Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente, 29 (1&2): 103-131 (1990), 3 figs., 13 tabls.

COMPOSICION QUIMICA DE MACROALGAS REPRESENTATIVAS DE LA REGION NOR-ORIENTAL DE VENEZUELA

XIOMARA, J. GUTIERREZ, JAIME BONILLA & BENITO GAMBOA

Instituto Oceanografico de Venezuela, Universidad de Oriente Cumana, Venezuela.

RESUMEN: Se determinó el valor nutricional en 30 especies de las macroalgas representativas del Oriente Venezolano, de las Bahías de Pozuelos y Mochima y en las Lagunas Restinga y Marites; en base al contenido y distribución de los componentes orgánicos e inorgánicos. El promedio más alto de proteínas y nitrógeno orgánico se encontró en Bahía de Pozuelos que corresponde a la división Rhodophyta (25,76 y 4,12 %), siguiendo la Chlorophyta (18,03 y 2,89 %) y la Phaeophyta (17,56 y 2,74 %). Las macroalgas presentan elevados contenidos de carbohidratos (52,32 %) en *Caulerpa racemosa* de Bahía de Mochima y bajos en *Halimea tuna* (4,36 %) de Bahía de Pozuelos. Los carbohidratos de acuerdo a la comparación a posteriore de Ducan se encuentran en forma decreciente en las divisiones Chlorophyta (37,99 %), Rhodophyta (33,61 %) y Phaeophyta (26,38 %), con un comportamiento inverso de los carbohidratos con los compuesto orgánicos e inorgánicos. El contenido de grasas en las macroalgas se comporta en forma inversa a los de proteínas, incrementándose en las divisiones Rhodophyta (4,82 %), Chlorophyta (7,19 %) y Phaeophyta (8,67 %). Altos valores de grasas en las Lagunas Las Marites (8,39 %) y Restinga (8,08 %), y bajos en las Bahías de Pozuelos (6,29 %) y Mochima (6,27 %). El alga *Halimeda tuna* de la Bahía de Pozuelos presenta el mayor valor de Cenizas (92,64 %) y la Caulerpa *sertularioides* de Laguna La Restinga el más bajo (6,27 %) y la división Chlorophyta el mayor contenido promedio (18,90 %). En general, el fósforo es bajo en las macroalgas. El análisis de varianza es no significativo, para las proteínas, nitrógeno, grasas, fósforo y razón N/P entre las diferentes divisiones y localidades, y los carbohidratos son significativos en las divisiones. El contenido hídrico es alto en la Rhodophyta (94,21 %), Phaeophyta (89,41 %) y Chlorophyta (87,95 %). Los metales trazas; señalan discrepancias en su concentración entre las diferentes especies, divisiones, y localidades. El Cu decrece de la división Phaeophyta (10,52 µg/g) y Rhodophyta (9,64 µg/g) a la Chlorophyta (4,48 µg/g). Las especies de mayor contenido de Cu se ubican en Bahía de Pozuelos (10,90 µg/g), valores bajos y comparables en las Lagunas Restinga (5,47 µg/g) y Marites (4,14 µg/g) y mínima en Bahía de Mochima (3,11 µg/g). El Mn es alto en la división Pheophyta (44,39 µg/g), moderado en la Chlorophyta (19,86 µg/g) y bajo en la Rhodophyta (9,60 µg/g). El Fe en las divisiones tiene un comportamiento diferente al Cu y Mn; Rhodophyta (1361 µg/g), Phacophyta (680 µg/g) y Chlorophyta (467 µg/g). El Zn se presenta similar al Fe en las divisiones, Rhodophyta (205 µg/g), Phaeophyta (155 µg/g) y Chlorophyta (118 µg/g). El análisis de varianza es no significativo en las divisiones y localidades para el Cu, Mn, Zn, y el Fe en las localidades y muy significativo el Fe en las divisiones.

ABSTRACT: The nutritional value on 30 species of macroalgae representative of eastern Venezuela, from the Pozuelos and Mochima Bays and in the Restinga and Marites Lagoons was determined based on the content and distribution of organic and inorganic components. The highest average of proteins and organic nitrogen was found in the Pozuelos Bay which corresponds to Rhodophyta (25.76 and 4.12 %), followed by Chlorophyta (18.03 and 2.89 %) and Phaeophyta (17.56 and 2.74 %). Macroalgae present high contents of carbohydrates (52.32 %) in *Caulerpa racemosa* in Mochima Bay and low contents of carbohydrates in *Halimea tuna* (4.36 %), in the Pozuelos bay. According to *a posteriori* comparison made by Ducan, carbohydrates are found decreasingly in the Chlorophyta (37.99%), Rhodophyta (33,61 %) and Phaeophyta (26.38 %) with an inverse behavior of carbohydrates with organic and inorganic compounds. The fat contents in macroalgae behaves inversely to proteins but increases in the Rhodophyta (4.82 %), the Chlorophyta (7.19 %) and Phaeophyta (8.67 %) divisions. High values of fat in the Marites (8.39 %) and the Restinga (8.08 %) Lagoons and low values in the Pozuelos (6.29 %) and Mochima (6.27 %) Bays. *Halimeda tuna* from Pozuelos Bay presentes the highest value in ashes (92.64 %) while *Caulerpa sertularioides* from the Restinga Lagoon presents the lowest (6.27 %); the highest average corresponds to the Clorophyta (18.90 %) . In general, macroalgae present low contents of phosphorous and the variance analysis is not significant among the several divisions and location as for as proteins, nitrogen, fat, phosphorus and ration N/P is concerned; carbohydrates, on the other hand, are significant in the division. The hydric contents is high in Rhodophyta (94.21 %), Phaephyta (89.42 %) and Chlorophyta (87.95 %). The heavy metals show discrepancies in their concentrations among the different species, divisions and locations. The Cu decreases from the Phaeophyta (10.52 µg/g) and Rhodophyta (9.64 µg/g) to the chlorophyta (4.48 µg/g). The species with highest contents of Cu are located in Pozuelos Bay (10.90 µg/g), low and comparable values are found in the Restinga and Marites Bays, (5.47 µg/g and 4.14 µg/g), respectively, the minimum values are found in Mochima Bay (3.11 µg/g). Mn is high in Phaeophyta (44.39 %), moderate in chlorophyta (19.86 g/g) and low in Rhodophyta (9.60 g/g). Fe, behaves differently from Cu and Mn in the Rhodophyta (1361 µg/g), Phaeophyta (680 µg/g) and Chlorophyta (467 g/g). Zn appears similar to Fe in Rhodophyta (205 µg/g), Phaeophyta (155 g/g) and Chlorophyta

(467 mg/g). Zn appears similar to Fe in Rhodophyta (205 mg/g), Phaeophyta (155 mg/g) and Chlorophyta (118 mg/g) divisions. T e variance analysis is not significant for Cu, Mn, Zn, in the divisions and locations, non significant also for Fe in locations and higly significant for Fe in the divisions.

INTRODUCCION

El acelerado incremento demográfico en el mundo y el desarrollo científico y tecnológico, hacen necesario buscar otras fuentes básicas que suplan la obtención de alimento para humanos y animales. Sin duda alguna, la explotación racional de las macroalgas marinas dentro de los recursos naturales disponibles forman una de las bases de las nuevas fuentes de energía aprovechable que son urgentemente necesitadas para enfrentar el progresivo aumento demográfico mundial, debido a su abundancia y riqueza desde el punto de vista nutricional.

Desde tiempos remotos se conoce que las algas marinas han sido usadas por el hombre para su beneficio socio-económico. Hoy en día, en numerosos países del mundo, los animales pastorean sobre praderas de algas o son regularmente alimentados con algas marinas fresca o con alimento preparado a base de ellas.

En áreas costeras de Francia y otras naciones europeas se utilizan algas como abono o fertilizantes para las plantas, principalmente algas pardas, en las costas de Brasil utilizan diferentes tipos de algas, como *Hypnea, Ulva* y *Enteromorpha.* En cuanto al aprovechamiento directo por parte del hombre se conoce que en Japón, China y en una pequeña extensión de Europa especies como *Ulva lactuca, Laminaria saccharina, Sargassum serratifolium, S. fusiforme, Gracilaria verrucosa,* etc., son utilizadas en la dieta diaria (CHAPMAN, 1970).

Industrialmente las algas rojas y pardas tienen gran demanda en muchos países del mundo debido a sus múltiples aplicaciones en la industria de alimentos (para la elaboración de salsas, helados, pudines, jugos, enlatados, productos lácteos, etc), textil y farmacéutico.

En vista de que las macroalgas marinas juegan un papel importante en la economía de muchas naciones, se han realizado estudios tendientes a conocer algunos aspectos químicos, biológicos e industriales de las algas. De las investigaciones realizadas se citan los trabajos de: HANG y JAMES (1956), ESTABLIER (1964), VALLADARES y YARES (1974), JOSHI y GOWDE (1975), DODSON y ARONSON (1978), DAVE y PAREKN (1978), LAPOINTE y TENORE (1981), quienes realizaron estudios de la composición química en diferentes tipos de algas, PAREKH *et al.* (1977) investigaron la composición química de las algas verdes de la costa de Saurashtra India; DAVES y GODDARD (1978) determinaron la composición química de siete especies de *Caulerpa,* ROSEMBERG y RAMUS (1982) estudiaron el crecimiento, contenido de nitrógeno soluble y carbohidratos de reserva en las Algas *Gracilaria foliifera y Ulva sp.* BLACK y MITCHELL (1952), BRYAN (1969), FUGES y JAMES (1974), SAENKO *et al* (1976), SIVALINGAM (1978) HALL (1981), RICE y LAPOINTE (1981), efectuaron experimentos para determinar el contenido de elementos trazas en algas verdes pardas y rojas de diferentes regiones; AGADI *et al* (1978) hicieron estudios sobre la concentración de metales en algunas algas costeras de la India; MUNDA (1978) investigó las concentraciones de metales trazas en algunas algas marinas de Islandia.

Los estudios sobre el aspecto químico e importancia económica de las algas marinas en Venezuela son escasos, siendo la mayoría de carácter taxonómico y ecológico, citándose entre otras, las investigaciones realizadas por HAMMER y GESSNER (1967); LEMUS (1970); GANESAN (1990).

Las investigaciones sobre la composición química señalan las de FONTAINE y BONILLA (1978); GAMBOA (1979), VELÁSQUEZ (1981); VELÁZQUEZ *et al* (1988) y SALDIVIA *et al* (1990). En cuanto al aspecto económico se reportan los trabajos realizados por DÍAZ (1972) y DE FRANCESCHI (1973) quienes demostraron la efectividad de algas pertenecientes a las Ulvacéas como alimento en el aumento de peso y crecimiento de aves; CARABALLO y MILLAN (1974) compararon las harinas de *Ulva fasciata*, follaje de yuca *Manihot sculenta* y alfalfa *Medicago sativa, como alimento para el crecimiento de pollos, determinando como más efectiva la harina de Ulva.*

La escasa información disponible en Venezuela sobre la composición química de las macroalgas marinas y el hecho de que este recurso aparece como una de las fuentes futuras de energía alimenticia de fácil aprovechamiento motivó la presente investigación, con el propósito de determinar la riqueza química en base a las concentraciones de proteínas, carbohidratos, grasas, cenizas, nitrógeno total, fósforo total, razón N/P, humedad y su contenido de elementos trazas (hierro, cobre, manganeso y zinc). Igualmente se analizará la posible influencia que las condiciones hidrográficas e hidroquímicas del medio ambiente, pueden tener en la composición química de las macroalgas.

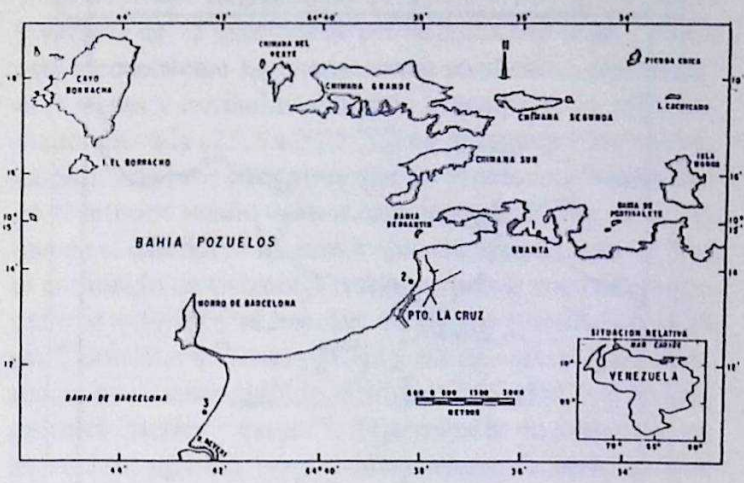


Fig. 1a. Situación geográfica del área de estudio y estaciones de muestreo.

AREAS DE ESTUDIO

En esta investigación se seleccionaron cuatro localidades de muestreo (Figs. 1 y 2).

BAHIA DE POZUELOS:

La Bahía de Pozuelos (Fig. 1A), es un área costera del Mar Caribe que bordea la parte norte del Estado Anzoátegui, en la Región oriental de Venezuela, está comprendida desde la desembocadura del Río Neverí entre los 64° 33' y 64° 46' de Long W. y los 10° 10' y 10° 20' de Lat. N, hasta la Bahía de Pertigalete. Tiene aproximadamente una profundidad máxima de 50 metros; los sedimentos están básicamente constituidos por arcilla-limosa de un color gris-marrón-negro, aunque se puede encontrar arena fina y gruesa en algunas zonas. Según OKUDA (1981), las condiciones hidrográficas dependen, en gran escala, de la variación de la magnitud de la surgencia, ya que en la época de mayor intensidad, las temperaturas son poco elevadas (23,5-23,3 °C), la salinidad es mayor de 36,8 ‰ y las concentraciones de oxígeno son relativamente bajas (menor de 4,0 ml/l). Cuando la surgencia es más débil se presentan elevadas temperaturas, salinidades bajas y altas concentraciones de oxígeno. En general en ambas épocas los valores de micronutrientes son bajos.

BAHIA DE MOCHIMA:

La Bahía de Mochima (Fig. 1B), se encuentra situada en la costa occidental del Estado Sucre, entre los 64° 19' 30" y 64° 22' 30" de Long. W y los 10° 20' y 10° 24' de Lat. N; tiene una longitud de 7,6 Km en dirección norte sur, extendiéndose en una área de unos 10,5 x 10^6 m^2, su volumen de agua es de 196 x 10^6 m^3. La profundidad máxima en la parte sur es de 25 metros, aumentando progresivamente hacia el norte, alcanzado en la boca una profundidad mayor de 60 metros, OKUDA *et al.* (1968). Presenta fondos rocosos con acantilados, arenosos y arenos-fangosos tapizados de *Thalassia* y arrecifes de corales. Estando bordeada en su mayor parte por formaciones de mangle rojo, *Rhizophorae mangle*, posee comunicación directa con el Mar Caribe (Fosa de Cariaco), lo cual hace que este biótopo tenga ciertas características típicas. Según OKUDA *et al* (1968) las temperaturas bajas se registran de enero a abril (20-25 °C) y las más elevadas de septiembre a noviembre (28,4-29,6 °C); la salinidad oscila entre 33,33-37,14 ‰, los valores de oxígeno disuelto son superiores a

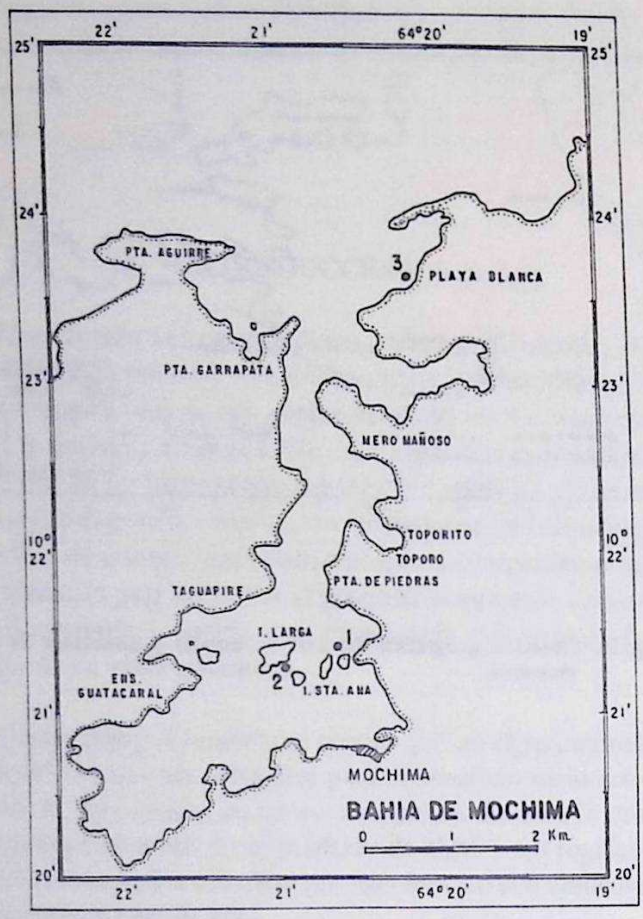
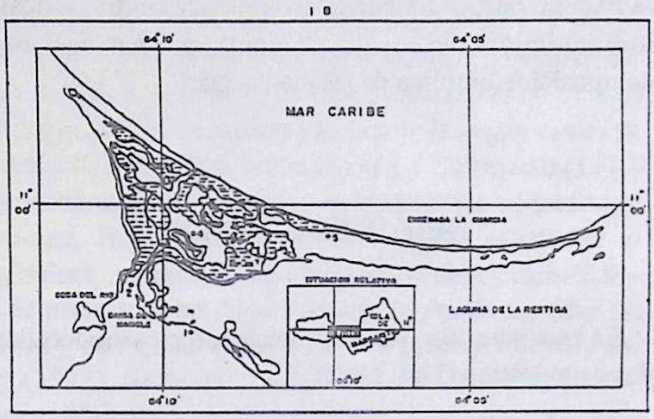


Fig. 1b. Situación geográfica del área de estudio y estaciones de muestreo.

Es un cuerpo de agua triangular compuesta por lagunas, sublagunas y canales, con un área de 26 Km^2 y una profundidad máxima de 6 metros en el canal de la entrada. Se comunica con el Mar Caribe, por el sur, a la altura de Boca de Río; por el norte, está separada del Mar, mediante una



3 ml/l/ FONTAINE y BONILLA (1978) reportan de marzo a mayo temperaturas de 25,1 °C salinidad 37,07 ‰ y oxígeno 4,49 ml/l.

Según OKUDA *et al* (1968), las concentraciones de nitrógeno inorgánico y fosfato fueron 4,23 µg-at/l y 0,23 µg-at/l respectivamente. FONTAINE y BONILLA (1978) señalan valores de nitrógeno inorgánico (2,65 y 4,87 µg-at/l) y fosfato (0,11 µg- at/l y 0,23 µg-at/l) respectivamente; muy parecidos a los reportados por OKUDA *et al* (1968), lo que demuestra la poca alteración de las condiciones hidrográficas e hidroquímicas de este bioecosistema.

LAGUNA LA RESTINGA:

La Laguna La Restinga (Fig. 2A), está situada en el noroeste de la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, a 64° 2' y 64° 13' de Long. W y 11° 3' y 10° 57' de Lat. N.

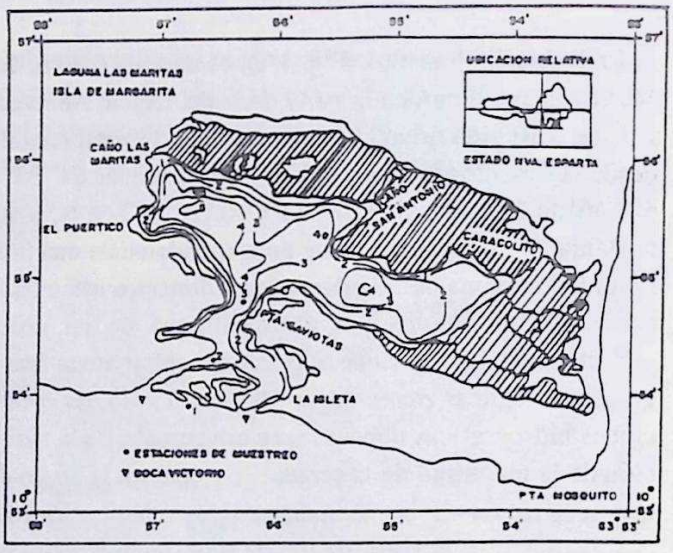


Fig. 2. Comparación a posteriori del contenido de carbohidratos (A) y la razón N/P (B) en las divisiones Rhodophyta, Phaeophyta y Chlorophyta.

barra de arena o restinga cuya longitud es de 23,5 Km y anchura entre 100-300 m, ZARZOSA (1974). El suministro de agua dulce es muy escaso, en el perímetro costero presenta amplia formación y distribución de manglares (mangle rojo, *Rhizophorae mangle, mangle* negro, *Avicenia nítida*, maogle blanco, *Laguncularia racemosa* y mangle botoncillo, *Conocarpus erectus*); los sedimentos del fondo están predominados por el tipo arena, arena-limo y fango cuyo origen es terrígeno y organógeno. El bioecosistema es un típico estuario con aguas eurihalinas y termohalinas, cuyos parámetros hidroquímicos señalan marcada diferencia desde la boca hacia el interior. La temperatura es mayor en la zona oeste (29,3 a 31,4 °C) y se reduce lentamente del este (29,2 a 30,5 °C) a la parte sur-central (27,4 a 29,9 °C); la salinidad aumenta de la región sur-central (36,69 a 41,62 ‰) al oeste (40,30 a 48,58 ‰) y de oeste a este (43,34 a 56,26 ‰); el oxígeno disuelto se incrementa del este (2,24 a 3,70 ml/l), oeste (2,15 a 4,47 ml/l) al sur-central (2,80 a 4,46 ml/l), según BONILLA (1974). Los niveles de fosfato para las diferentes zonas de la laguna permanecieron normalmente bajo 0,25 g-at/l; las concentraciones de nitrato en general son bajos, oscilando entre 0,21 y 0,46 µg- at/l; el nitrito presenta en varias zonas de la laguna promedios inferiores a 0,10 µg-at/l y el amonio presenta valores mayores e irregulares, encontrándose en la parte oriental de la laguna, las concentraciones más elevadas (3,95 µg-at/l), PINEDA (1978).

LAGUNA LAS MARITAS:

La Laguna Las Maritas (Fig. 2B), se encuentra localizada al sur de la Isla de Margarita, estado Nueva Esparta, entre los 63° 53'5" y 63° 57'20" de Long. W y los 10° 53' 50" y 10° 55' 00" de Lat. N, se comunica con el Mar Caribe por dos bocas (Boca Victorio y El Yaque), posee una longitud de 6 Km en dirección este-oeste y una anchura máxima norte-sur de 3,6 Km. El área cubierta por las aguas es de 9,4 Km2, con un volumen de 27,7 x 10^6 m^3 la máxima profundidad se encuentra cerca de las bocas (9 m),mientras que en el interior la profundidad máxima varía entre 4 y 5 metros, BONILLA y OKUDA (1971). Los sedimentos del fondos son predominantemente limosos y cubiertos en su mayoría por Thalassia'; las riberas de sus costas están cubiertas por manglares, en cuyas raíces áereas abundan poblaciones del Ostión Crassostrea rhizophorae, (BONILLA, 1975).

Se reportan un ictiofauna para este biótopo, abundante y variada de 75 especies de peces, SALAZAR et al. (1986). este biecosistema lagunar,presenta condiciones típicas termohalinas y eurihalinas, siendo la temperatura relativamente elevada (25,5 a 31,1 °C) en la laguna y los valores en el interior son más altos que en el exterior, la salinidad en el interior señala valores superiores de 40 ‰, mientras que en el exterior se mantiene aproximadamente en 37 ‰, el contenido de oxígeno disuelto presenta poca diferencia entre el exterior y el interior, oscilando entre 3,54 y 4,26 ml/l, BONILLA y OKUDA (1971). No se aprecia gran diferencia en el contenido de nitrógeno inorgánico y fosfato entre el interior y exterior. El contenido de amoníaco es alto (12-14 µg-at/l), los máximos valores de nitrito oscilan entre 0,12 y 0,16 µg-at/l y los más bajos entre 0,0 y 0,1 µg-at/l el contenido de fosfato en la laguna señala una variación irregular, siendo el nitrógeno orgánico mayor que el de nitrógeno inorgánico, BONILLA y BENÍTEZ (1972).

MATERIALES Y METODOS

A: RECOLECCION

Las algas fueron recolectadas, mediante el buceo directo, utilizando en algunas de las zonas de estudio, un bote para llegar hasta el sitio de muestreo. Se recogieron diferentes especies pertenecientes a las divisiones Rhodophyta, Phaeophyta, y Chlorophyta que predominan en las localidades de Bahía de Pozuelos, Bahía de Mochima, Laguna La Restinga y Laguna Las Maritas.

B: PRE-TRATAMIENTO

Las especies recolectadas se almacenaron en bolsitas de polietileno y llevadas al laboratorio, donde son lavadas con abundante agua de chorro y agua destilada para eliminar en lo posible todo el material extraño adherente.

C: ANALISIS QUIMICO

Humedad: Las muestras frescas fueron sometidas a secado en un Liofilizador (UNI-TRAP modelo 10-100) a -50 °C, hasta peso constante (48 horas), obteniéndose el contenido hídrico por diferencia de peso. El material seco se

trituró en un mortero mecánico (Fisher Scientific) hasta la obtención de un polvillo fino para realizar los restantes análisis químicos.

Proteínas: Se determinaron utilizando el método clásico Sub-micro Kjeldakl. Las estimaciones de proteínas se obtienen multiplicando los valores de nitrógeno por el factor 6,25.

Carbohidratos: Para la determinación de los carbohidratos se utilizó el método del fenol-sulfúrico según ARTEM'YEV *et al*. (1971) y GERCHARKO y HATCHER (1972), específico para agua y sedimentos marinos, siguiendo las variaciones aplicadas para algas por FONTAINE y BONILLA (1978). Se empleó de 3 a 5 mg de muestra, se le agregó 1 ml de agua deionizada y se maceró mecánicamente; una vez homogeneizada se completó hasta 10 ml con agua deionizada. A 1 ml de ésta solución se le aplicó la técnica fenol-sulfúrico y las concentraciones se obtuvieron por espectrofotometría mediante un patrón de D(+) glucosa.

Grasa: Se determinaron mediante extracción con éter de petróleo durante 40 horas, en un aparato de Soxhlet.

Cenizas: Se obtuvieron por destrucción y calcinación de la materia orgánica a partir de harina de algas (±500 mg), en una mufla a 500 °C durante 24 horas. Los valores de cenizas se determinaron por diferencia de peso.

Fósforo Total: Se determinó por colorimetría según el método de MURPHY Y RILEY (1962). La digestión se realizó según BRAY y KURTZ (1945). Las absorbancias se midieron a 882 µm en un esprectrofotómetro Hitachi Perkin Elmer modelo 130; obteniéndose la concentración de la muestra mediante un standard de fosfato (1 ml = 6,0 µg-at.P).

Elementos Trazas: La determinación de hierro, cobre, manganeso y zinc se hizo siguiendo el método descrito por SAENKO *et al* (1976). Las absorbancias de la muestra fue leída en un espectrofotómetro de absorción atómica (PERKIN ELMER modelo 403) y las concentraciones de los elementos se obtuvieron mediante curvas de calibración de los diferentes patrones de los metales analizados.

Cobre: $Y = 0,0458X + 0,0061$

Manganeso: $Y = 0,07282X + 0,0150$

Hierro: $Y = 0,0301X + 0,0099$

Zinc: $Y = 0,2426X + 0,0181$

D: ANALISIS ESTADISTICO:

El tratamiento estadístico de los datos se realizó siguiendo los métodos descrito por SOKAL y ROHLT (1969). Se aplicó análisis de varianza sencilla, prueba de comparación *a posteriori* de DUNCAN y análisis de coeficiente de correlación.

RESULTADOS Y DISCUSION

1.- CONSTITUYENTES ORGÁNICOS:

El valor nutricional de las macroalgas representativas del Oriente Venezolano en base a el contenido y distribución de los componentes orgánicos se muestran en las tablas 1 a 4 de acuerdo a especies, divisiones, localidades y tratamiento estadístico.

En general, el contenido y distribución de los parámetros químicos difieren entre las diferentes especies y en una misma especie, en el producto fresco y seco (Tabla 1), en las divisiones (Tablas 2), entre las estaciones de una localidad y entre localidades diferentes (Tablas 3).

PROTEINAS Y NITROGENO:

Los valores más altos de proteínas y nitrógeno por especies, tanto en el peso seco como fresco (Tabla 1) están representadas por las algas *Padina sp, Caulerpa sertularioides, Gracilaria sp. Bryocladia thyrsigera y Caulerpa racemosa.* Las concentraciones de proteínas y nitrógeno fluctúan desde 0,79 % y 0,13 respectivamente en la Chlorophyta *Halimeda tuna* hasta 39,84 y 6,37 % en el alga parda *Padina sp*., ambas especies de la Bahía de Pozuelos (Tablas 2 y 3). Sin embargo, el valor promedio más alto en los porcentajes de proteínas (25,76 %) y nitrógeno (4,12 %), corresponde a la división Rhodophytha siguiendo las Chlorophyta (proteínas 18,03 % y nitrógeno 2,89 %) y con un valor cercano a éstas, las Phaeophyta (proteínas 17,56 % y nitrógeno 2,74 %). Este fenómeno es totalmente

TABLA 1.- Constituyentes orgánicos (Proteínas, nitrógeno, carbohidratos, grasas, fósforo total, razón N/P), inorgánicos (cenizas) y contenido hídrico de las macroalgas.

ESPECIE	PROTEÍNAS % SECO	PROTEÍNAS % FRESCO	NITRÓGENO %	CARBOHIDRATOS % SECO	CARBOHIDRATOS % FRESCO	GRASAS % SECO	GRASAS % FRESCO	CENIZAS % SECO	CENIZAS % FRESCO	FOSFORO %	N/P	HUMEDAD %
Ulva fasciata	18,47	2,48	2,95	50,01	6,71	6,77	0,91	12,84	1,73	0,088	33,50	86,59
Padina sp.	39,84	3,98	6,37	16,94	1,69	12,81	1,28	14,67	1,46	0,225	28,33	90,02
Gracilaria sp	32,43	2,70	5,19	40,76	3,40	3,00	0,25	6,34	0,53	0,127	40,79	91,67
Agardhiella sp.	27,97	1,97	4,48	22,67	1,59	5,25	0,37	13,50	0,95	0,187	23,90	92,98
Bryocladia thysigera	30,04	2,15	4,81	26,84	1,92	2,00	0,14	26,69	1,91	0,218	22,04	92,83
Acanthophora spicifera	22,25	0,77	3,56	40,50	1,40	7,11	0,25	14,15	0,49	0,040	88,33	96,54
+ *Sargassum polycaratium*	14,23	1,28	2,28	27,82	2,55	8,44	0,76	21,63	1,94	0,078	29,04	91,02
Halimeda tuna	0,79	0,30	0,13	4,36	1,67	0,52	0,20	92,64	35,37	0,056	2,28	61,83
Ulva fasciata	18,74	2,30	3,00	42,40	5,21	8,16	1,00	14,18	1,74	0,098	30,66	87,72
Padina sp.	22,89	2,09	3,66	26,63	2,44	8,84	0,81	24,37	2,23	0,174	21,10	90,86
* *Caulerpa racemosa*	16,30	1,46	2,61	52,32	4,68	5,70	0,51	6,68	0,60	0,189	13,78	91,06
Ulva fasciata	16,26	1,56	2,60	47,10	4,52	0,60	0,06	20,62	1,98	0,143	18,17	90,41
+ *Sargassum polyceratium*	7,09	0,63	1,13	28,08	2,49	13,86	1,23	15,59	1,38	0,069	16,51	91,13
Padina sp.	17,54	2,38	2,81	24,29	3,30	13,39	1,82	13,96	1,90	0,189	14,82	86,42
Sargassum cymosum	13,08	1,41	2,09	29,16	3,15	5,96	0,64	16,68	1,80	0,101	20,81	89,20
+ *Sargassum polyceratium*	8,84	0,76	1,41	32,08	4,36	0,60	0,08	17,43	2,37	0,038	37,41	86,42
Dictyota cervicornis	16,89	1,64	2,70	26,06	2,53	3,81	0,37	7,52	1,70	0,106	25,40	90,31
Udolca flabellum	4,03	0,93	0,65	32,82	7,56	5,00	1,15	40,55	9,34	0,112	5,76	76,97
o *Caulerpa sertularioides*	18,79	1,71	3,01	37,89	3,44	2,67	0,24	12,32	1,12	0,239	12,57	90,92
Ulva fasciata	14,30	1,10	2,29	36,34	2,79	16,86	1,23	19,88	1,53	0,125	18,35	92,33
Caulerpa sertularioides	10,39	1,05	1,66	27,89	2,82	8,61	0,87	6,27	0,63	0,219	7,61	89,89
o *Caulerpa sertularioides*	32,81	2,95	5,25	32,41	2,91	11,02	0,99	7,22	0,65	0,229	22,97	91,02
o *Caulerpa sertularioides*	31,70	4,82	5,07	37,98	5,77	4,33	0,66	10,22	1,55	0,124	40,77	84,81
* *Caulerpa racemosa*	16,86	1,27	2,70	46,22	3,47	9,64	0,72	12,72	0,95	0,127	21,24	92,50
Ulva perforata	17,14	1,86	2,74	39,99	4,34	16,18	1,76	16,38	1,78	0,075	36,53	89,15
Ulva perforata	18,62	1,80	2,98	37,06	3,58	14,63	1,41	15,91	1,54	0,066	44,94	90,35
Acanthophora spicifera	16,13	0,48	2,58	37,27	1,11	6,70	0,20	19,48	0,58	0,034	75,26	97,03
* *Caulerpa racemosa*	25,80	1,27	4,13	43,18	2,12	6,24	0,31	7,83	0,39	0,223	18,56	95,09
* *Caulerpa racemosa*	29,61	1,35	4,74	41,57	1,89	4,11	0,19	7,88	0,36	0,251	18,85	95,45
Ulva perforata	16,14	1,76	2,58	36,26	3,99	1,23	0,14	17,13	1,88	0,029	88,15	89,00

* *Var. macrophysa* o *Var. longiseta* + *Var. ovatum*

TABLA 2. Contenidos orgánicos (proteínas, nitrogeno, carbohidratos, grasas, fósforo total, razón N/P), inorgánicos (cenizas) y hídrico de las macroalgas de acuerdo a la división a que pertenecen

DIVISION	ESPECIE	PROTEÍNAS % SECO	NITRÓGENO %	CARBOHIDRATOS % SECO	GRASAS % SECO	CENIZAS % SECO	FOSFORO %	N/P	HUMEDAD %
Chlorophyta	*Ulva fasciata*	18,47	2,95	50,01	6,77	12,89	0,088	33,50	86,59
	Halimeda tuna	0,79	0,13	4,36	0,52	92,64	0,056	2,28	61,83
	Ulva fasciata	18,74	3,00	42,40	8,16	14,18	0,098	30,66	87,72
	* Caulerpa racemosa	16,30	2,61	52,32	5,70	6,68	0,189	13,78	91,06
	Ulva fasciata	16,26	2,60	47,10	0,60	20,62	0,143	18,17	90,41
	Udolca flabellum	4,03	0,65	32,82	5,00	40,55	0,112	5,76	76,97
	o *Caulerpa sertularioides*	18,79	3,01	37,89	2,67	12,32	0,239	12,57	90,92
	Ulva fasciata	14,30	2,29	36,34	16,86	19,88	0,125	18,35	92,33
	o *Caulerpa sertularioides*	10,39	1,66	27,89	8,61	6,27	0,219	7,61	89,89
	o *Caulerpa sertularioides*	32,81	5,25	32,41	11,02	7,22	0,229	22,97	91,02
	o *Caulerpa sertularioides*	31,70	5,07	37,98	4,33	10,22	0,124	40,77	84,81
	* *Caulerpa racemosa*	16,86	2,70	46,22	9,64	12,72	0,127	21,24	92,50
	Ulva perforata	17,14	2,74	39,99	16,18	16,38	0,075	36,53	89,15
	Ulva perforata	18,62	2,98	37,06	14,63	15,19	0,066	44,94	90,35
	* *Caulerpa racemosa*	25,80	4,13	43,18	6,24	7,83	0,223	18,56	95,09
	* *Caulerpa racemosa*	29,61	4,74	41,57	4,11	7,88	0,251	18,85	95,45
	Ulva perforata	16,14	2,58	36,26	1,23	17,13	0,029	88,15	89,00
PROMEDIOS		18,03	2,89	37,98	7,19	18,90	0,140	25,57	87,95
Phaeophyta	*Padina sp.*	39,84	6,37	16,94	12,81	14,67	0,225	28,33	90,02
	+ *Sargassum polyceratium*	14,23	2,28	27,82	8,44	21,63	0,078	29,04	91,02
	Padina sp.	22,89	3,66	26,63	8,84	24,37	0,174	21,10	90,86
	+ *Sargassum polyceratium*	7,09	1,13	28,08	13,86	15,59	0,069	16,51	91,13
	Padina sp.	17,54	2,81	24,29	13,39	13,96	0,189	14,82	86,42
	Sargassum cymosum	13,08	2,09	29,16	5,96	16,68	0,101	20,81	89,20
	+ *Sargassum polyceratium*	8,84	1,41	32,08	0,60	17,43	0,038	37,41	86,42
	Dictyota cervicornis	16,89	2,70	26,06	3,81	7,52	0,106	25,40	90,31
Rhodophyta	*Gracilaria sp*	32,43	5,19	40,76	3,00	6,34	0,127	40,79	91,67
	Agardhiella sp.	27,97	4,48	22,67	5,25	13,50	0,187	23,90	92,98
	Bryocladia thysigera	30,04	4,81	26,84	2,00	26,69	0,218	22,04	92,83
	Acanthophora spicifera	22,25	3,56	40,50	7,11	14,15	0,040	88,33	96,54
	Acanthophora spicifera	16,13	2,58	37,27	6,70	19,48	0,034	75,26	97,03
PROMEDIOS		25,76	4,12	33,61	4,81	16,03	0,120	52,64	94,21

* *Var. macrophysa* o *Var. longiseta* + *Var. ovatum*

contrario a lo obtenido por FONTAINE y BONILLA (1978), donde los máximos valores promedios tanto de proteínas como nitrógeno se encontraron en la división Chlorophyta. Quizás esta discrepancia en las divisiones, es debido a la variabilidad de las condiciones ecológicas y geoquímicas en las divergentes medios ambientales donde se obtuvieron las macroalgas, lo cual afecta el comportamiento fisiológico de la planta, determinando variaciones de la composición química de las algas.

Los valores promedios más altos del contenido protéico y de nitrógeno (Tabla 3) son registrados en las algas de la Bahía de Pozuelos (22,77 % - 3,64 % respectivamente) y el más bajo en las Bahía de Mochima (13,71 % y 2,19 %). La especie *Padina sp.* en la estación 2 de la Bahía de Mochima mostró valores de proteínas y nitrógeno muy por debajo de los obtenidos para la misma alga en Bahía de Pozuelos y ligeramente inferiores a los valores de la estación 1 de la Bahía de Mochima, este mismo fenómeno se presentó para la especie *Sargassum polyceratium*, con valores altos (14,23 % y 2,28 % resqectivamente) en Bahía de Pozuelos y concentraciones bajas en la estación 1 de Bahía de Mochima (8,84 % y 1,41 % respectivamente), pero ligeramente superior a los valores de proteínas (7,09 % y nitrógeno, 1,13) de la estación 2.

Estas discrepancias en el contenido proteíco en una especie de la misma localidad y en localidades diferentes, se puede atribuir a las divergencias bioecológicas existentes entre las dos bahías, ya que el habitat de ésta especie en la Bahía de Pozuelos está influida por la descarga de desechos domésticos e industriales y por la circunnavegación de diferentes tipos de embarcaciones. Esto contribuye al enriquecimiento en elementos nutritivos del medio donde proliferan estas algas; estando reflejado en las concentraciones de nitrógeno (proteínas) asimilado y acumulado en los tejidos en cambio, Bahía de Mochima no presenta estas alteraciones ambientales. Las diferencias de las concentraciones de proteínas y nitrógeno entre las algas de las diferentes estaciones en una misma localidad,puede deberse a las condiciones intrínsicas de la planta.

Por otra parte, la diferencia en el contenido proteíco entre diferentes especies y en una misma especie también podría relacionarse con el estado de desarrollo del alga, FONTAINE y BONILLA, 1978; ROSEMBERG y RAMUS, 1982, aducen que las reservas de nitrógeno tisular son agotadas proporcionalmente a la tasa de crecimiento del alga, y que el nitrógeno presente en ellas, depende de la habilidad que tenga éstas para su acumulación. BLACK y DEWAR (1949), señalan que durante el crecimiento de las algas, las reservas de proteínas son utilizadas para producir protoplasma y síntesis de proteínas.

Es interesante señalar el hecho de que el alga verde *Halimeda tuna* de Bahía de Pozuelos presenta los valores mínimos de proteínas y nitrógeno, esto es lógico, por su condición de alga calcárea, estando formada en su mayor parte por componentes inorgánicos, de allí que los constituyentes orgánicos esten presentes en mínimas concentraciones.

A pesar de las discrepancias obtenidas en el contenido proteíco y nitrogenado de las algas según las Tablas 1 al 3, el análisis estadístico de varianza sencilla (Tabla 4) para el contenido de proteínas y nitrógeno entre las divisiones resultó no significativo, al igual que para las algas recolectadas en las diferentes localidades, lo que prueba que no hay una marcada diferencia entre las divisiones, ni entre las algas de las distintas áreas de estudios.

CARBOHIDRATOS:

En general, al contenido de carbohidratos oscilan entre 52,32 % en *Caulerpa racemosa* de la Bahía de Mochima a 4,36 % en la especie *Halimeda tuna* obtenida en Bahía de Pozuelos (Tablas 1 a 3), presentándo la división Chlorophyta el mayor valor promedio de carbohidratos (37,99 %) y la concentración más baja las Phaeophyta (26,38 %).

Las macroalgas en general presentaron alto contenido de carbohidratos (Tabla 1 a 3) en comparación con los demás componentes orgánicos e inorgánicos. Esto mismo fue señalado por FONTAINE y BONILLA (1978) y DÍAZ-PIFERRER (1959), quienes determinaron que los hidratos de carbono son los componentes químicos más abundantes en las macroalgas. Esto se debe a que los carbohidratos desempeñan una importante función como reserva energética de las algas resultante del proceso fotosintético, además contribuyen a la biosíntesis de casi todos los componentes orgánicos que la conforman. ROSEMBERG y RAMUS (1978), BLACK y DEWAR (1949), relacionaron la asimilación de carbohidratos con períodos de intensa actividad

TABLA 3 - Constituyentes orgánicos e inorgánicos y contenido hídrico de las macroalgas de acuerdo a las localidades

LOCALIDAD	ESPECIE	PROTEÍNAS SECO	NITRÓGENO %	CARBOHIDRATOS SECO	GRASAS SECO	CENIZAS SECO	FOSFORO %	N/P	HUMEDAD %
Bahía de Pozuelos	*Acanthophora spicifera*	22,25	3,56	40,50	7,11	14,15	0,040	88,33	96,54
	+ *Sargassum polyceratium*	14,23	2,28	27,82	8,44	21,63	0,078	29,04	91,02
EST. 1	*Halimeda tuna*	0,79	0,13	4,36	0,52	92,64	0,056	2,28	61,83
	Ulva fasciata	18,74	3,00	42,40	8,16	14,18	0,098	30,66	87,72
	Padina sp.	22,89	3,66	26,63	8,84	24,37	0,174	21,10	90,86
PROMEDIOS		17,56	2,74	26,38	8,67	16,48	0,120	24,18	89,42
	Padina sp.	39,84	6,37	16,94	12,81	14,67	0,225	28,33	90,02
EST 2.	*Gracilaria sp*	32,43	5,19	40,76	3,00	6,34	0,127	40,79	91,67
	Ulva fasciata	18,47	2,95	50,01	6,77	12,89	0,088	33,50	86,59
EST. 3.	*Agardhiella sp.*	27,97	4,48	22,67	5,25	13,50	0,187	23,90	92,98
	Bryocladia thysigera	30,04	4,81	26,84	2,00	26,69	0,218	22,04	92,83
PROMEDIOS		22,71	3,44	29,89	6,29	24,11	0,130	32,00	88,21
Bahía de Mochima									
	+ *Sargassum polyceratium*	8,84	1,41	32,08	0,60	17,43	0,038	37,41	86,42
EST. 1	*Dictyota cervicornis*	16,89	2,70	26,06	3,81	7,52	0,106	25,40	90,31
	Ulva fasciata	16,26	2,60	47,10	0,60	20,62	0,143	18,17	90,41
EST. 2	+ *Sargassum polyceratium*	7,09	1,13	28,08	13,86	15,59	0,069	16,51	91,13
	* *Caulerpa racemosa*	16,30	2,61	52,32	5,70	6,68	0,189	13,78	91,06
	Padina sp.	17,54	2,81	24,29	13,39	13,96	0,189	14,82	86,42
EST. 3	*Sargassum cymosum*	13,08	2,09	29,16	5,96	16,68	0,101	20,81	89,20
PROMEDIOS		13,71	2,19	34,16	6,27	14,07	0,120	20,99	89,28

TABLA 3 - CONTINUACION .....

LOCALIDAD	ESPECIE	PROTEÍNAS SECO	NITRÓGENO %	CARBOHIDRATOS SECO	GRASAS SECO	CENIZAS	FOSFORO	N/P	HUMEDAD
Laguna La Restinga									
EST. 1	o *Caulerpa sertularioides*	10,39	1,66	27,89	8,61	6,27	0,219	7,61	89,89
EST. 2	*Ulva fusciata*	14,30	2,29	36,34	16,86	19,88	0,125	18,35	92,33
EST. 3	o *Caulerpa sertularioides*	32,81	5,25	32,41	11,02	7,22	0,229	22,97	91,02
	Udolca flabellum	4,03	0,65	32,82	5,00	40,55	0,112	5,76	76,97
EST. 4	o *Caulerpa sertularioides*	18,79	3,01	37,89	2,67	12,32	0,239	12,57	90,92
	o *Caulerpa sertularioides*	31,70	5,07	37,98	4,33	10,22	0,124	40,77	84,81
PROMEDIOS		18,67	2,99	34,22	8,08	16,08	0,180	18,01	87,66
Laguna Las Maritas									
EST. 1	*Ulva perforata*	18,62	0,98	37,06	14,63	15,91	0,066	44,94	90,35
EST. 2	*Ulva perforata*	17,14	2,74	39,99	16,18	16,38	0,075	36,53	89,15
EST. 3	* *Caulerpa recemosa*	25,80	4,13	43,18	6,24	7,83	0,223	18,56	95,09
	Acanthophora spicifera	16,13	2,58	37,27	6,70	19,48	0,034	75,26	97,03
EST. 4	* *Caulerpa recemosa*	29,61	4,74	41,57	4,11	7,88	0,251	18,85	95,45
	Ulva perforata	16,14	2,58	36,26	1,23	17,13	0,029	88,15	89,00
EST. 5	* *Caulerpa recemosa*	16,86	2,70	46,22	9,64	12,72	0,127	21,24	92,50
PROMEDIOS		20,04	3,21	40,22	8,39	13,90	0,180	43,36	92,65

* *Var. macrophysa*
o *Var. longiseta*
\+ *Var. ovatum*

TABLA 4.- Analisis de varianza sencillo para las divisiones y localidades de acuerdo al contenido de proteínas, nitrógeno, carbohidratos, grasas, cenizas, fósforo total, razón N/P, humedad en las macroalgas.

% PESO SECO	DIVISIONES	LOCALIDADES
Proteínas	Fs = 1,7538 N.S.	Fs = 1,4213 N.S.
Nitrógeno	Fs = 1,6825 N.S.	Fs = 0,0314 N.S.
Carbohidratos	Fs = 4,3542 *	Fs = 1,4876 N.S.
Grasas	Fs = 0,9180 N.S.	Fs = 0,4030 N.S.
Cenizas	Fs = 0,0935 N.S.	Fs = 0,8040 N.S.
Fósforo	Fs = 0,2549 N.S.	Fs = 0,7288 N.S.
Razón N/P	Fs = 3,7667 *	Fs = 2,2424 N.S.
Humedad	Fs = 1,9348 N.S.	Fs = 0,8383 N.S.

Fs = Valor experimental de la relación de las varianzas
N.S. = No significativo
* = Significativo

fotosintética, rápido crecimiento de las algas y un decrecimiento en los niveles de proteínas.

A nivel de especies (Tabla 1) se encontró un comportamiento inverso, ya que las algas con altas concentraciones de carbohidratos presentan bajos valores de proteínas. Similar fenómeno reportó ZAVODNIK (1973) en *Fucus virsoides*; igualmente ROSEMBERG y RAMUS (1978) y FONTAINE y BONILLA (1978), quienes encontraron relación inversa entre los hidratos de carbono y los compuestos orgánicos y el nitrógeno soluble.

A nivel de división (Tabla 2) el contenido de carbohidratos presenta el mismo fenómeno obtenido a nivel de especies, es decir, que altos valores de carbohidratos señalan bajas concentraciones de proteínas; encontrándose estos carbohidratos en forma decreciente en las divisiones Chlorophyta, Rhodophyta y Phaeophyta. FONTAINE y BONILLA (1978) obtuvieron altos valores de carbohidratos en las algas rojas (49,18 %), siguiendo en orden decreciente las algas verdes (39,29 %) y las pardas (28,40 %).

La Tabla 3 señala que el valor promedio alto del contenido de carbohidratos se registró en las algas de la Laguna Las Maritas (40,22 %) y el mínimo en las de la Bahía de Pozuelos (29,89 %), presentando las macroalgas de la Laguna La Restinga (34,22 %) y Bahía de Mochima (34,16 %), promedios muy similares, apreciamos que las algas pertenecientes a los géneros *Caulerpa y Ulva* presentan los valores más altos del contenido de carbohidratos. Los valores promedios similares en las algas de la Bahía de Mochima y Laguna La Restinga, se deben a que las concentraciones de este parámetro son muy parecidas entre las diferentes especies de esas dos localidades, por otra parte, debido a que las condiciones ambientales (aporte de nutrientes) son favorables para el florecimiento de las macroalgas en esas dos áreas. Estos valores de carbohidratos también están reflejando que las macroalgas quizás tengan un estado de desarrollo semejante.

Es interesante señalar en Bahía de Pozuelos, una gran discrepancia en el contenido de carbohidratos entre las especies y estaciones no así, en las otras áreas de estudio (Tabla 3), esto quizás, como se aduce antes se debe a las alteraciones ambientales imperantes en ese biotópo, por otra parte, puede influir el estado fisiológico de cada alga en particular.

El análisis de varianza sencilla para el contenido de carbohidratos resultó ser no significativo entre las algas de las diferentes localidades de estudio, indicando que no presentan diferencias significativas, en cambio para las divisiones refleja que existe diferencias significativas entre las Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta (Tabla 4). La prueba a posteriori de Duncan (Tabla 5 Fig. 2A), señala que la Chlorophyta presentan mayor contenido de hidratos de carbono, las Phaeophyta los valores más bajos y las Rhodophyta en posición intermedia. FONTAINE y BONILLA (1978) reportan los mayores valores de carbohidratos para la división Rhodophyta (49,43 %); quizás los valores relativamente bajos de las algas rojas (33,61 %) en comparación con las algas verdes (37,99 %), obtenidos en este trabajo se deba al escaso número de especies encontradas en la división Rhodophyta, por otra parte, puede estar influyendo en el desarrollo biológico y edad del alga, la cual a medida que madura puede acumular mayor cantidad de hidratos de carbonos, FONTAINE y BONILLA (1978).

La alta concentración de carbohidratos obtenida en la división Chlorophyta (Tablas 2 y 5) se debe

TABLA 5.- Comparación a posteriori del contenido de carbohidratos (A) y la razón N/P (B) en las divisiones Rhodophyta, Phaeophyta y Clorophyta.

A

FUENTE	N	RECORRIDO	$\bar{X}$	$S\bar{x}$	D
Phaeophyta	8	24,81 - 27,95	26,38	1,57	
Rhodophyta	5	29,89 - 37,33	33,61	3,72	
Chlorophyta	17	35,37 - 40,61	37,99	2,62	

B

FUENTE	N	RECORRIDO	$\bar{X}$	$S\bar{x}$	D
Phaeophyta	8	21,56 - 26,80	24,18	2,62	
Chlorophyta	17	20,67 - 30,47	25,57	4,90	
Rhodophyta	5	37,77 - 67,51	52,64	14,87	

N= Número de datos
$\bar{X}$= Media
Sx= Error típico de la media.
D = Prueba de Duncan.
Nivel de significación = 0,05

a los valores aportados por las especies *Caulerpa racemosa* (46,22 - 52,32 %) y *Ulva fasciata* (47,19 % - 50,01 %). FONTAINE y BONILLA (1978), también reportan a la especie *Caulerpa racemosa* con los valores más altos en carbohidratos; JOLY (1967) aduce que la familia Caulerpaceae a la cual pertenece la especie *Caulerpa racemosa* se caracteriza por poseer numerosas trabéculas de celulosa atravesando la cavidad central y en todas direcciones; ésta es una de las razones que explica el alto contenido de carbohidratos en esta especie.

GRASAS:

En general, las macroalgas (Tablas 1 a 3) presentaron bajos porcentajes de grasas, observándose el valor máximo (16,86 %) en *Ulva fasciata* de Laguna La Restinga y el mínimo (0,52 %) en *Halimeda tuna* en Bahía de Pozuelos.

El valor promedio de las grasas (Tabla 2) en las algas es superior en la división Phaeophyta (8,67 %) y con una concentración ligeramente inferior en las Chlorophyta (7,19 %), siendo sus valores muy bajos en las Rhodophyta (4,81 %). FONTAINE y BONILLA (1978) señalan a las Phaeophyta como la división de mayor valor promedio en grasas (4,82 %), siendo este valor comparable con el promedio más bajo obtenido en este trabajo; por las condiciones ambientales más apropiadas para el metabolismo celular de las grasas que los valores registrados por FONTAINE y BONILLA (1978), o posiblemente las macroalgas reportadas por éstos autores estaban sometidos a una alta actividad energética que conllevaron al desgaste de su energía de reserva.

Según la Tabla 3, los valores promedios de grasas en las macroalgas de las localidades en estudio no presentan fluctuaciones ni diferencias entre sí. Es interesante resaltar que las máximas concentraciones promedio se obtuvieron en las algas de las Lagunas Las Maritas (8,39 %) y La Restinga (8,08 %) y los valores bajos y similares en las de Bahía de Pozuelos (6,29 %) y Bahía de Mochima (6,27 %). También observamos comparativamente que los valores de las grasas para las algas pertenecientes al género *Ulva*, en diferentes localidades presentan una apreciable discrepancia, esto puede estar relacionado con la edad de la planta, ya que en los primeros estadíos de su desarrollo presenta valores de grasas más altos que en el período de florecimiento y madurez, donde las grasas son utilizadas por ser constituyentes esenciales de las membranas celulares.

El análisis de varianza sencilla para el contenido de las grasas a nivel de divisiones, como para las algas en los diferentes sitios de muestro, indica que no existe diferencias significativas entre las Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodohyta, igualmente no hay una marcada discrepancia entre las algas de las cuatro localidades (Tabla 4).

CENIZAS:

El contenido de cenizas en las macroalgas (Tabla 1 a 3) fluctua entre 6,27 % en la especie *Caulerpa sertulariodes* de la Laguna La Restinga y 92,64 % en el alga *Halimeda*

tuna de Bahía de Pozuelos; correspondiéndole a las algas pertenecientes a las divisiones Chlorophyta el mayor valor promedio (18,90 %), ligeramente superior al de ;as Phaeophyta (16,48 %) y las Rhodophyta (16,03), presentando estas dos divisiones el contenido de cenizas muy similar; ésta ligera superioridad en el contenido de cenizas de las algas verdes con respecto a las otras dos divisiones se puede atribuir a la presencia de las especies *Halimeda tuna* y *Udotea flabellum* las cuales muestran apreciable concentración de cenizas (92,64 % y 40,55 %), respectivamente. Esto se corrobora en la Tabla 3, por el hecho de que las algas de las localidades de Bahía de Pozuelos y Laguna La Restinga, contienen los porcentajes promedios más altos (24,11 % y 16,08 %), debido a la presencia de éstas macroalgas, tienen los más bajos valores de contenido hídrico, y menor contenido orgánico con respecto a las demás especies.

La concentración de cenizas entre diferentes especies concuerda con lo hallado por FONTAINE y BONILLA (1978), PAREKH y DAVE (1977) y SIVALINGAM (1978), quienes aducen que esto probablemente se deba a variaciones fisiológicas entre las especies. Sin embargo, a nivel de división para las Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta, los valores promedios del contenido de cenizas en el trabajo son inferiores a los reportados por FONTAINE y BONILLA (1978) , quizás esto se deba a que son áreas de estudio diferentes, con condiciones ambientales divergentes, lo que afecta la constitución intrínsica de cada planta en particular.

DÍAZ-PIFERRER (1964), aduce que las algas son una excelente fuente de sustancias inorgánicas debido a que incorporan en su protoplasma todos los elementos disueltos en el agua de mar y los mantiene a una concentración varias veces mayor a como se encuentran en el medio ambiente marino. DÍAZ (1972) y DE FRANCCESCHI (1973) comprobaron que las cenizas de las algas estimulan la actividad glandular en experiencias de engorde de aves de corral alimentadas con harinas de alga, debido al elevado contenido mineral.

El análisis de varianza sencilla para el contenido de cenizas entre las divisiones, y las algas de las diferentes localidades muestreadas, resultó ser no significativo (Tabla 4), lo cual indica que no hubo diferencias notables entre las Chlorophyta, Phaeophyta y Rodophyta, y las algas recolectadas en las cuatros localidades.

FOSFORO TOTAL:

En general, el contenido de fósforo (Tabla 1) es bajo, observándose la concentración más alta (0,251 %) en la especie *Caulerpa racemosa* y el valor más bajo (0,029 %) en la especie *Acanthophora specifera.* Según la Tabla 2 la división Chlorophyta, presenta un valor promedio ligeramente superior (0,14 %) al de las Phaeophyta y Rhodophyta (0,12 %), este fenómeno concuerda con el reportado por FONTAINE y BONILLA (1978), pero con concentraciones de fósforo muy superiores. Estas discrepancias en el contenido de fósforo de las algas estudiadas en este trabajo y las reportadas por Fontaine y Bonilla (1978), se debe a las divergentes condiciones ecológicas entre las áreas donde se recolectaron las macroalgas, lo que determina de acuerdo a los datos obtenidos, que debe existir una relación entre los nutrientes disueltos en el agua y la concentración de fósforo existente en los tejidos de las algas.

A nivel de localidades, el valor promedio más alto (0,18 %) de fósforo se obtuvo en las algas de la Laguna La Restinga, siguiendo en orden de importancia las de la Laguna Las Maritas (0,16%) y con los valores casi similares las de la Bahía de Pozuelos (0,13%) y Bahía de Mochima (0,12%). Es relevante el hecho de que las algas recolectadas en Laguna La Restinga presentan los mayores valores del contenido de Fósforo, quizás se puede considerar que esta localidad ofrece a las macroalgas una mejor capacidad de captación de éste elemento desde el medio acuoso.

No se observa (Tabla 3) una discrepancia apreciable en el contenido de fósforo para una misma especie colectada en diferentes estaciones y localidades; esto es contrario a lo reportado por FONTAINE y BONILLA (1978).

El análisis de varianza sencilla para el contenido de fósforo entre las divisiones, y las algas en las diferentes localidades, resultó no significativo, señalando que no existe una fluctuación marcada entre las tres divisiones (Clorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta) y para las macroalgas colectadas en las Bahías de Pozuelos y Mochima, las Lagunas Restinga y Maritas.

RAZON N/P:

La relación nitrógeno/fósforo se presenta muy irregular

(Tabla 1), como una consecuencia, de la discrepancia en la concentración de nitrógeno y fósforo, a nivel de divisiones, especies y éstas en las distintas localidades. La razón N/P, presenta sus máximos valores en las especies *Acanthophora spicifera* (88,33) y *Ulvas perforata* (88,15) pertenecientes a las localidades de Bahía de Pozuelos y Laguna Las Maritas respectivamente, y su valor mínimo)2,28) en el alga *Halimeda tuna*, recolectada en Bahía de Pozuelos.

Según la Tabla 2, a nivel de divisiones el mayor valor prom$_e$dio de la razón N/P se obtuvo en las Rhodophyta (52,64) y valores muy inferiores, con un comportamiento similar en las divisiones Chlorophyta (25,57%) y Phaeophyta (24,18). La razón N/P de las macroalgas en las distintas estaciones y localidades, presenta mucha irregularidades (Tabla 3), apreciándose el mayor valor promedio en las algas de Laguna Las Maritas (43,36) siguiendo en orden decreciente las de Bahía de Pozuelos (32,00), las de la Bahía de Mochima (20,44) y las de Laguna La Restinga (18,01).

Se destaca que a nivel de especies, de divisiones y de localidades los valores de las razones N/P, distan mucho del valor obtenido para el agua de mar, razón 16 : 1 siendo comparables a los valores extremos de la razón N/P (5:1 y 25:1) reportados para aguas costeras. Sin embargo, cuando las algas florecen en un medio empobrecido en un nutriente, las células asimilan preferentemente un nutriente especifico. Aplicando esto, a los valores extremos obtenidos de la razón N/P refleja que esto es un estado transitorio durante el desarrollo del alga con una mayor incorporación de nitrógeno.

A pesar de la gran discrepancia de la razón N/P entre las diferentes especies y en una misma especie de las distintas localidades, cuando se realizó la prueba estadística de variabilidad ésta resultó no significativas para las algas en las diferentes localidades, señalando que no hubo entre ellas diferencias notables. El análisis estadístico entre las divisiones arrojó un resultado positivo indicando que existe diferencias en los valores entre las algas pertenecientes a las distintas divisiones (Tabla 4).

La prueba *a posteriori* de DUNCAN (Tabla 5, Fig. 3B) señala que en las Rhodophita la razón N/P es mayor en comparación con las Phaeophyta y Chlorophyta, no habiendo diferencias significativas entre éstas, sugiriendo que en las algas rojas la concentración de nitrógeno (2,58% a 5,18%) es mayor en comparación con las Chlorophyta (0,13% a 6,37%) y Phaeophyta (1,13% a 3,68%) y esto puede sugerir que el nitrógeno es el factor limitante en las macroalgas estudiadas.

HUMEDAD:

En general, se aprecia en la Tabla 1, que la fluctuación del contenido hídrico en las macroalgas por especies no es tan marcado, variando entre 97,03% (*Acanthophora spicifera*) y 86,42% (*Padina sp y Sargassum polyceratium*) a excepción de los porcentajes de 61,83% (*Halimeda tuna*) y 76,97% (*Udotea flabellum*). El bajo contenido hídrico observado en las macroalgas *Halimeda tuna* y *Udotea flabellum*, puede ser atribuido a su constitución interna, ya que tienen la tendencia a acumular carbonato de calcio en comparación con las otras especies estudiadas.

A nivel de división (Tabla 2) se aprecia que las Rhodophyta presentan el valor promedio más alto (94,21%) del contenido hídrico, siguiendo en orden decreciente las Phaeophyta (89,42%) y las Chlorophyta (87,95%). Estos valores del contenido de agua en las macroalgas, por divisiones, son contrario (Chlorophyta, 89,43%); Rodophyta, 86,18% y Phaeophyta, 85,20%) a los reportados por FONTAINE y BONILLA (1978).

Las macroalgas rojas presentan un contenido de agua por encima del 90% y según FONTAINE y BONILLA (1978), el contenido hídrico varía de acuerdo al desarrollo de la planta siendo, mayor en las plantas jóvenes que las adultas, de acuerdo a esto, en esta investigación se consideran a las macroalgas de la división Rhodophita como plantas más jóvenes que la Chlorophyta y Phaeophyta.

El contenido de agua en una misma especie de macroalgas, en las diferentes estaciones y localidades no presenta mucha variabilidad (Tabla 3), correspondiéndole el mayor promedio en el porcentaje de agua (92,25%) a las algas de la Laguna Las Maritas, y con valores cercanos a estos las de la Bahía de Mochima (89,28%), Bahía de Pozuelos (88,21%) y Laguna La Restinga (87,66 %).

La prueba estadística de análisis de varianza sencilla aplicada al contenido hídrico para las tres divisiones resultó no significativo, igualmente para las algas pertenecientes a las cuatro localidades, lo que indica, que no hay

diferencias apreciables entre las divisiones, ni entre las especies de las cuatro localidades muestreadas (Tabla 4).

El contenido de los diferentes parámetros químicos obtenidos, reveló fluctuaciones entre las diferentes especies y en una misma especie en las distintas localidades. FONTAINE y BONILLA (1978), señalaron para las especies *Padina gymnospora* y *P. vickersiae* porcentajes de proteínas (8,62%-19,87%) muy por debajo al encontrado en este trabajo para *Padina sp.* (39,84%) recolectada en la Bahía de Pozuelos, pero parecido al registrado (17,54%) para la misma especie localizada en Bahía de Mochima. La Chlorophyta *Caulerpa racemosa* presentó altos valores de carbohidratos y bajos porcentajes de cenizas, algo similar fue reportado por FONTAINE y BONILLA (1978), al contrario PAREK y DAVE (1977) reportan concentraciones altas de cenizas para el género CAULERPA, quizás las discrepancias en el contenido de cenizas en éste género, se debe a que las macroalgas crecieron en diferentes medios ambientales: así mismo señala porcentajes elevados de cenizas para el género *Udotea* hecho que concuerda con lo hallado en esta investigación para *Udotea flabellum*. Es interesante señalar que las especies *Halimeda tuna* y *Udotea flabellum* pertenecientes a la familia Udoteacea, con altas concentraciones de cenizas y bajo contenido orgánico; esto debido a su misma constitución interna de ser algas calcáreas, las cuales forman extracelularmente cristales de carbonato de calcio (aragonita) en los espacios interutriculares del talo. (LEWIN, 1962 y DARLEY, 1974).

Según FONTAINE y BONILLA (1978), uno de los factores que influyen en la disimilitud de la composición química de las algas es la concentración de nutrientes disueltos en el agua de mar, sin embargo, en esta investigación la prueba de variabilidad señala que en las diferentes localidades los valores de los parámetros hidrográficos e hidroquímicos no influyeron marcadamente en la concentración de los constituyentes orgánicos e inorgánicos, ya que los análisis estadísticos aplicados entre las algas de los diferentes áreas de estudio arrojaron un resultado no significativo que indica la no existencia de discrepancias notables en el contenido de proteínas, nitrógeno, carbohidratos, grasas, cenizas, fósforo, razón N/P y humedad en las algas recolectadas en Bahía de Pozuelos, Bahía de Mochima, Laguna La Restinga y Laguna Las Maritas. Se podría explicar las divergencias en la composición química que limitan la concentración de los diferentes componentes orgánicos e inorgánicos entre las macroalgas, la cual es debida más que todo al estado o condición intrínsica de cada planta en particular, como crecimiento, edad del alga, estado de madurez y requerimiento fisiológicos del alga.

2. ELEMENTOS TRAZAS:

El contenido de elementos trazas (cobre, manganeso, hierro y zinc) en catorce especies diferentes de macroalgas marinas, se representan en las tablas del 6 al 8 de acuerdo a especies, divisiones y localidades.

En general se observa (Tabla 6) que existen diferencias en el contenido de metales trazas entre las diferentes especies y en una misma especie; BLACK y MITCHELL (1952) señalan que las concentraciones de los elementos trazas varían de acuerdo a las especies y que sus concentraciones son más altas que las encontradas en el medio circundante: FUGE y JAMES (1973) aducen que las concentraciones de los elementos trazas fluctuan entre diferentes especies de la misma localidad, fenómeno similar se encontró en las macroalgas de las localidades en estudio.

COBRE:

El contenido de cobre oscila entre 0,58 µg/g, correspondiente a el *Ulva fasciata* de Bahía de Mochima y 28,11 µg/g en *Acanthophora spicifera* recolectada en Bahía de Pozuelos (Tablas 6 y 7).

De acuerdo a la división a que pertenecen estas macroalgas (Tabla 7), se aprecia que las Phaeophyta poseen la mayor concentración de cobre (10,52 µg/g), siguiendole en importancia las Rhodophyta con un valor de 9,64 µg/g y con la mínima concentración las Chlorophyta (4,48 µg/g) indicando que posiblemente las dos primeras tienen mayor capacidad para la absorción de cobre que las algas verdes. Se puede apreciar en la Tabla 8, que las especies con mayor contenido de cobre por localidades se encuentran en Bahía de Pozuelos (10,90 µg/g), y con valores muy inferiores en Laguna La Restinga (5,47 µg/g). Laguna Las Maritas (4,14 µg/g) y Bahía de Mochima (3,11 µg/g).

SALDIVIA et al (1990) señala que *Ulva fasciata* presenta más elevados valores de cobre en la localidad del Guapo que en Araya, relacionando esta discrepancia con el comportamiento fisiológico del alga y los efectos de las condi-

TABLA 6. Contenido de elementos trazas (Cu, Mn, Fe y Zn) en las diferentes macroalgas.

ESPECIE	COBRE (Cu) µg/g SECO	COBRE (Cu) µg/g FRESCO	MANGANESO(Mn) µg/g SECO	MANGANESO(Mn) µg/g FRESCO	HIERRO (Fe) µg/g SECO	HIERRO (Fe) µg/g FRESCO	ZINC (Zn) µg/g SECO	ZINC (Zn) µg/g FRESCO
Ulva fasciata	5,78	0,78	0,18	0,02	143,63	19,27	80,09	10,74
Padina sp	8,97	0,90	26,08	2,60	1.889,68	188,53	247,73	24,72
Gracilaria sp.	4,79	0,40	14,93	1,24	829,64	69,13	77,94	6,49
Agardhiella sp.	11,10	0,78	2,00	0,14	269,02	18,90	138,96	9,76
Bryocladia thyrsigera	20,79	1,49	6,88	0,49	2.225,54	159,52	203,70	14,70
Acanthophora spicifera	28,11	0,92	5,90	0,21	645,16	22,35	232,48	8,05
+ *Sargassum polyceratium*	12,85	1,15	31,17	2,80	367,61	33,01	177,20	15,91
Halimeda tuna	0,77	0,30	0,00	0,00	235,09	89,75	52,27	19,95
Ulva fasciata	6,82	0,84	1,47	0,18	376,19	46,20	117,16	14,39
Padina sp.	17,75	1,62	28,05	2,57	2.027,68	185,41	380,47	34,79
* *Caulerpa racemosa*	3,17	0,28	56,92	5,09	446,42	39,91	93,33	8,34
Ulva fasciata	0,58	0,06	3,40	0,33	511,03	49,01	178,22	17,09
Padina sp.	1,47	0,20	124,61	16,92	448,08	60,85	138,15	18,76
Sargassum cymosum	5,63	0,61	23,49	2,54	259,22	28,00	53,87	5,82
+ *Sargassum polyceratium*	3,64	0,58	40,88	5,55	176,79	24,01	9,31	1,26
Dictyota cervicornis	4,17	0,40	36,46	3,53	835,16	80,93	93,57	9,07
Udotea flabellum	2,72	0,63	13,34	3,07	1.243,89	286,47	23,39	5,39
o *Caulerpa sertularioides*	2,64	0,24	3,86	0,35	638,50	57,98	82,82	7,52
Ulva fasciata	2,46	0,19	5,90	0,45	340,33	26,10	57,90	4,44
o *Caulerpa sertularioides*	5,77	0,58	9,04	0,91	594,05	60,06	239,99	24,26
o *Caulerpa sertularioides*	6,35	0,57	11,86	1,07	635,94	57,11	174,00	15,63
o *Caulerpa sertularioides*	12,90	1,96	39,81	6,05	1.146,54	174,16	258,81	39,31
* *Caulerpa racemosa*	5,25	0,39	97,97	7,35	95,26	7,14	84,32	6,32
Ulva perforata	6,06	0,59	5,73	0,55	614,36	59,29	186,70	18,02
Acanthophora spicifera	2,54	0,08	18,27	0,54	1.592,44	47,30	354,49	10,53
* *Caulerpa racemosa*	2,86	0,14	15,93	0,78	338,83	16,64	146,29	7,18
* *Caulerpa racemosa*	2,45	0,11	33,58	1,53	80,34	3,66	90,17	4,10
Ulva perforata	5,70	0,63	18,82	2,07	33,77	3,72	21,75	2,39

* Var. *macrophysa*
o Var. *longiseta*
\+ Var. *ovatum*

ciones del medio ambiente. FUGE y JAMES (1973) encontraron altas concentraciones de cobre en una determinada localidad y aducen que esto refleja el elevado contenido de cobre en el medio, lo cual se confirma con los datos encontrados en este estudio.

El análisis de varianza sencilla aplicado a las macroalgas en las diferentes localidades y entre las tres divisiones estudiadas en relación a la concentración de cobre resultó no significativo, lo que señala que no existen diferencias en el contenido de este metal entre las divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta ni entre las macroalgas pertenecientes a las cuatro localidades de muestreo (Tabla 9). Sin embargo, GAMBOA (1979), a nivel de división encontró una marcada diferencia en el contenido de cobre en las Chlorophyta, Rhodophyta y Phaeophyta.

MANGANESO:

Las concentraciones de manganeso oscilan entre 0,00 µg/g en la especie *Halimeda tuna*, un valor cercano 0,18 µg/g representado por *Ulva fasciata* de Bahía de Pozuelos y 124,61 µg.g que corresponde a *Padina sp.* recolectada en Bahía de Mochima (Tabla 6, 7 y 8).

La Tabla 7 revela que las Phaeophyta presentan el mayor valor promedio (44,39 µg/g) seguida por las Chlorophyta (19,86 µg/g) y las Rhodophyta (9,60 µg/g) sin embargo, GAMBOA (1979) encontró que la división Chlorophyta presentó los valores más elevados, siendo las especies *Ulva fasciata* (126,5 µg/g) y *Ulva Lactuca* (141,6 µg/g) las de mayor contenido, por el contrario, en ésta investigación *Ulva fasciata* y *Ulva perforata* presentan los valores más bajos. Tal vez la influencia del medio circundante y el comportamiento fisiológico de las algas sean los factores que explican este fenómeno. RICE y LAPOINTE (1981) señalan que el contenido de este metal está relacionado con el tamaño de la planta y la concentración de nitrógeno tisular.

Las macroalgas de la Bahía de Mochima (47,63 µg/g) y Laguna Las Maritas (31,72 µg/g) contiene mayor valor de manganeso con respecto a las de la Laguna La Restinga (13,15 µg/g) y Bahía de Pozuelos (11,67 µg) debido al aporte de las algas verdes, pardas, de la especies, *Caulerpa racemosa* y *Padina sp* en las dos primeras localidades mencionadas (Tabla 8).

La prueba de variabilidad del contenido de manganeso (Tabla 9) para las divisiones y en las localidades resulta no significativa, lo que sugiere que entre las algas pertenecientes a las divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta no existen diferencias significativas en el contenido de manganeso al igual que en las cuatros localidades.

HIERRO:

Las tablas 6 a 8 muestran las concentraciones de hierro para las macroalgas en estudio, con valores comprendidos entre 33,77 µg/g para *Ulva perforata* en la Laguna Las Maritas y 2.225,54 µg/g en *Bryocladia thysigera* de Bahía de Pozuelos; siendo las que presentan los mayores valores (1.361,25 µg/g), siguiendo en importancia las Phaeophyta (679, 96 µg/g) y Chlorophyta (467,14 µg/g).

Las concentraciones de Fe señalan discrepancias entre las diferentes especies, en una misma especie, división y entre las algas de las localidades estudiadas, correspondiéndole a las algas de Bahía de Pozuelos la mayor concentración (887,12 µg/g), seguida en orden decreciente por la de Laguna de La Restinga (766,54 µg/g), las de la Laguna Las Maritas (459,17 µg/g) y Bahía de Mochima (446,12 µg/g). BLACK y MITCHELL (1952) indican que el contenido de ciertos metales como el hierro puede estar relacionado con el ciclo reproductivo del alga, siendo posible que el hierro sea utilizado durante la esporogénesis. RICE y LAPOINTE (1981) reportan que la acumulación de hierro en *Ulva fasciata* cultivada en el campo está controlada por el contenido de nitrógeno en el alga; esto podría explicar el alto contenido de Nitrógeno y Fe en Bahía de Pozuelos y son algunas de las razones para la divergencia de valores entre las especies e inclusive en una misma especie en la concentración de hierro,por otra parte, la influencia de medios ambientales diferentes.

El análisis de variabilidad (Tabla 9) resultó no significativo entre las algas en las diferentes localidades de muestreo, sugiriendola no discrepancia de las concentraciones de hierro entre ellas, por el contrario la prueba resultó ser muy significativa para las divisiones, señalando una diferencia apreciable en el contenido de este metal traza entre las Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta.

La prueba *a posteriori* de DUNCAN revela que las Rhodophyta presentan mayor contenido de hiero que las Chlo-

TABLA 7. Distribución del contenido de elementos trazas (Cu, Mn, Fe y Zn) de las macroalgas de acuerdo a la división a que pertenecen

DIVISION	ESPECIE	COBRE (Cu) µg/g SECO	MANGANESO(Mn) µg/g SECO	HIERRO (Fe) mg/g SECO	ZINC (Zn) µg/g SECO
Chlorophyta					
	Ulva fasciata	5,78	0,18	143,63	80,09
	Halimeda tuna	0,77	0,00	235,09	52,27
	Ulva fasciata	6,28	1,47	376,19	117,16
	* *Caulerpa racemosa*	3,17	56,92	446,42	93,33
	Ulva fasciata	0,58	3,40	511,03	178,22
	Udotea flabellum	2,72	13,34	1.243,89	23,39
	o *Caulerpa sertularioides*	2,64	3,86	638,50	82,82
	Ulva fasciata	2,46	5,90	340,33	57,90
	o *Caulerpa sertularioides*	5,77	9,04	594,05	239,99
	o *Caulerpa sertularioides*	6,35	11,86	635,94	174,00
	o *Caulerpa sertularioides*	12,90	39,81	1.146,54	258,81
	* *Caulerpa racemosa*	5,25	97,97	95,26	84,32
	Ulva perforata	6,06	5,73	614,36	186,70
	* *Caulerpa racemosa*	2,86	15,93	338,83	146,29
	* *Caulerpa racemosa*	2,45	33,58	80,34	90,17
	Ulva perforata	5,70	18,82	33,77	21,75
PROMEDIOS		10,52	44,39	679,96	155,01
Phaeophyta	*Padina sp*	8,97	26,08	1.889,68	247,73
	+ *Sargassum polyceratium*	12,85	31,17	367,61	177,20
	Padina sp.	17,75	28,05	2.027,68	380,47
	Padina sp.	1,47	124,61	448,08	138,15
	Sargassum cymosum	5,63	23,49	259,22	53,87
	+ *Sargassum polyceratium*	3,64	40,88	176,79	9,31
	Dictyota cervicornis	4,17	36,46	835,16	93,57
PROMEDIOS					
Rhodophyta	*Gracilaria sp.*	4,79	14,93	829,64	77,94
	Agardhiella sp.	11,10	2,00	269,02	138,96
	Bryocladia thyrsigera	20,79	6,88	2.225,54	203,70
	Acanthophora spicifera	28,11	5,90	645,16	232,48
	Acanthophora spicifera	2,54	18,27	1.592,44	354,49
PROMEDIOS		9,64	9,60	1.361,26	204,56

* Var. *macrophysa*
o Var. *longiseta*
\+ Var. *ovatum*

TABLA 8. Distribución del contenido de elementos trazas (Cu, Mn, Fe, Zn) de las macroalgas de acuerdo a las localidades

LOCALIDAD	ESPECIE	COBRE (Cu) µg/g SECO	MANGANESO(Mn) µg/g SECO	HIERRO (Fe) µg/g SECO	ZINC (Zn) µg/g SECO	
Bahía de Pozuelos						
	Acanthophora spicifera	28,11	5,90	645,16	232,48	
	+ *Sargassum polyceratium*	12,85	31,17	367,61	177,20	
EST. 1	*Halimeda tuna*	0,77	0,00	235,09	52,27	
	Ulva fasciata	6,82	1,47	376,19	117,16	
	Padina sp.	17,75	28,05	2.027,68	380,47	
	Padina sp.	8,97	26,08	1.889,68	247,73	
EST. 2	*Gracilaria sp.*	4,79	14,93	829,64	77,94	
	Ulva fasciata	5,78	0,18	143,63	80,09	
EST. 3	*Agardhiella sp.*	11,10	2,00	269,02	138,96	
	Bryocladia thyrsigera	20,79	6,88	2.225,54	203,70	
PROMEDIOS		10,90	11,67	887,12	170,80	
Bahía de Mochima						
	+ *Sargassum polyceratium*	3,64	40,88	176,79	9,31	
EST. 1	*Dictyota cervicornis*	4,17	36,46	835,16	93,57	
	Ulva fasciata	0,58	3,40	511,03	178,22	
EST. 2 *	*Caulerpa racemosa*	3,17	56,92	446,42		93,33
	Padina sp.	1,47	124,61	448,08	138,15	
EST. 3	*Sargassum cymosum*	5,63	23,49	259,22	53,87	
PROMEDIOS		3,11	47,63	446,12	83,48	
Laguna La Restinga						
EST. 1	o *Caulerpa sertularioides*	5,77	9,04	594,05	239,99	
EST. 2	*Ulva fasciata*	2,46	5,90	340,33	57,90	
EST. 3	o *Caulerpa sertularioides*	6,35	11,86	635,94	174,00	
	Udotea flabellum	2,72	13,34	1.243,89	23,39	
EST. 4	o *Caulerpa sertularioides*	2,64	3,86	638,50	82,82	
EST. 5	o *Caulerpa sertularioides*	12,90	39,81	1.146,54	258,81	
PROMEDIOS		5,47	13,15	766,54	139,49	
Laguna Las Maritas						
EST. 1	*Ulva perforata*	6,06	5,73	614,36	186,70	
EST. 3	* *Caulerpa racemosa*	2,86	15,93	338,83	146,29	
	Acanthophora spicifera	2,54	18,27	1.592,44	354,49	
EST. 4	* *Caulerpa racemosa*	2,45	33,58	80,34	90,17	
	Ulva perforata	5,70	18,82	33,77	21,75	
EST. 5	* *Caulerpa racemosa*	5,25	97,97	95,26	84,32	
PROMEDIOS		4,14	31,72	459,17	147,29	

* Var. *macrophysa* o Var. *longiseta* + Var. *ovatum*

rophyta y Phaeophyta las cuales no presentan diferencias significativas entre sí; se puede atribuir éste resultado al aporte del alga roja *Bryocladia thyrsigera* que presenta el máximo valor, y a la habilidad de las especies en acumular un elemento determinado; GAMBOA (1979) señala que las Rhodophyta tienen una gran capacidad para concentrar metales pesados (Tabla 10 Fig. 3).

ZINC:

Las concentraciones de zinc en las macroalgas muestran su mínimo en *Sargassum polyceratium* (9,31 µg/g) de Bahía de Mochima y su máximo valor en *Padina sp* (380,47 µg/g) en Bahía de Pozuelos (Tabla 7). Las algas rojas presentan el mayor promedio (204,56 µg/g) con respecto a las Phaeophyta (155,01 µg/g) y las Chlorophyta (177,95 µg/g). GAMBOA (1979), reportó que las macroalgas de la división Rhodophyta, tienen gran capacidad para acumular zinc, debido a que estas algas
poco lo utiliza en su metabolismo.

Es interesante observar en la Tabla 8, que las especies *Sargassum polyceratium* y *Padina sp.*, de las localidades de las Bahías de Pozuelos (177,20 µg/g y 380,97 µg/g) y Mochima (9,31 µg/g y 138,15 µg/g), muestran variaciones muy marcadas en el contenido de zinc, siendo muy altos los valores de zinc en Bahía de Pozuelos, que a su vez presenta el mayor contenido promedio de este elemento traza (170,80 µg/g), en comparación con los valores de zinc de la Laguna Las Maritas (147,29 µg/g) la Laguna La Restinga (139,49 µg/g) y Bahía de Mochima (83,48 µg/g). Esta diferencia en la concentración de zinc de una misma especie y en diferentes especies en las áreas de estudio, se puede atribuir a la disimilitud de las condiciones bioecológicas imperante en los divergentes medios ambientales de deposición de las macroalgas principalmente la Bahía de Pozuelos que está influida por la circunnavegación de buques, tanques cargueros, ferrys, etc, aportes de desechos residuales e industriales. Por otra parte a la capacidad que tienen las macroalgas para acumular metales y al estado fisiológico de cada planta. BRYAN (1969) y GAMBOA (1979) indican que la variación en el contenido de zinc en las algas está relacionado con la edad del alga y con la concentración de este elemento existente en el agua de mar circundante; AGADI *et al* (1978), encontró que las especies *Sargassum tenerrimun, Padina tetrastromatica y Acanthophora spicifera* colectadas en diferentes regiones, mostraron variación en el contenido de metales trazas y lo atribuyó a los diferentes ambientes a los cuales están expuestas las algas.

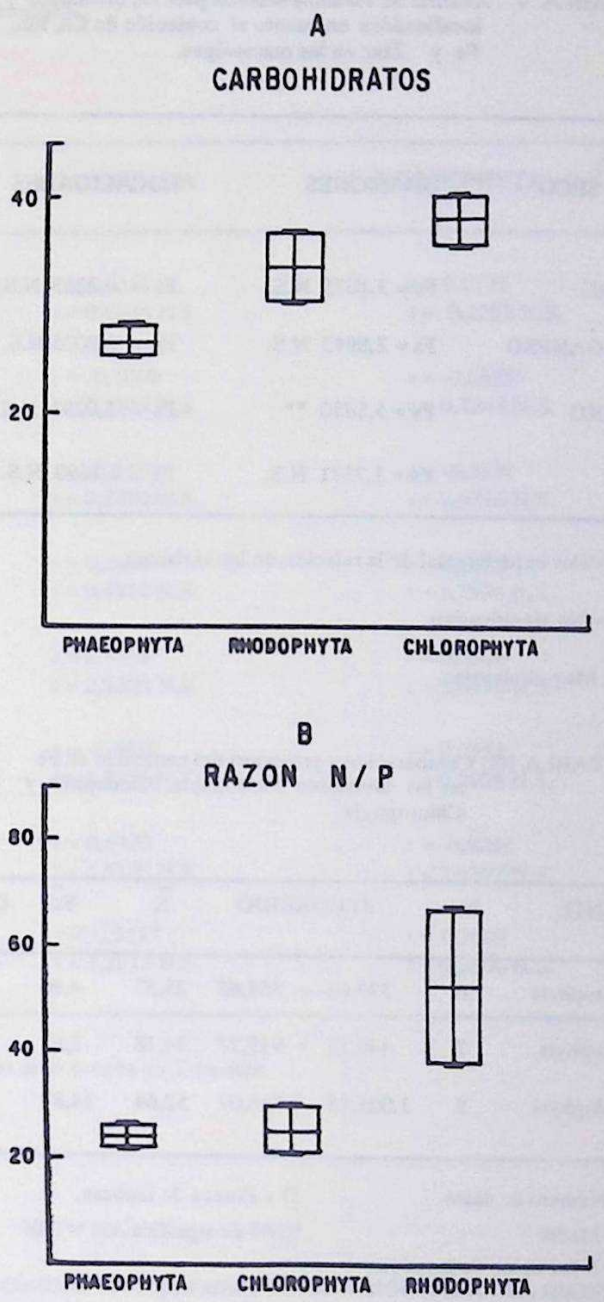


Fig. 3. Comparación a posteriori del contenido de hierro en las divisiones Phaeophyta y Chlorophyta

La prueba estadística de análisis de varianza sencilla (Tabla 9) resultó no significativa para las divisiones y entre las macroalgas de las diferentes localidades, demostrando que no existen discrepancias significativas entre las Chlo-

TABLA 9.- Análisis de varianza sencilla para las divisiones y localidaddes en cuanto al contenido de Cu, Mn, Fe y Zinc en las macroalgas.

% PESO SECO	DIVISIONES	LOCALIDADES
COBRE	Fs = 3,1073 N.S.	Fs = 0,2253 N.S.
MANGANESO	Fs = 2,8913 N.S.	Fs = 2,8035 N.S.
HIERRO	Fs = 5,5850 **	Fs = 1,0291 N.S.
ZINC	Fs = 1,7371 N.S.	Fs = 1,1690 N.S.

Fs = Valor experimental de la relación de las varianzas.

N.S. = No significativo.

** = Muy interesante.

TABLA 10.- Comparación a posteriori del contenido de Fe en las divisiones Phaeophyta, Rhodophita y Chlorophyta.

FUENTE	N	RECORRIDO	$\overline{X}$	$S\overline{x}$	D
Chlorophyta	16	379,63 - 554,65	25,57	4,90	
Phaeophyta	7	440,15 - 919,77	24,18	2,62	
Rhodophyta	5	1.005,45 - 1.718,07	52,64	14,87	

N= Número de datos
X = Media
Sx = Error típico de la media.
D = Prueba de Duncan.
Nivel de significación = 0,05

rophyta, Phaeophyta y Rhodophyta, ni entre las algas en las diversas regiones.

Las Tablas 11 y 12, muestran las correlaciones entre cobre, manganeso, hierro, y zinc con los constituyentes orgánicos principales de las algas (proteínas y carbohidratos), observándose que las concentraciones de los metales trazas no guardan correlación significativas con las proteínas y los carbohidratos tanto en las tres divisiones en estudio como en las algas de las diferentes localidades de muestreo.

RICE y LAPOINTE (1981) aducen que el contenido de nitrógeno en el alga controla la acumulación de zinc y hierro, existiendo correlación significativa entre éstos elementos trazas y el porcentaje de nitrógeno. GEUCH (1972) señala que el hierro es un constituyente esencial de muchas proteínas y sistemas enzimáticos dentro de los cloroplastos, y que se requiere como factor la síntesis clorofiliana, por tales razones es sorprendente la no correlación significativa de estos metales trazas con las proteínas en esta investigación.

Si analizamos el contenido de elementos trazas por especies (Tabla 6) observamos que hay variabilidad en los valores entre las diferentes especies y en una misma especie en diferentes localidades, esta disimilitud puede estar relacionada con el estado de desarrollo del alga, ciclo reproductivo, concentración de metales en el medio, capacidad de cada especie en acumular metal en particular y la influencia de cada medio ambiente. Según RICE y LAPONTE (1981) las concentraciones de un metal en la misma especie en diferentes localidades puede ser atribuida a discrepancias en las características del crecimiento del alga, así como también la distinta concentración de metales del agua de mar donde habitan las algas.

En general, al comparar el contenido de elementos trazas de las macroalgas en diferentes localidades (Tabla 8), indica que existe variaciones en una especie y en diferentes especies, sin embargo, de acuerdo al tratamiento estadístico (Tabla 7) las concentraciones de metales pesados no varían significativamente con la localidad. Esto sugiere que las característica hidrográficas e hidroquímicas (temperatura, salinidad, oxígeno y nutrientes), quizás no tengan una influencia tan marcada y más que todo, depende de la concentración de los metales trazas existentes en el medio acuático donde se encuentran estas macroalgas y su capacidad para acumularlos dependiendo del estado fisiológico de cada alga particular.

La Tabla 13, muestra la comparación de las concentraciones de cobre, manganeso, hierro, y zinc, en una misma especie y en diferentes especies de acuerdo a los datos obtenidos por varios investigadores.

Las concentraciones de cobre y manganeso en *Acanthophora spicifera, Caulerpa sertularioides y Ulva fascia*ta

TABLA 11.- Correlación entre los elementos trazas (Cu, Mn, Fe, y Zn) y las proteínas y carbohidratos de las macroalgas pertenecientes a las tres divisiones.

	CHLOROPHYTA	PHAEOPHYTA	RHODOPHYTA
COBRE-PROTEINA	r = 0,4640 t = 1,8827 N.S.	r = 0,3151 t = 0,6856 N.S.	r = 0,0776 t = 0,1252 N.S.
COBRE-CARBOHIDRATOS	r = 0,1409 t = 0,5153 N.S.	r = -0,1009 t = 0,2305 N.S.	r = -0,0689 t = 0,1244 N.S.
MANGANESO-PROTEINAS	r = 0,1571 t = 0,5748 N.S.	r = -0,1480 t = 0,3390 N.S.	r = -0,3576 t = 0,6726 N.S.
MANGANESO-CARBOHIDRATOS	r = 0,3719 t = 1,4197 N.S	r = 0,2007 t = 0,4916 N.S.	r = 0,6655 t = 1,2934 N.S.
HIERRO-PROTEINAS	r = -0,0524 t = 0,1953 N.S.	r = 0,8308 t = 2,5330 N.S.	r = 0,3830 t = 0,6470 N.S.
HIERRO-CARBOHIDRATOS	r = -0,1187 t = 0,4485 N.S.	r = -0,6658 t = 1,8156 N.S.	r = 0,2151 t = 0,3928 N.S.
ZINC-PROTEINAS	r = 0,4577 t = 1,7990 N.S.	r = 0,6433 t = 1,6130 N.S.	r = -0,9242 t = 2,8392 N.S.
ZINC-CARBOHIDRATOS	r = 0,0717 t = 0,2618 N.S.	r = -0,5117 t = 1,2813 N.S.	r = 0,1609 t = 0,2600 N.S.

r = Coeficiente de correlación t = valor experimentar de la prueba de T-student.

N.S. = No significativo.

reportadas por AGADI *et al* (1978), son superiores a los obtenidos en este trabajo; igualmente los valores de cobre, manganeso, y hierro a excepción del zinc encontradas en *Caulerpa racemosa* de esta investigación son inferiores a los señalados por SIVALINGAN (1978). Es interesante mostrar que el contenido de cobre, manganeso, hierro, y zinc en *Ulva fasciata* reportado por GAMBOA (1979) son muy superiores a los de esta investigación. Por otra parte, el contenido de hierro y zinc de este trabajo, es superior al reportado por AGADI et al (1978) en las especies *Acanthophora spicifera*, *Caulerpa sertularioides* y *Ulva fasciata*, a excepción del contenido de hierro que es inferior en *Ulva fasciata*. Si comparamos el contenido de cobre, manganeso, hierro y zinc en las especies pertenecientes al mismo género *Gracilaria sjoestedtii* reportado por GAMBOA (1979), *Gracilaria sp.* reportado por SIVALINGAM (1978) y en este estudio, notaremos que los valores obtenidos en esta investigación son inferiores a los reportados por los autores señalados, a excepción de la concentración del zinc, que es ligeramente inferior en *Gracilaria sp.* obtenida por SIVALINGAM (1978).

La diferencia en los valores de una misma especie y entre las diferentes especies se puede atribuir a factores

TABLA 12.- Correlación entre los elementos trazas y los constituyentes químicos (proteínas y carbohidratos) de las macroalgas pertenecientes a las diferentes localidades.

	B. DE POZUELOS	B. DE MOCHIMA	L. LA RESTINGA	L. LAS MARITAS
COBRE-PROTEINA	r = 0,2270 t = 0,6240 N.S.	r =-0,4404 t = 0,9027 N.S.	r = 0,6865 t = 1,5840 N.S.	r = 0,6062 t = 1,4311 N.S.
COBRE-CARBOHIDRATOS	r = 0,1826 t = 0,5001 N.S.	r =-0,3518 t = 0,7522 N.S.	r = 0,1459 t = 0,2741 N.S.	r =-0,2031 t = 0,4218 N.S.
MANGANESO-PROTEINAS	r = 0,3207 t = 0,8994 N.S.	r =-0,3165 t = 0,6129 N.S.	r = 0,5131 t = 1,0613 N.S.	r =-0,1485 t = 0,3075 N.S.
MANGANESO-CARBOHIDRATOS	r =-0,1883 t = 0,5421 N.S	r =-0,3843 t = 0,8276 N.S.	r = 0,3049 t = 0,5879 N.S.	r = 0,7770 t = 1,9581 N.S.
HIERRO-PROTEINAS	r =-0,5975 t = 1,8699 N.S	r = 0,7486 t = 1,8296 N.S.	r =-0,0299 t = 0,0615 N.S.	r =-0,3580 t = 0,7663 N.S.
HIERRO-CARBOHIDRATOS	r =-0,2274 t = 0,6582 N.S.	r =-0,0619 t = 0,1272 N.S.	r = 0,1035 t = 0,1945 N.S.	r = 0,4332 t = 0,9474 N.S.
ZINC-PROTEINAS	r = 0,3606 t = 1,0218 N.S.	r = 0,8361 t = 0,2850 N.S.	r = 0,5690 t = 1,2109 N.S.	r =-0,2177 t = 0,4539 N.S.
ZINC-CARBOHIDRATOS	r =-0,0528 t = 0,1509 N.S.	r = 0,2921 t = 0,5613 N.S.	r =-0,2408 t = 0,4584 N.S.	r =-0,2980 t = 0,6290 N.S.

r = Coeficiente de correlación

t = valor experimentar de la prueba de T-student.

N.S. = No significativo.

bióticos y abióticos tales como: diferentes bioecosistemas de recolección de las especímenes, edad y condiciones fisiológicas del alga, discrepancias entre los métodos usados para el análisis de metales y condiciones bioecológicas de cada biotopo.

TABLA 13. Contenido de elementos trazas en diferentes especies de macroalgas según varios autores

ESPECIE	COBRE (Cu) µg/g				MANGANESO (Mn) µg/g				HIERRO (Fe) µg/g				ZINC (Zn) µg/g			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Acanthophora spicifera	7,40-80,41			2,54-28,11	63,11-344,16			5,90-18,27	238,55-1012,24			645,16-1592,44	4,80-2871			232,48-354,49
Caulerpa sertularioides	5,03			2,64-12,90	7 4,58		3,86-39,81									
Ulva fasciata	6,70-7,30		42,5-48,5	0,58-6,82	111,25-1075,65		43,8-126,5	0,18-5,90	353,46-722,34		1271,6-7759,2	143,63-511,03	2,79-23,80		1374,2-1928,2	57,90-178,22
Ulva lactuca			23,8				141,6				1788,1				1556,7	
Gracilaria sjoestedtii			56,2				49,6			1214,37	4444,8				1014,6	
Gracilaria sp. 1		Trazas				24,76				19,83						
Gracilaria sp. 2		10,53				315,96				631,92				63,19		
Gracilaria sp. 3		2,84				42,63				2301,86				22,73		
Gracilaria sp.				4,79				14,93				629,64				77,94
Dictyota bartayresii		49,74				248,69				15473,92					210,00	
Padina tenuis		5,69				284,42				3372,72				45,51		
Padina vickersiae			16,5-19,6				71,4-73,9				2283,9-4644,5				125,1-183,1	
Sargassum grevillei		5,15				90,18				347,84				15,46		
Caulerpa racemosa		6,85				137,08				5106,23				71,97		

A.- AGADI et. at (1978), INDIA. B.- SIVATINGAM (1978), MALASIA. C.- GAMBOA (1979) VENEZUELA, D.- Este estudio.

CONCLUSIONES

1.- El contenido de proteínas, nitrógeno, carbohidratos, grasas, cenizas, fósforo total, razón N/P, humedad y los elementos trazas (cobre, manganeso, hierro y zinc) en las macroalgas varían entre las diferentes especies y en una misma especies, lo cual nos sugiere que los parámetros químicos estudiados deben estar influidos por el estado de desarrollo del alga, comportamiento fisiológico y constitución interna de las especies.

2.- Las algas pertenecientes a la División Chlorophyta presentan el mayor contenido de carbohidratos siguiendo en orden decreciente las Rhodophyta y las Phaeophyta.

3.- Los resultados revelan que las Rhodophytas presentan el mayor valor en cuanto a la razón N/P y contenido de hierro que las Chlorophyta y Phaeophyta no habiendo diferencias entre éstas.

4.- Estadísticamente no existen diferencias en el contenido de los componentes orgánicos e inorgánicos (proteínas, nitrógeno, grasas, cenizas, fósforo y humedad) y los elementos trazas (cobre, manganeso y zinc) entre las divisiones, Chlorophyta, Rhodophyta y Phaeophyta, y entre la Bahía de Pozuelos y Mochima y las Lagunas La Restinga y Las Maritas, sugiriendo que los parámetros hidrográficos e hidroquímicos de cada ambiente no son determinantes en la composición química de las algas.

5.- No se encontró correlación significativa de los parámetros orgánicos proteínas, y carbohidratos, con los elementos trazas cobre, manganeso, hierro y zinc en las algas de cada división, al igual que en las de cada localidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su más sincero agradecimiento al profesor JOSÉ BENÍTEZ A., por la lectura crítica del manuscrito. A EPIFANIO HERNÁNDEZ, por el diseño Gráfico a BRICILIO MARCANO por su valiosa colaboración en el montaje, clasificación de las algas; igualmente agradecen a todo el personal del Departamento de Oceanografía quienes de una u otra manera colaboraron en la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

AGADI, V. V., N. B. BHOSLE & A. G. UNTAWALE. 1978. Metal concentration in some seaweeds of Goa (India). *Bot. Mar.*, 21: 327-330.

ARTEM'YEV, V. YE., L. V. KRAYNSAKIN & YE. A. ROMANKIRCH. 1971. Determination of total amount of carbohydrates in ocean sediment. *Oceanology.*, 11: 934-936.

BLACK, W. A. P. & E. T. DEWAR. 1949. Correlation of some of the physical and chemical properties of the sea with the chemical constitution of the algae. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 28: 673-699.

BLACK, W. & R. L. MITCHELL. 1952. Trace elements in commun brown algae and sea water. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 30: 575- 584.

BONILLA, R. J. & T. OKUDA. 1971. Condiciones hidrográficas del agua y características químicas de los sedimentos de la Laguna Las Maritas. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 10(1): 81–91.

----------. & J. BENITEZ. 1972. Variación mensual de nitrógeno y fósfato en la Laguna Las Maritas. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 11(2): 121-126.

_____ 1974. Notas sobre la condición hidroquímica de la Laguna La Restinga (Isla de Margarita) Edo. Nueva Esparta, Venezuela. *Lagena.*, (34): 3–8.

---------- 1975. Variación mensual de la composición química del ostión del mangle en Laguna Las Maritas (Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 14(1): 117-127.

BRAY, R. H. & L. T. KURTZ. 1945. Determination of total organic and available forms of phos–

phorus in soils. *Soil. Sci.*, 59: 39-45.

BRYAN, G. 1969. The absorption of zinc and other metals by the brown algae and sea water. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 49(1): 225-244.

CARABALLO, A. J. & J. R. MILLAN. 1974. Evaluación nutricional de las algas marinas. III. Estudio comparativo de las harinas de alga *Ulva fasciata,* follaje de yuca *Manihot sculenta* y alfalta *Medicago sativa*, en dieta para pollos de engorde. *Trabajo de Grado, Esc. de Zootecnia. Univ. Oriente.* P. 67.

CHAPMAN, V. J. 1970. *Seaweeds and their uses.* Methuen and Co. LTD. London. P. 304.

DARLEY, W. M. 1974. Silification and calcification. In: *Algal Physiology and Biochemistry,* (ed.) Stewart W.D.P. pp. 662-670. University of California Press, Berkeley & Los Angeles.

DAVE, M. J. & R. G. PAREKH. 1978. Amino acids of the green alga *Ulva. Bot. Mar.*, 25: 323-326.

DAWES, C. J. & R. H. GODDARD. 1978. Composition of the wound plug and entire plants for species of the coenocytic green alga *Caulerpa. J. Exp. mar. Biol. Ecol.*, 35: 259-263.

D FRANCESCHI, B. C. 1973. Evaluación nutricional de las algas marinas II. La harina de algas como fuente de vitaminas y microelementos. *Trabajo de Grado. Esc. de Zootecnia. Univ. Oriente.* pp. 37.

DIAZ, E. J. 1972. Evaluación nutricional de las algas marinas I. Niveles de harina de *Ulva fasciata* en dieta para pollos en crecimiento. *Trabajo de Grado. Esc. de Zootecnia. Univ. Oriente.* pp. 23.

DIAZ–PIFERRER & H. LOPEZ. 1959. Taxonomía, Ecología y valor nutricional de las algas marinas cubanas. I. *Instituto Cubano de Investigaciones Tecnológicas. N. G. La Habana. Cuba.* pp. 51.

---------- C. de P. CABALLER. 1964. Taxonomía y valor nutrimental de las algas marinas de Puerto Rico. Algas productoras de agar. *Instituto de Biología Marina. C.A.A.M. Univ. de Puerto Rico. Mayagüez.* pp. 145.

DODSON, J. R. & J. M. ARONSON. 1978. Cell wall composition of *Enteromorpha intestinalis. Bot. Mar.* 21:241-246.

ESTABLIER, R. 1964. Variación estacional de la composición química, extracción y características de agar-agar de algunas algas (géneros *Gelidium*) de las costa sudatlántica española. *Inv. Pesq.,* 26: 165-194.

FONTAINE, M. & J. BONILLA. 1978. Composición química de macroalgas marinas representativas del Estado Sucre. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.,* 17(1-2): 35-54.

FUGE, R. & K. H. JAMES. 1974. Trace metal concentration in *Fucus* from the Bristol channel. *Mar. Poll. Bull.*, 5: 9-12.

GAMBOA, B. 1979. Contenido de elementos trazas en organismos marinos del Golfo de Cariaco y áreas adyacentes. *Trabajo de Ascenso. Univ. Oriente. Cumaná.* pp. 12-14.

GANESAN, E. K. 1990. A Catalog of Bentric Marine Algae and Seagrasses of Venezuela, Fondo Editorial, CONICIT, 237 pp. 15 maps.

GAUCH, H. G. 1972. *Inorganic plant nutrition.* Dowden. Hutchinson and Ross. Ine. Stroudsbrg.

HALL, A. 1981. Copper acumulation in copper-tolerant and non- tolerant populations of the marine fouling algae. Ectocarpus siliculosus (Dillwyn.) Lyngbye. *Bot. Mar.*, 24(4): 223–28.

HAMMER, L. & F. GESSNER. 1967. La taxomía de la vegetación marina en la costa oriental de Venezuela. *Bol. I nst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 6(2): 186-265.

HANG, A. & JAMES. 1956. Seasonal variation in chemical composition on *Laminaria digitata* from dif-

ferent parts of the Norwegian coast. *Inst. Seaweed. Symp. Pro.*, 2: 10-15.

JOSHI, G. U. & C. A. GOWDE. 1975. Seasonal variation in the chemical composition of *Sargassum ilicifolium.* Grum. and sea Water. Indian *J. Mar. Sci.*, 4(2): 165-168.

LAPOINTE, B. E. & K. R. TENORE. 1981. Experimental out door studies with *Ulva fasciata*. Delile. I. Interaction of light and nitrogen on nutrient uptake, growth, and biochemical composition. *J. exp. mar. Biol. Ecol.*, 53: 135-152.

LEMUS, A. 1970. La flora macrobentónica y algunos parámetros físicos y químicos del Golfo de Cariaco. *Lagena.*, 25: 3-11.

LEWIN, J. C. 1962b. Calcification. In: *The Physiology and Biochemistry of Algae,* (ed.) Lewin R. A. pp. 457-465. Academic Press, New York & London.

MUNDA, I. M. 1978. Trace metal concentrations in some Iceland Seaweeds. *Bot. Mar.*, 21(4): 261-263.

MURPHY, J. & J. P. RILEY. 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta.*, 27: 31-36.

OKUDA, T., J. BENITEZ A., & E. FERNANDEZ A. 1968. Condiciones hidrográficas y químicas en la Bahía de Mochima y la Laguna Grande del Obispo desde 1964 a 1966. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente.*, 7(2): 7-37.

----------1981. Condiciones hidroquímicas en la Bahía de Pozuelos y áreas adyacentes. *VII Simposio latinoamericano sobre Oceanografía Biológica. Acapulco. Guerrero, México*. Resúmenes, pp. 139.

PAREKH, R. J., L. V. MARU & M. J. DAVE. 1977. Chemical composition of green seaweeds of Saurashtra coast. *Bot. mar.*, 20: 359-362.

PINEDA, J. 1978. Variación mensual de las condiciones hidroquímicas de la Laguna La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Trabajo de Ascenso. Univ. Oriente. Boca de Río*. pp. 27-31.

RICE, D. L. & B. E. LAPOINTE. 1981. Experimental out door studies with *Ulva fasciata.* Delile. II. Trace metal chemistry. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 54: 1-11.

ROSEMBERG, G. & J. RAMUS. 1982. Ecological growth strategies in the seaweeds *Gracilaria foliifera* (Rhodophyceae) and Ulva sp. (Chlorophyrophyceae) soluble nitrogen and reserve carbohydrates. *Mar. Biol.*, 66: 251-259.

SAENKO, G. N., KORYAKOVA, M. D. MAKIENKO & I. G. DOBROSMYSLOVA. 1976. Concentration of polyvalent metals by seaweed in Vostok Bay. *Mar. Biol.*, 34: 169-176.

SALAZAR, L. J. C., J. BONILLA & B. GAMBOA. 1986. Metales pesados y materia orgánica en los sedimentos superficiales de la Laguna Las Marites. *Bol. Inst. Oceanogr. de Venezuela. Univ. Oriente*. 25 (1 & 2).

SALDIVIA, E., B. GAMBOA & J. BONILLA. 1990. Composición Química del alga *Ulva fasciata* Puerto Sucre (El Guapo) y Araya. Estado Sucre. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente. (en prensa*).

SIVALINGAM, P. 1978. Biodisposited trace metals and mineral content studies of some tropical marine algae. *Bot. Mar.*, 20:(5): 265-300.

SOKAL, R. R. & F. J. ROHLT. 1969. Biometry W. H. Freeman and Co. San Francisco. California.

VALLADARES, J. & T. YARES, 1974. Química de la conservación a la forma de enlatado de la *Durvillea antártica* (Chemisso- Hariot) y de "*Ulva lactuca*" L. AT. A., 14(1): 127-135.

VELASQUEZ, A. C., 1981. Estudio sobre la Biología, Ecología y Composición Química de la agarófita Pterocladia capillacea del Oriente de Venezuela. *Trabajo de Grado. Univ. Oriente.*

pp. 99.

VELASQUEZ, A. C., E. K. GANESAN & J. BONILLA R. 1988. Field and Laboratory studies on the Agarophyta *Pterocladia capillacea* (S. G. Gmelin) Bornet (Gelidiaceae, Rhodophyta) from Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente.* 27(1 & 2): 3-23.

ZAJIC, J. E. 1970. *Properties and products of algae.* Plenum Press New York. London. pp. 154.

ZARZOSA, J. 1974. Características sedimentológicas y geomorfológicas de la Laguna de La Restinga, Isla de Margarita, Venezuela. *Cuadernos azules. Univ. Oriente.*, 9: 5-8.

ZAVODNIK, N. 1973. Seasonal variations in rate of photosynthetic activity and Chemical composition of the littoral seadweeds commun to the north Adriatic. Part. I. *Fucus virsoides* (Don) J. Ag. Bot. Mar., 16: 155-165.