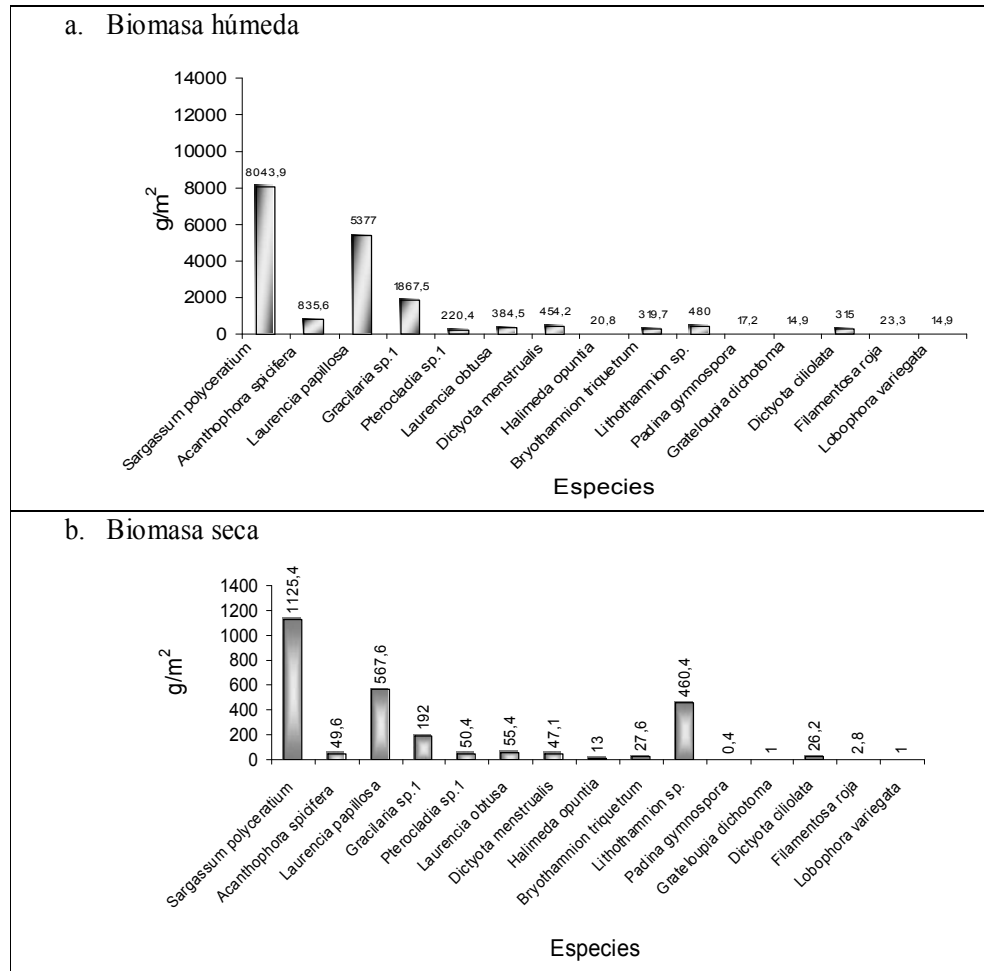


Figura 8. Biomasa húmeda (a) y seca (b) de las macroalgas del costado nororiental durante la época seca.

En las Figuras 9a y 9b, se evidencia la gran dominancia en biomasa húmeda y seca de *G. filicina* respecto a *C. vagabunda*. En el costado nororiental solo se encontraron estas dos especies en el periodo de lluvias, creciendo sobre todo en la franja intermareal donde hay sustrato rocoso disponible. La diferencia en biomasa se debe a que *G. filicina* tuvo una mayor distribución vertical entre 0- 1,5 metros de profundidad.

En el muestreo de la época seca, se presentó la mayor biomasa húmeda en el costado nororiental (Figura 10a). Sin embargo, durante la época de lluvias, la biomasa húmeda en el costado noroccidental aumentó de forma considerable y la biomasa en el costado nororiental presentó una disminución; y hay que considerar que los valores de biomasa húmeda de las macroalgas del costado nororiental corresponden a los aportes de sólo cinco especies.

Mientras que durante la época seca el costado nororiental presentó mayor biomasa que el noroccidental, durante la época de lluvias, se registró mayor biomasa seca para el costado noroccidental (Figura 10b).

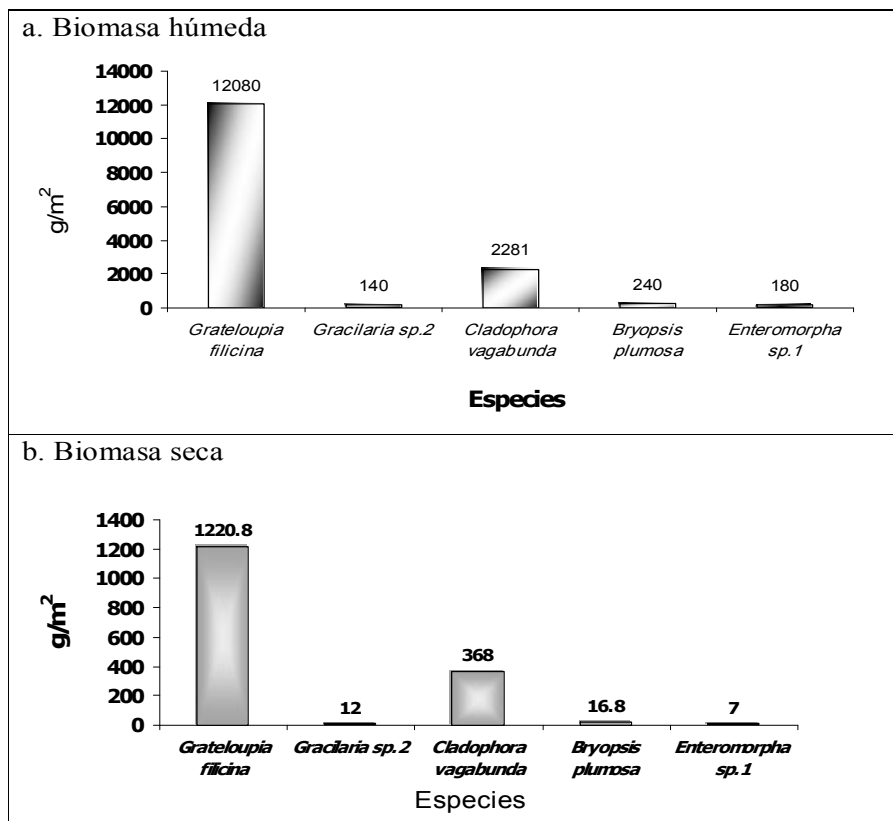


Figura 9. Biomasa húmeda (a) y seca (b) de las macroalgas del costado nororiental durante la época de lluvias.

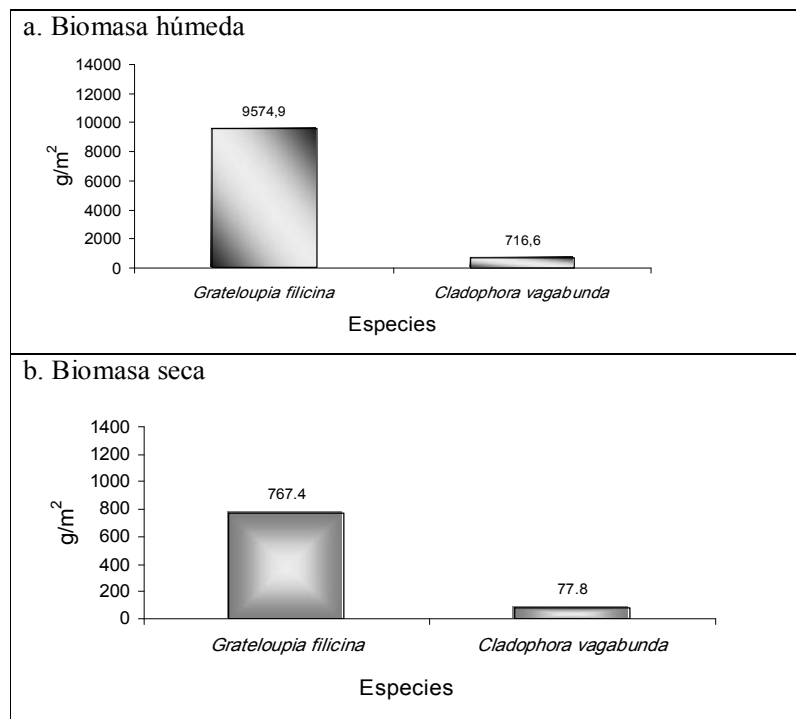


Figura 10. Biomasa húmeda (a) y seca (b) de las macroalgas colectadas durante las épocas seca y de lluvias en los costados noroccidental y nororiental del golfo de Urabá.

En el costado noroccidental la mayor biomasa húmeda (4240.08 g/m²) se encontró en San Francisco entre cero y un metro de profundidad del primer transecto en la época de lluvias (Figura 11a). Por su parte la menor biomasa húmeda (2g/m²) se cuantificó para Napú en el muestreo de la época seca y los valores fluctuaron entre dos y 1000 g/m² con un promedio de 600g/m². En el costado nororiental la biomasa húmeda fluctuó entre 1900 g/m² y dos g/m² en Punta de Piedra y Tié. En Tié, se registraron las mayores variaciones de biomasa húmeda; en general, la biomasa húmeda fluctuó entre dos y 1200g/m², con un promedio de 500g/m².

Durante la época seca la mayor biomasa húmeda (1900g/m²) se encontró en Punta de Piedra en el costado nororiental y en San Francisco en el costado noroccidental (Figura 11b). En contraste, la menor biomasa (2g/m²) se midió en Tié y Napú. La mayoría de los valores se mantuvieron entre dos y 1200g/m² con un promedio de 400g/m². Durante el periodo de lluvias se presentaron los valores más altos 4240.08 y 4218.6 g/m², aunque la mayoría de los valores estuvieron entre dos y 1400g/m², con un promedio de 650g/m², notándose en esta época mayor variación de la biomasa húmeda, con respecto a la seca.

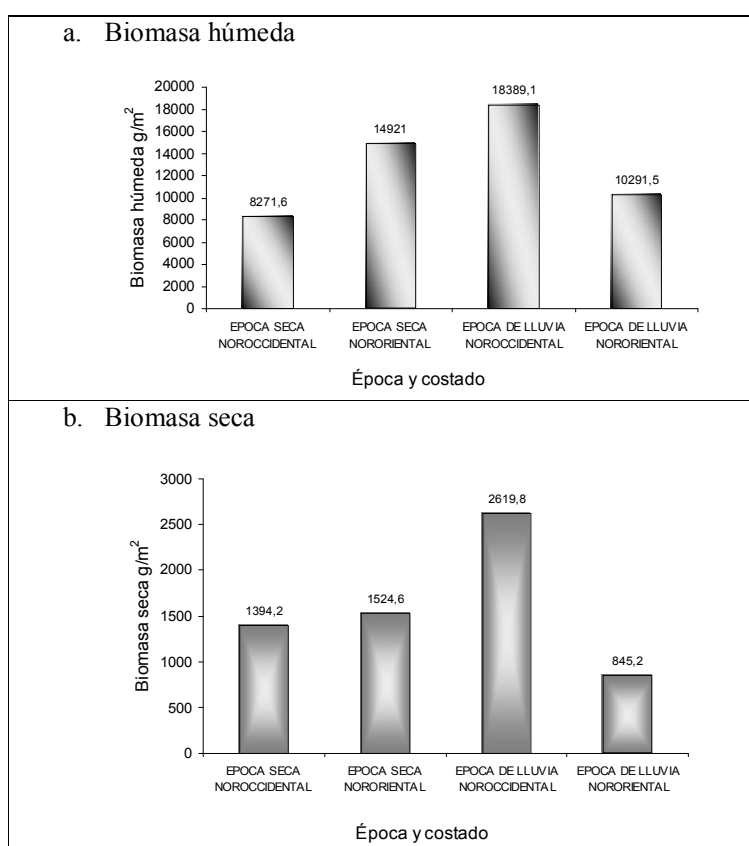


Figura 11. Variación de la biomasa húmeda en los costados noroccidental y nororiental (a) y durante la época 1 (Época seca) y 2 (Época de lluvias) (b) de 2004.

En el costado noroccidental la biomasa seca varió entre 1.2 y 613.6 g/m² con un promedio para este costado de 100g/m² (Figura 12a). Estos resultados son afectados por la biomasa del alga coralina *Lithothamnion* sp., cuya característica de aglomerado calcáreo la hace muy pesada. Es evidente que las especies calcáreas hacen que la biomasa seca total, sin discriminar categorías, se incremente (Figuras 6, 7, 10 y 12); la máxima biomasa seca en el litoral nororiental fue 227.4g/m² y el promedio 100g/m². En general, la mayor biomasa seca en este costado fue aportada por las macroalgas *G. filicina* y *C. vagabunda*.

Se evidenció una notable diferencia en la biomasa seca de las algas entre las dos épocas climáticas (Figura 12b) debido a la presencia de algas calcáreas en el costado noroccidental. La máxima biomasa seca (613.6 g/m²) se presentó en la época seca. En el muestreo de la época de lluvia la biomasa seca fluctuó entre 230.96 y 503.6 g/m² y un promedio de 95g/m². En general, la biomasa seca en la época seca varió más ampliamente que en la época de lluvias.

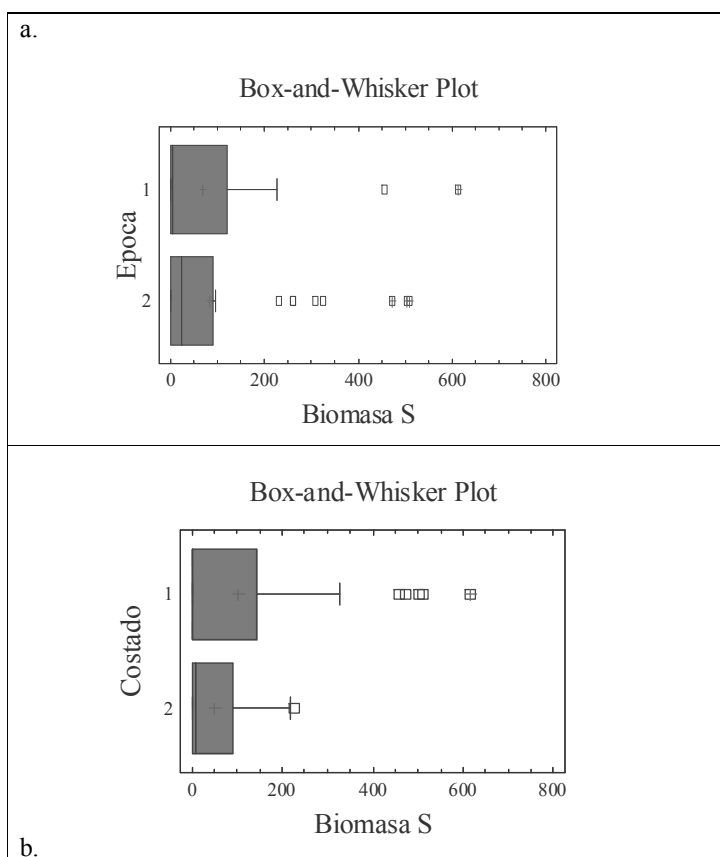


Figura 12. Variación de la biomasa seca en los costados 1 y 2 y durante la época 1 (Época seca) y 2 (Época de lluvias) (b) de 2004.

7. DISCUSIÓN

Son evidentes los efectos que ejercen las aguas del río Atrato junto con las de otros ríos sobre la zona oriental, reflejados en los valores de salinidad medidos durante el muestreo, además de la pluma de turbidez que se presenta a lo largo de esta costa, la cual disminuye hacia el norte. La costa occidental se ve afectada en un menor grado por estos aportes; sin embargo se discute aquí la ausencia de especies típicas de aguas marinas estenohalinas pertenecientes al género *Caulerpa*, las cuales se pueden encontrar más al norte de este costado entre Acandí y cabo Tiburón. Por lo tanto se notó un efecto de las aguas continentales hacia las localidades de Titumate San Francisco y Triganá, lo que se corrobora con los datos fluctuantes de la salinidad, medidos durante el muestreo, y la presencia de una pluma de turbidez del Atrato hacia el norte del costado occidental.

Las macroalgas encontradas en el Golfo de Urabá son típicas de aguas cálidas de la zona tropical; no se colectó especie alguna de zonas de surgencia costera reportadas para Santa Marta y la Guajira, lo que indica cierto grado de estabilidad térmica para la región del Golfo. En consecuencia, la temperatura no es el factor perturbante de las comunidades macroalgales en los sitios de muestreo. La variabilidad de la estructura y composición de las macroalgas se debe a factores como la salinidad, el tipo de sustrato y la profundidad. Otros factores no considerados en este estudio, como remociones físicas de la biomasa algal por turbulencia del agua y/o herbivoría, podrían estar influyendo sobre la comunidad macroalgal.

Las diferencias entre las comunidades algales de ambos costados se asocian al gradiente

vertical y a la salinidad. En el costado occidental, la comunidad algal muestra un buen desarrollo y una amplia distribución batimétrica. En contraste, la comunidad algal del costado oriental es homogénea, pobre en especies, y con distribución restringida a la franja intermareal del escaso sustrato rocoso.

La oferta de sustrato rocoso en muchas de las estaciones hasta profundidades entre 15 y 25 metros permite la formación de una extensa cobertura de macroalgas en el costado occidental. Las colectas de arribazones de algas de Rhodophytas, nunca encontradas a profundidades de 1-4 m evidencian la importancia de los hábitats profundos para las comunidades algales de las que sólo se tiene evidencia por la acción de las corrientes que las disponen en forma de arribazón.

El litoral somero en su mayor parte, así como el sustrato rocoso sedimentario y no consolidado en el costado nororiental, limita la presencia de algas en los niveles superiores de la zona de rompiente, lo que hace que la distribución se presente en forma horizontal y que la comunidad sea homogénea y pobre de especies. En este costado, el comportamiento fluctuante y los bajos niveles de la salinidad favorecen a las algas típicas de ambientes con bajas salinidades.

El ambiente marino de Napú, el tipo de sustrato (fragmentos calcáreos, parches coralinos y estructuras complejas formadas por el caracol sésil *Petalocochus nigricans*) favorecen la fijación de algas coralinas *H. opuntia*, *Lithotamnion* sp, *Amphyroa* sp y la presencia de invertebrados. Todas estas características hacen de Napú un sector diferente a las demás estaciones del mismo costado.

En la costa oriental, Necoclí presenta marcadas diferencias en la salinidad con las estaciones Tié y Punta de Piedra. Además, la disponibilidad de un sustrato rocoso en la línea de costa hace que ésta sea inclinada y que se presente un gradiente de profundidad, ofreciendo mayor superficie para la distribución de macroalgas. La alta transparencia del agua, la elevada salinidad y la buena oferta de sustrato favorecen la colonización de las macroalgas de los géneros *Gracilaria* y *Bryopsis* colectadas únicamente en Necoclí.

A pesar de que en ambos costados se encontraron valores altos de cobertura de algas, el número de especies en el occidental fue significativamente mayor. Mientras la biomasa de algas en el costado occidental fue baja, el reducido número de especies en el oriental presenta extensiones homogéneas dominada por *G. filicina* y *C. vagabunda* con valores elevados de biomasa y alta cobertura.

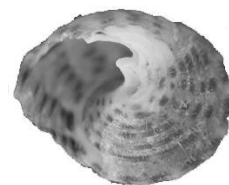
Durante el período de estudio se observaron algunos arribazones de macroalgas que aportaron algunas especies típicas de planos arenosos, ambientes coralinos, las cuales no fueron observadas en los perfiles estudiados dentro del rango de tres metros de profundidad en las diferentes estaciones inspeccionadas. Se podría pensar que dichas especies provienen de ambientes más profundos o de lugares cercanos, exceptuando algunas especies de *Sargassum* que, debido a las vesículas flotadoras, se observan con frecuencia a la deriva en el Golfo. Se presentó un gran número de especies de Rhodophytas las cuales podrían provenir de ambientes más profundos.

G. filicina presenta gran cobertura en el costado oriental del Golfo y por su importancia económica y niveles de conocimiento respecto a su ciclo y cultivo, representa un objeto de mayor estudio. Además esta alga roja corresponde a la especie dominante de la costa oriental, la cual alberga una gran fauna invertebrada como moluscos, poliquetos y varias especies de anfípodos.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Reinhard Schnetter del Instituto de Botánica de la Universidad de Giessen Alemania, por la revisión de la colección de algas de Urabá del primer autor.

A todos los miembros del Grupo de Investigación en Gestión y Modelación Ambiental, GAIA, y de laboratorio de Físico- química del Centro de Investigaciones Ambientales de la Universidad de Antioquia en Medellín por el apoyo, acompañamiento y el préstamo de equipos de campo y de laboratorio.



BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, R., G. de J., 1968. Las algas marinas colombianas y su distribución Geográfica, Revista Acad. Colomb. Cien. Exact. Fis. Nat 13: pp. 237- 257
- APHA, AWWA, WPCF, 1996. Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales. Ed. Díaz de Santos, S.A. Protocolo 2540 B. Sólidos totales secados a 103-1.5°C.
- Bula-Meyer, G., 1977. Algas marinas bénticas indicadoras de un área afectada por aguas de surgencia frente a la costa Caribe de Colombia. An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín, 9: pp. 45- 71.
- _____, 1982a. Una clave para las especies del género *Halimeda* (Udoteaceae, Chlorophyta) del Atlántico Occidental. An. Inst. Inv. Mar. Punta Betín, 12: pp. 41- 49.
- _____, 1983. Una clave para las especies del género *Caulerpa* (Caulerpaeae, Caulerpales, Chlorophyceae) de las costas del Atlántico Occidental. En: Informe Mus.Mar., N°. 28. 27 P.
- _____, 1987. Taxonomic and Ecology studies of a subtidal sand plain macroalgal community in the Colombian Caribbean. Tesis de Ph. D., Coll. Mar. Atud., Univ, Delaware, Newark, USA.
- Bula-Meyer, G. y Schnetter, R., 1988. Las macroalgas recolectadas durante la Expedición Urabá II, Costa Caribe del noroeste Chocoano, Colombia. Bol. Ecotrópica, 18, pp. 12 - 32.
- CARICOMP, 2001. Manual of methods for Mapping and Monitoring of Physical and Biological Parameters in the Coastal Zone of the Caribbean. Level 1 and 2. Draff of the Workshop. Held at Discovery Bay Jamaica, Dec, 2001. U.S.A. 91P.
- Chevillot, P. A. y Molina, 1993. Estudio geológico e hidrográfico del Golfo de Urabá. En: Boletín Científico C.L.O.H. No. 14: pp. 79- 89.
- Díaz-Pulido, G y Díaz-Ruíz, M., 2003. Diversity of benthic marine algae of the Colombian Atlantic. Biota colombiana 4(2), pp. 203- 246.
- Schnetter, R., 1971. Clave preliminar par alas rodofíceas de la costa Atlántica de Colombia. Universidad Nacional de Colombia Departamento de Biología. Bogotá.
- _____, 1976. Marine Algen der Karibischen Kusten Von Kolumbie.I Phaeophyceae. Biblioteca Phycologica, 24: pp. 1- 125
- _____, 1978. Marine Algen der Karibischen Kusten Von Kolumbie II. Chlorophyceae. Biblioteca Phycologica, 42: pp. 1- 199.
- _____, 1981. Aspectos de la distribución regional de las algas marinas en la costa Atlántica de Colombia. Rev. Acad. Colomb. Ciencia. 13(50), pp. 237- 257.
- Schnetter, R. y G. Bula - Meyer, 1977. Rodofíceas nuevas para la costa Atlántica de Colombia. I. Inst. Inv. Mar. Punta Betín., 9: pp. 81- 90.
- _____, 1978. Rodofíceas nuevas para la costa Atlántica de Colombia. II. Inst. Inv. Mar. Punta Betín., 10: pp. 95- 90.
- _____, 1979. Rodofíceas nuevas para la costa Atlántica de Colombia. III. Inst. Inv. Mar. Punta Betín., 11: pp. 71- 85.
- SIMAC, 2002. Manual de métodos. Sistema nacional de monitoreo de arrecifes coralinos en Colombia. Santa Marta.
- Vooren, C. M., 1978. Las algas sublitorales del Golfo de Urabá. En: Werding & G. Manjarres. 1978. Informe sobre las estructuras litorales y la flora y fauna marina del Golfo de Urabá En: Invemar Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín, pp.1- 89.
- Werdin, B. y Manjarres, G., 1978. Informe sobre las estructuras litorales y la flora y fauna marina del Golfo de Urabá En: Invemar Instituto de Investigaciones Marinas de Punta Betín, pp. 1- 89.
- Wynne, M.J., 1988. An checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: first revision. Nova Hegwigia, 116: pp. 1- 55.

