

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE BIOLOGIA

VARIACIONES ESTACIONALES
EN LA COMPOSICION QUIMICA DE CINCO ALGAS
DE LA COSTA CARIBE DE COSTA RICA
Y SU POSIBLE UTILIZACION

**TESIS PARA OPTAR AL TITULO
DE
LICENCIADA EN BIOLOGIA**

CLAUDIA CHARPENTIER ESQUIVEL

CIUDAD UNIVERSITARIA RODRIGO FACIO

1980

VARIACIONES ESTACIONALES EN LA COMPOSICION QUIMICA
DE CINCO ALGAS DE LA COSTA CARIBE DE
COSTA RICA Y SU POSIBLE UTILIZACION

Tesis

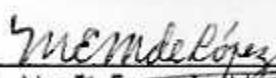
DEDICATORIA

Presentada en la
ESCUELA DE BIOLOGIA

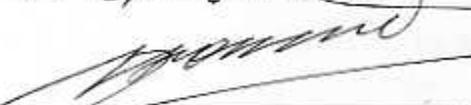
Aprobada:


Ricardo Soto Soto M.Sc

Director de tesis


Lic. María Eugenia Meoño

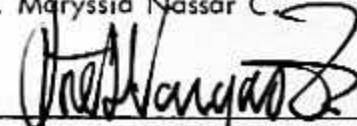
Directora a.i. Escuela de Biología


Luis A. Fournier O., Ph.D

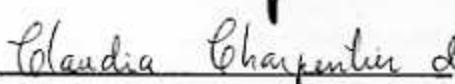
Miembro tribunal

Lic. Maryssia Nassar C.

Miembro tribunal


José A. Vargas Z., M.Sc

Miembro tribunal


Claudia Charpentier Esquivel

Castello

AGRADECIMIENTO

- Al M.Sc. Ricardo Soto S., compañero y guía de tesis, quien me orientó en el trabajo de investigación, amigo a quien admiro por sus capacidades intelectuales y humanas, le agradezco la revisión del texto original.

DEDICATORIA

- A la Lic. María Eugenia Masoño, M.Sc., José A. Vargas Z. y la Lic. Marjorie Hinoj C., miembros del tribunal por la revisión del texto.

- Al Dr. Luis Fernando O., profesor guía durante mis años de estudio, a quien agradezco la forma iniciada en el campo de la investigación y los sabios consejos que siempre me brindó, y a la vez por la minuciosa revisión del texto original.

- A la prof. Rosana Viquez de Sotomayor por su apoyo y la revisión del texto.

A mis padres, quienes con su ejemplo, cariño y dedicación lograron orientarme para vencer los obstáculos de la vida y llegar a ser lo que soy.

A mis hermanos.

- Al personal del laboratorio de Nutrición: A Luis Diego y Luis Dieguito, quienes han llenado mi vida de momentos felices y realizaciones, y amistad, los que facilitaron toda el trabajo de laboratorio.

- Al Lic. Juan Esteban quien me ayudó con el análisis estadístico, en su sincera profesionalidad.

- A mis amigos y compañeros de la Universidad Nacional, quienes colaboraron

AGRADECIMIENTO

- de diversas maneras en el apoyo para la realización del presente estudio, mu-
- Al M.Sc. Ricardo Soto S. compañero y guía de tesis, quien me orientó en el trabajo de investigación, amigo a quien admiro por sus capacidades intelectuales y humanas, le agradezco la revisión del texto original.
 - A la Lic. María Eugenia Meoño, M.Sc. José A. Vargas Z. y la Lic. Maryssia Nassar C., miembros del tribunal por la revisión del texto.
 - Al Dr. Luis M. Fourrier O., profesor guía durante mis años de estudio, a quien agradezco haberme iniciado en el campo de la investigación y los sabios consejos que siempre me brindó, y a la vez por la minuciosa revisión del texto original.
 - A la prof. Roxana Víquez deseo manifestarle mi agradecimiento por sus consejos y la revisión del texto.
 - Al personal del laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad de Costa Rica, Guido, Gelos, Romilio y Marta Ester por su paciencia y amistad, las que hicieron posible todo el trabajo de laboratorio.
 - Al Lic. Juan Bolaños quien me ayudó con el análisis estadístico, mi sincero agradecimiento.
 - A mis estudiantes y compañeros de la Universidad Nacional, quienes colaboraron

de diversas maneras en el apoyo para la realización del presente estudio, muchas gracias.

—A la señora Nora María Rojas, quien realizó todo el trabajo mecanográfico con paciencia y dedicación mi sincero agradecimiento.

—Al personal del Departamento de Publicaciones de la Universidad Nacional por la ayuda recibida en la impresión y encuadernación de mi trabajo de tesis, mi gratitud.

—Al personal de Parques Nacionales y en especial a Juan Dobles por toda la colaboración recibida, gracias.

Y a todos aquellos que ahora escapan a mi mente, muchas gracias.

INDICE

Página

RESUMEN	75
LISTA DE CUADROS	70
LISTA DE FIGURAS	18
INTRODUCCION	"Grandes riquezas esperan en las rocas y arenas de nuestras costas, en las aguas y profundidades de nuestros mares, mientras pueblos sufren innecesarias angustias económicas: el científico que investiga, el técnico que aconseja, el economista que sabe el juego de las cifras, el industrial y el obrero que producen, el inversionista que emplea sus recursos, todos pueden y deben aunar sus esfuerzos en la creación de industrias que transformen las potenciales riquezas marinas en riquezas activas de la nación."
REVISIÓN DE LITERATURA	6
A. Descripción de los géneros	6
B. Usos de las algas	6
C. Estudios sobre la composición química y mineral de las algas	18
D. Variaciones estacionales de la composición química y mineral de las algas	18
E. Cultivo de algas	20
MATERIALES Y METODOS	23
RESULTADOS	25
DISCUSION Y CONCLUSIONES	35
A. Variaciones estacionales en la composición química de las algas	35
B. Posible utilización de las algas analizadas	63
RECOMENDACIONES	Manuel Díaz - Piferrer 66
BIBLIOGRAFIA	67

INDICE

RESUMEN

	<u>Página</u>
RESUMEN	vi
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	4
A. Descripción de los géneros	4
B. Usos de las algas	11
C. Estudios sobre la composición química de las algas	16
D. Variaciones estacionales de la composición química y mineral de las algas	18
E. Cultivo de algas	20
MATERIALES Y METODOS	23
RESULTADOS	25
DISCUSION Y CONCLUSIONES	55
A. Variaciones estacionales en la composición química de las algas	55
B. Posible utilización de las algas analizadas	63
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFIA	67

RESUMEN

Análisis químicos de proteína, grasa, humedad, ceniza, fibra cruda y minerales se realizaron en diciembre de 1978 y agosto de 1979 en la provincia de Limón, Costa Rica, en: Bryothamnium triquetrum, Gracilaria fortissima, Hypnea musciformis, Sargassum sp. y Ulva lactuca. Se encontró que existen variaciones estacionales en la composición química de estas algas, las que parecen estar vinculadas a cambios principalmente en el régimen de precipitación de la zona.

Todas las plantas estudiadas pueden ser cultivadas, pero se recomiendan las que poseen en sus paredes grandes cantidades de ficocoloides, a saber, B. triquetrum, G. fortissima, H. musciformis y Sargassum sp., sobre todo por el amplio mercado que poseen estos productos, y por su relativa abundancia en la costa Caribe de Costa Rica.

La utilización de estas algas en la alimentación humana y animal y su utilización como abono debe estudiarse pues en ciertas épocas del año son arrastradas grandes cantidades de algas que podrían tener algunos de los usos antes mencionados.

<u>LISTA DE CUADROS</u>		<u>Página</u>
Cuadro 1.	Composición proximal, en base al peso seco, de <u>Bryothamnium triquetrum</u> , <u>Gracilaria fortissima</u> , <u>Hypnea musciformis</u> , <u>Sargassum sp.</u> y <u>Ulva fasciata</u> en muestreos efectuados en diciembre 1978 y agosto 1979 en algunas zonas de la costa Caribe de Costa Rica.	27
Cuadro 2.	Porcentaje de variación de la composición proximal de: <u>Bryothamnium triquetrum</u> , <u>Gracilaria fortissima</u> , <u>Hypnea musciformis</u> y <u>Sargassum sp.</u> en muestreos efectuados en diciembre 1978 y agosto 1979 en la costa Caribe de Costa Rica.	28
Cuadro 3.	Composición química de las algas colectadas en diciembre 1978. Datos transformados por la función arcoseno.	29.
Cuadro 4.	Composición química de las algas colectadas en agosto 1979, datos transformados por la función arcoseno.	30
Cuadro 5.	Promedio aritmético y desviación estándar de las cinco algas en estudio con respecto a los parámetros de medida de los muestreos de diciembre y agosto.	31
Cuadro 6.	Diferencias entre medias de los parámetros de medida de cuatro algas del mar Caribe respecto a muestreos de diciembre 1978 y agosto 1979 y significancia para un $\alpha = 0,05$	32
Cuadro 7.	Porcentaje de materia seca de <u>Bryothamnium triquetrum</u> , <u>Hypnea musciformis</u> , <u>Gracilaria fortissima</u> , <u>Sargassum sp.</u> y <u>Ulva fasciata</u> en los muestreos de diciembre 1978 y agosto 1979 en algunas áreas de la costa Caribe de Costa Rica.	33.

	<u>Página</u>
Cuadro 8.	
Figura 1.	34
<p>Contenido de calcio, magnesio, sodio, potasio y fósforo en base seca de <u>Bryothamnium triquetrum</u>; <u>Hypnea musciformis</u>; <u>Gracilaria fortissima</u>; <u>Sargassum</u> sp. y <u>Ulva fasciata</u> en diciembre 1978 y agosto 1979 en algunas zonas de la costa Caribe de Costa Rica.</p>	
Cuadro 9.	
Figura 3.	35
Figura 4.	3
Figura 5.	9
Figura 6.	22
Figura 7.	36
Figura 8.	37
Figura 9.	38
Figura 10.	39
Figura 11.	40
<p>Valores de microelementos analizados en: <u>Bryothamnium triquetrum</u>; <u>Hypnea musciformis</u>; <u>Gracilaria fortissima</u>, <u>Sargassum</u> sp. y <u>Ulva fasciata</u> colectadas en los meses de diciembre 1978 y agosto 1979 en algunas partes de la costa Caribe de Costa Rica.</p>	
<p>Hábita de una porción de <u>Bryothamnium triquetrum</u> (Gmelin) Harv x 1.0. Tomado de Taylor, 1972.</p>	
<p>Hábita de una planta de <u>Gracilaria fortissima</u> Dawson x 1.0 muy degradada.</p>	
<p>Mapa de la provincia de Limón. Escala 1:1,000,000, en que se indican las tres áreas donde se realizó el presente estudio.</p>	
<p>Medias de precipitación en cm., temperatura en °C y brillo solar hr./día en Puerto Limón, desde octubre de 1978 o setiembre de 1979.</p>	
<p>Variación estacional en el contenido de proteína de <u>Bryothamnium triquetrum</u>, <u>Gracilaria fortissima</u>, <u>Hypnea musciformis</u>, <u>Sargassum</u> sp. y <u>Ulva fasciata</u> en la costa Caribe de Costa Rica.</p>	
<p>Variación estacional en el contenido de grasa de <u>Bryothamnium triquetrum</u>, <u>Gracilaria fortissima</u>, <u>Hypnea musciformis</u>, <u>Sargassum</u> sp., <u>Ulva fasciata</u> en la costa Caribe de Costa Rica.</p>	
<p>Variación estacional en el contenido de humedad y cenizas de algunas algas del Mar Caribe de Costa Rica.</p>	
<p>Variación estacional en el porcentaje de fibra cruda de algunas algas del Mar Caribe de Costa Rica.</p>	

LISTA DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Figura 1.	Hábito de una planta joven de <u>Ulva fasciata</u> Delile x 0.75. Tomado de Taylor, 1972. 5
Figura 2.	Fragmento de una planta de <u>Sargassum</u> sp. x 1.2. Tomado de Taylor, 1972. 6
Figura 3.	Hábito de una planta de <u>Hypnea musciformis</u> (Wulfen) Lamouroux x 1.2. Tomado de Taylor, 1972. 7
Figura 4.	Hábito de una porción de <u>Bryothamnium triquetrum</u> (Gmelin) Howe x 1.0. Tomado de Taylor, 1972. 8
Figura 5.	Hábito de una planta de <u>Gracilaria fortissima</u> Dawson x 1.0 muy depredada. 9
Figura 6.	Mapa de la provincia de Limón. Escala 1:1.000.000, en que se indican los tres sitios donde se realizó el presente estudio. 22
Figura 7.	Medias de precipitación en mm., temperatura en °C y brillo solar hr/día en Puerto Limón, desde octubre de 1978 a setiembre de 1979. 36
Figura 8.	Variación estacional en el contenido de proteína de <u>Bryothamnium triquetrum</u> , <u>Gracilaria fortissima</u> , <u>Hypnea musciformis</u> , <u>Sargassum</u> sp. y <u>Ulva fasciata</u> en la costa Caribe de Costa Rica. 37
Figura 9.	Variación estacional en el contenido de grasa de <u>Bryothamnium triquetrum</u> , <u>Gracilaria fortissima</u> , <u>Hypnea musciformis</u> , <u>Sargassum</u> sp., <u>Ulva fasciata</u> en la costa Caribe de Costa Rica. 38
Figura 10.	Variación estacional en el contenido de humedad y cenizas de algunas algas del Mar Caribe de Costa Rica. 39
Figura 11.	Variación estacional en el porcentaje de fibra cruda de algunas algas del Mar Caribe de Costa Rica. 40

	<u>Página</u>
INTRODUCCION	
Figura 12.	Variación estacional en el porcentaje de materia seca de cinco algas de la costa este de Costa Rica. 41
Figura 13.	Variación estacional en el contenido de calcio de algunas algas de la costa Caribe de Costa Rica. 42
Figura 14.	Variaciones estacionales en el contenido de magnesio de algunas algas estudiadas en la costa Caribe de Costa Rica. 43
Figura 15.	Variaciones estacionales en el contenido de sodio de cinco algas del Mar Caribe, Costa Rica. 44
Figura 16.	Variaciones estacionales en el contenido de potasio de cinco algas de la costa Caribe, Costa Rica. 45
Figura 17.	Variaciones estacionales en el contenido de fósforo de cinco algas de la costa Caribe, Costa Rica. 46
Figura 18.	Variaciones estacionales en el contenido de cobre de cinco algas de la costa este de Costa Rica. 47
Figura 19.	Variaciones estacionales en el contenido de zinc de cinco algas de la costa Caribe de Costa Rica. 48
Figura 20.	Variaciones estacionales en el contenido de hierro de cinco algas de la costa Caribe de Costa Rica. 49
Figura 21.	Variaciones estacionales del contenido de manganeso de cinco algas de la costa este de Costa Rica. 50
Figura 22.	Variación de la composición química de <u>Bryothamnium triquetrum</u> durante los muestreos de agosto y diciembre. 51
Figura 23.	Variación de la composición química de <u>Gracilaria fortissima</u> durante los muestreos de agosto y diciembre. 52
Figura 24.	Variación de la composición química de <u>Hypnea musciformis</u> durante los muestreos de agosto y diciembre. 53
Figura 25.	Variación de la composición química de <u>Sargassum</u> en los muestreos efectuados en agosto y diciembre. 54

INTRODUCCION

Las algas constituyen un grupo de gran interés científico para los botánicos, pero además de esto ofrecen muchas posibilidades de utilización en beneficio del hombre, sin embargo como anota Michanek (1978):

nos encontramos en un momento donde un gran tesoro de conocimientos sobre las algas se está perdiendo, el poder determinar los usos de las diferentes especies, qué partes coleccionar y cómo prepararlas. La población mundial tiene un incremento de 80 millones de habitantes por año, lo que implica que muy pronto tendremos que recurrir nuevamente a las algas y en una situación en que se deberán utilizar todas aquellas que puedan contribuir a nuestra alimentación.

La extracción de ficocoloides es el uso más importante que se hace hoy día de las algas, ya que su utilización como fertilizante y en la alimentación animal y humana es poco practicado.

Por encontrarse Costa Rica en la zona tropical, las algas rojas constituyen el grupo de mayor diversidad, distribución y biomasa. Las algas pardas son un grupo menos diversificado en el trópico y no se encuentra ninguno de los géneros gigantes que abundan en las aguas templadas.

En algunos países como Japón y en el sureste asiático, las algas juegan un papel muy importante en la alimentación de las poblaciones localizadas en las regiones costeras desde tiempos muy primitivos; allí las algas tienen nombre propio, siendo la capacidad inquisitiva del pueblo la que va conduciendo los trabajos de

los científicos por caminos de investigación adecuados para solucionar problemas y para aumentar la rentabilidad en la producción y explotación de los productos derivados de las mismas. A costa de todo esto, la exploración de nuevos campos en la industria ha traído la consolidación de un mundo laboral directamente vinculado a los macrófitos (Niell, 1973).

En nuestro país no se ha realizado ningún trabajo sobre la posible utilización de las algas que se encuentran con mayor abundancia en algunas regiones de la costa Caribe, por esta razón en este trabajo se utilizaron algunas con interés económico. Entre ellas: Hypnea musciformis (Wulfen) Lamoroux, Gracilaria, y Bryothamnium triquetrum Gmelin, algas rojas que se usan en la extracción de ficoloides principalmente, aunque en algunos países asiáticos como Filipinas se consumen crudas en ensaladas (Boney, 1965; Días-Piferrer, 1967; Etcheverry, 1958; Johnston, 1966; Mshingeni y Mziray, 1979; Niell, 1973; Rama Rao y -- Krishnamurthy, 1968; Velázquez, 1972). Sargassum sp. se utiliza en la elaboración de abonos y concentrados animales y para la extracción de ácido algínico (Chiu, 1956; Días-Piferrer, 1967; Umamaheswara Rao, 1970). Ulva fasciata Delile se consume en ensalada o en sopa y se emplea en la alimentación de algunos animales (Días-Piferrer, Naria de Campa y Saavedra Losa, 1961; Llaña, 1948; Johnston, 1966; Niell, 1972; Umamaheswara Rao, 1970).

Esta investigación tiene como objetivo determinar la variación estacional en el contenido mineral, de proteína, fibra cruda, agua y grasas de cinco especies de algas del litoral Caribe de Costa Rica.

Se espera que este estudio motive la realización de otras investigaciones en nuestro medio, que evalúen esta fuente de nutrientes, vitaminas, minerales y ficoloides que en el futuro podrían tener importancia en el desarrollo económico del país.

2) Ulva fasciata Setchell.

Forma constituida por una lámina lobulada, lobulos estrechos con la base ensanchada hasta 30 cm. de largo. La lámina es bicolorada por una costilla gruesa. Tiene un disco basal muy desarrollado que le permite fijarse fuertemente al sustrato. Los elementos de reproducción se localizan en las márgenes del talo.

Crece sobre todo en nutrientes inorgánicos en la zona de entremareas y zonas bajas rocosas, en lugares de oleaje fuerte a moderado. Sus poblaciones son más densas en zonas protegidas. En los costas americanas se distribuye desde Canadá del Norte hasta Uruguay. (Ver Figura 1) (Joly, 1965; Taylor, 1972).

3) Sargassum sp.

Phaeophyta, Fucales, Sargassaceae.

Forma de color parduzco, con disco basal grande y lobulado, ramificándose que varía de simples a filiformes, los filidos de ramón están a serjados, con ramificaciones laterales. Crece en zonas expuestas al embate de las olas. (Figura 2) (Taylor, 1972).

4) Hypnea musciformis (Wulfen) Lamourous.

Phaeophyta, Gigartinales, Hypneaecae.

Forma arbustiva, generalmente muy compactada que crece fija o raramente sobre algas en algunas rocas grandes de textura bastante firme. Se distribuye

REVISION DE LITERATURA

A. Descripción de los géneros:

A) Ulva fasciata Delile.

Planta constituida por una lámina lobulada, lóbulos acintados con la base cuneada; hasta 30 cm. de largo. La lámina es biestromática con una cutícula gruesa. Tiene un disco basal muy desarrollado que le permite fijarse fuertemente al sustrato. Los elementos de reproducción se localizan en las márgenes del talo.

Crece sobre todo en sustratos rocosos en la zona de entremareas y zonas poco profundas, en lugares de oleaje fuerte o moderado. Sus poblaciones son más densas en zonas eutroficadas. En las costas americanas se distribuye desde Carolina del Norte hasta Uruguay, (Ver Figura 1) (Joly, 1965; Taylor, 1972).

B) Sargassum sp.

Phaeophyta, Fucales, Sargassaceae.

Plantas de color pardo claro, con disco basal grande y lobulado, ramificaciones que van de amplias a filiformes, los filidios de margen entero o serrado, con ramificaciones laterales. Crecen en zonas expuestas al embate de las olas, Figura 2 (Taylor, 1972).

C) Hypnea musciformis (Wulfen) Lamouroux.

Rhodophyta, Gigartinales, Hypnaceae.

Plantas arbustivas, generalmente muy enmarañadas que crecen fijas a rocas o más frecuente apífitas en algas más grandes; de textura carnosa firme. Su color

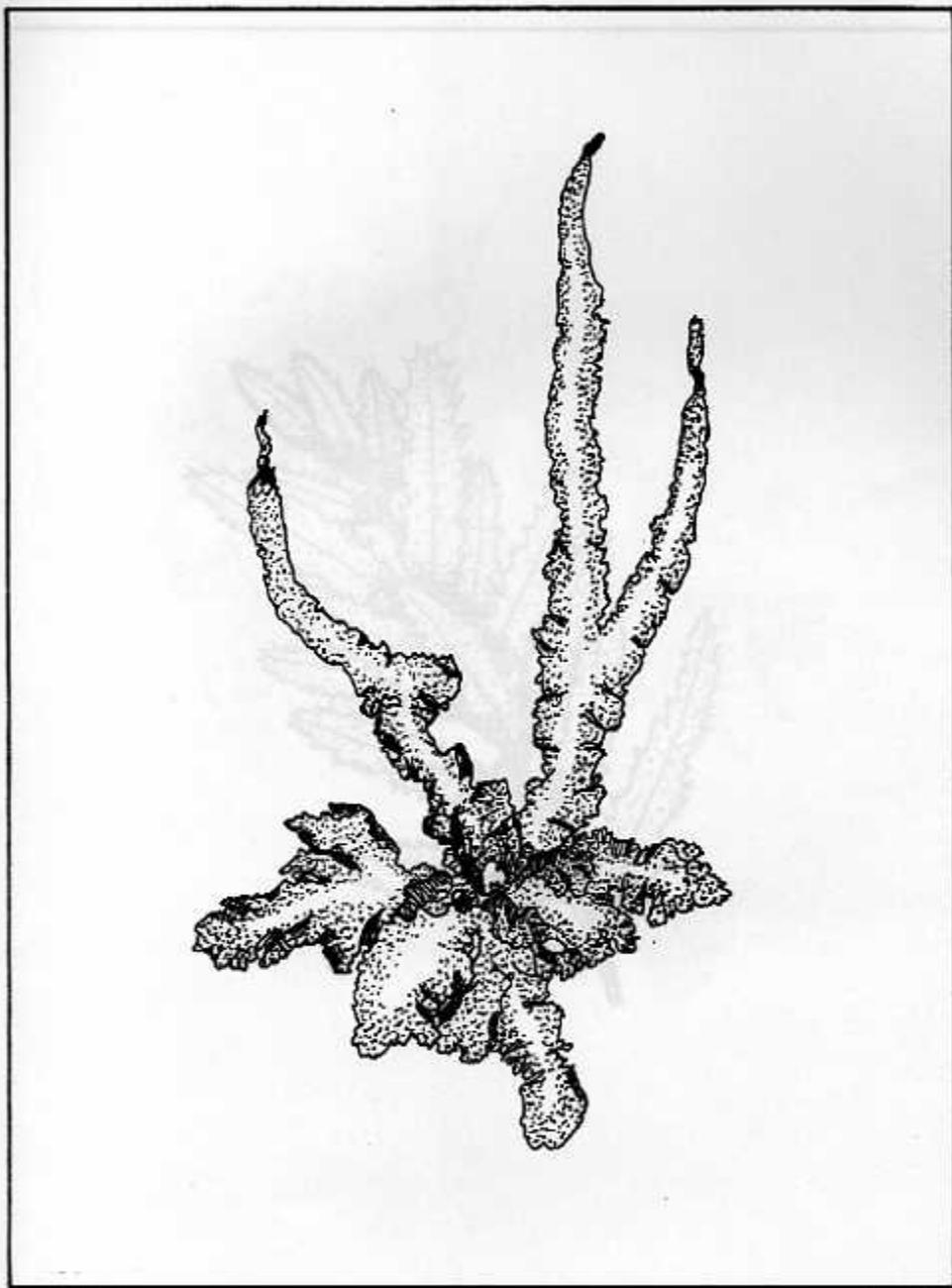


FIGURA No. 1

HABITO DE UNA PLANTA JOVEN DE *ULVA FASCIATA* DELILE x 0.75

TOMADO DE TAYLOR, 1972



FIGURA No. 2

FRAGMENTO DE UNA PLANTA DE SARGASSUM SP. x 1.2

TOMADO DE TAYLOR, 1972

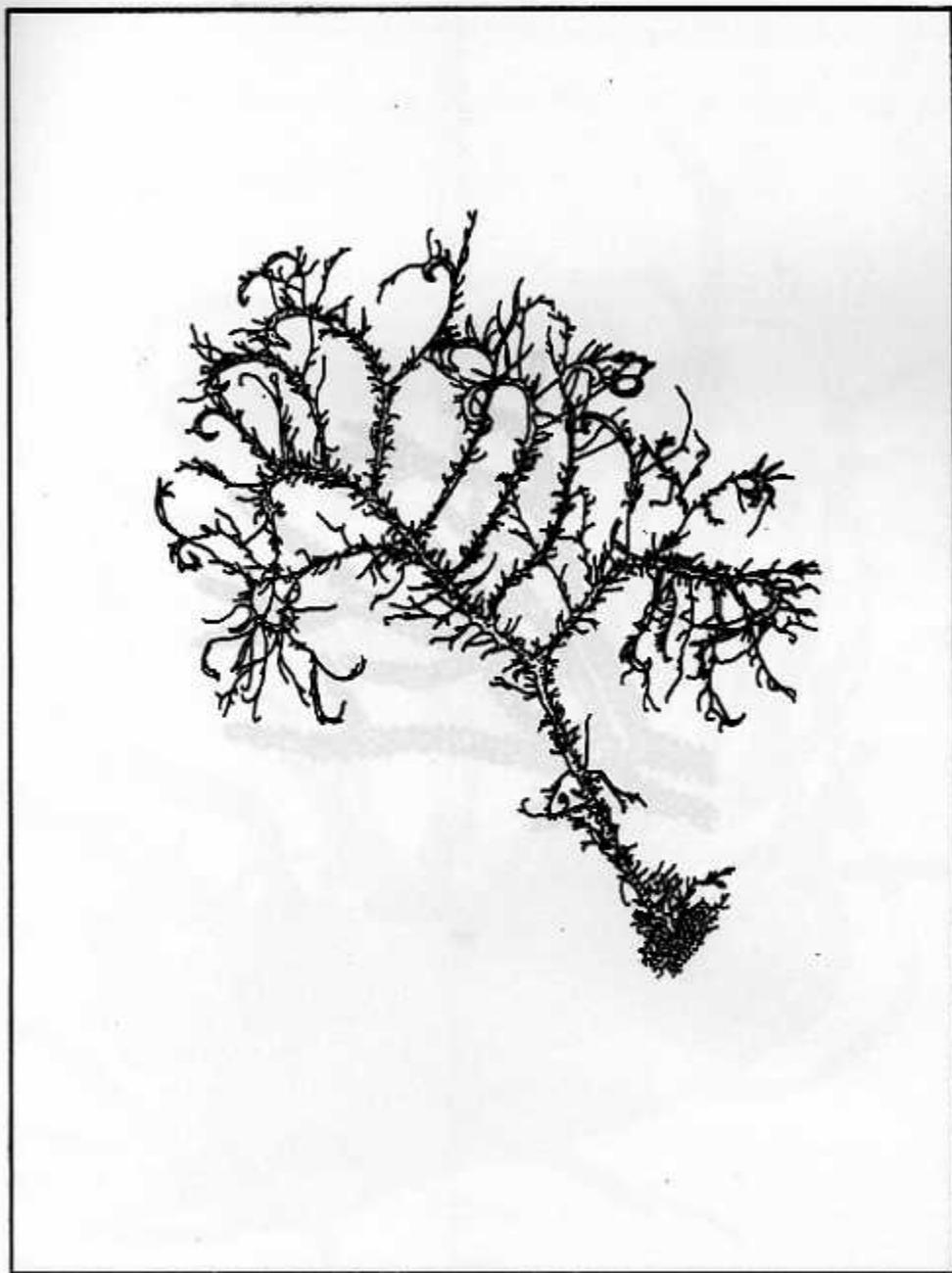


FIGURA No. 3

HABITO DE UNA PLANTA DE HYPNEA MUSCIFORMIS (WULFEN) LAMOUREUX x 1.2

TOMADO DE TAYLOR, 1972

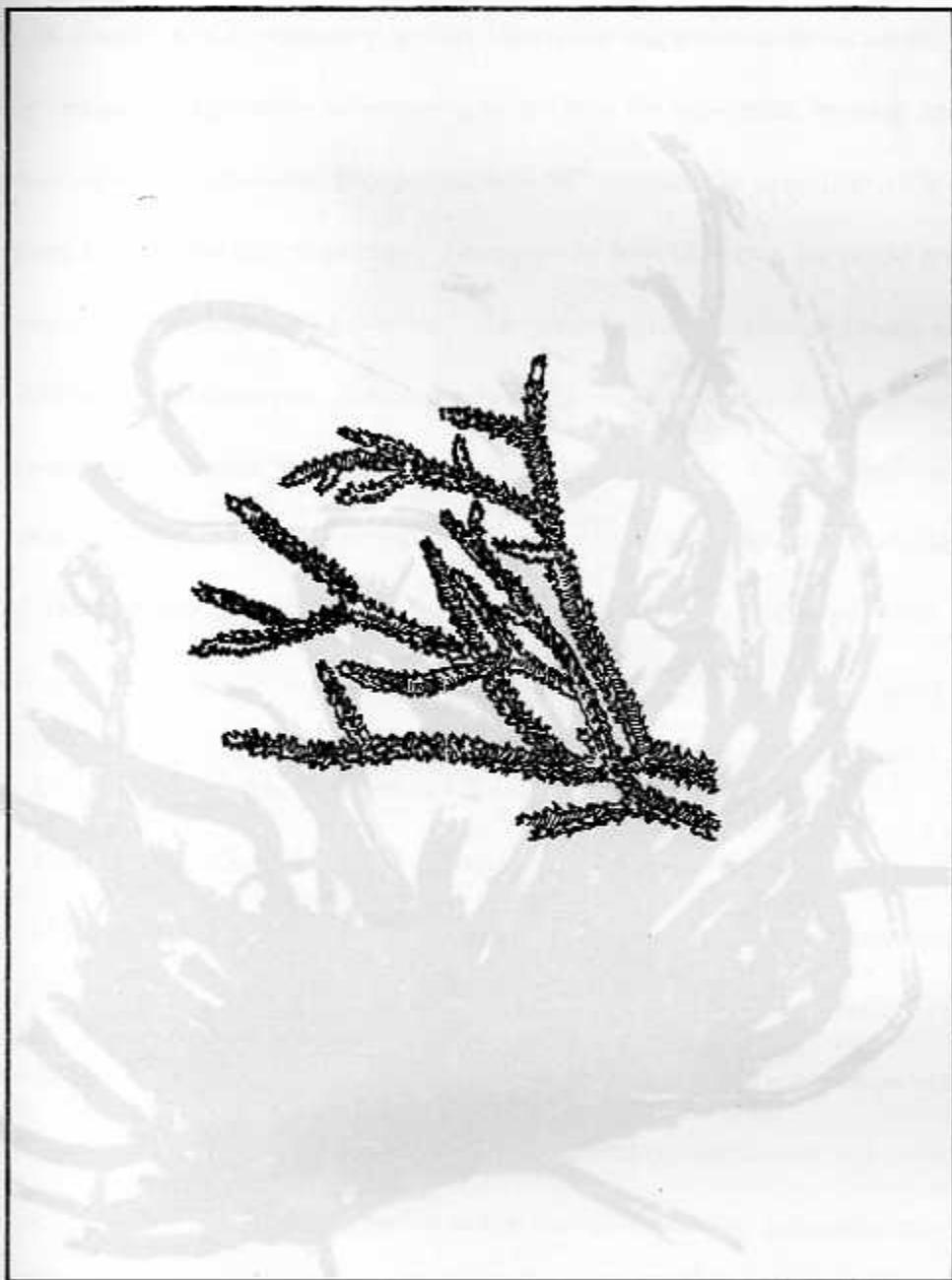


FIGURA No. 4

HABITO DE UNA PORCION DE BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM (GMELIN) HOWE x 1.0

TOMADO DE TAYLOR, 1972



FIGURA No. 5

HABITO DE UNA PLANTA DE GRACILARIA FORTISSIMA DAWSON x 1.0 MUY DEPREDADA

Eucochyta, Gigartinales, Gracilariaceae.

varía de rosado a rojo púrpura y es muy corriente encontrarla decolorada. Ramificación irregular, las ramas principales se dividen en numerosas ramitas cortas espinulosas que nacen formando ángulos de casi 90° con el eje principal, las puntas de las ramas son elongadas, desnudas y típicamente hinchadas en forma de gancho y con una cresta de pequeñas espinitas. Tetrasporangios zonados inmersos en espinitas hinchadas. Cistocarpos globosos agrupados en ramas laterales; las carpósporas son numerosas y ocupan la región central del cistocarpo. Se encuentra tanto en mar abierto como en el interior de bahías calmas, su distribución va desde Carolina del Norte hasta Uruguay, y es muy abundante, (Figura 3) (Joly, 1965; Taylor, 1972).

D) Bryothamnium triquetrum (Gmelin) Howe.

Rhodophyta, Ceramiales, Rhodomelaceae.

Plantas de hasta 25 cm. de largo, erectas, de color púrpura-parduzco. La textura es carnosa - cartilaginosa, el talo es terete en la parte inferior y triangular en la parte superior. Ramificación irregular alterna, las ramas con ramitas cortadas en forma espiralada y la mayoría bifurcadas al menos una vez. Los estiquios pedicelados y en posición axilar entre las ramillas, con pequeñas ramas fasciculadas.

Crece principalmente en zonas de aguas poco profundas, expuestas moderadamente: su distribución en América va de Florida al Brasil.

E) Gracilaria fortissima Dawson

Rhodophyta, Gigartinales, Gracilariaceae.

Plantas arbustivas de un pequeño disco basal, terete, carnosa y de ramificación irregular (Taylor, 1972). Su color varía de rosado a rojo púrpura. Cistocarpos distribuidos por todo el talo del alga e inmersos en él, de forma globosa, Figura 5.

B. Usos de las algas:

Los autores difieren en sus criterios respecto al primer uso que se dio a las algas. Hay pruebas de que desde los albores de la civilización han sido usadas como alimento (Chiu, 1956; Desai, 1967; Humm, 1947; Jensen, 1972; Kühnemann, 1970; Niell, 1973; Michanek, 1978), o como abono y para la alimentación (Desai, 1967; Duville y Duville, 1972; Umamaheswara Rao, 1970). Según algunos autores en la Roma antigua se usaron en la fabricación de medicamentos y cosméticos y como alimento para los caballos (Desai, 1967; Jensen, 1972; Llaña, 1948).

En la actualidad la mayoría de los países que cuentan con este recurso no dedican esfuerzo alguno para promover el uso de las algas en la alimentación o en farmacología. Michanek (1978), llama la atención al respecto, señala sobre todo, que el uso de las algas con este objetivo ha decaído significativamente quedando circunscrito casi exclusivamente a algunos países orientales. En Chile se utiliza en la dieta el "cochayuyo" Durvillea antarctica (Chamisso) Hariot y el "luche" Ulva y Porphyra. En Perú y Bolivia se consumen algunas algas azul verdosas del género Nostoc de agua dulce (Kühnemann, 1970).

A partir de la década del 40 con la proliferación de fábricas de harinas de

algas en Europa y Estados Unidos, el uso de ellas en la alimentación animal dejó de estar restringido a las zonas costeras. Con las técnicas modernas de nutrición, el interés en la utilización de las algas se fue orientando hacia su uso como suplemento de dietas" (Russo de Rojkind, 1978). Esta práctica aunque aumentó en algunas regiones, en muchos países con costas como el nuestro es totalmente desconocida y se ignora que las harinas de algas poseen altos contenidos de vitaminas y minerales, por lo que pueden usarse en sustitución de mezclas comerciales de costo elevado (Blunden, 1972; Boney, 1965; Díaz-Piferrer, 1967; Jensen, 1972).

En experimentos con gallinas y vacas a las que se les suministró en sus dietas porciones de harinas algales se encontró un aumento del contenido de yodo en la yema y la leche (Boney, 1965; Díaz-Piferrer, 1967; Jensen, 1972).

Las algas medicinales se han utilizado tanto en humanos como en animales y en la literatura se hace referencia a sus propiedades como vermífugas, calmantes, limpiadoras de la sangre, su capacidad de reducir las infecciones y la efectividad en el tratamiento de úlceras (Abe y Kaneda, 1972; Almodovar, 1963; Chiu, 1956; 1958; Díaz-Piferrer, 1967; Humm, 1947, Kim, 1972; Kühnemann, 1970; Umamaheswara Rao, 1970).

El empleo de algas como fertilizante es muy reducido, pero en los últimos años se han efectuado una serie de experimentos en la utilización de abonos de algas y se informa de incrementos en la producción, contenidos de proteína más altos en algunos cultivos abonados con estos fertilizantes, reducción en los ataques por insectos y hongos, mejor germinación, incrementos en la asimilación de constituyentes inorgánicos del suelo, mejor calidad de la fruta almacenada, etc.

(Blunden, 1972; Blunden y Wildgoose, 1977; Bokil, Mehta y Datar, 1972; Chapman, 1976; Kühnemann, 1970; Llaña, 1948; Niell, 1973).

Aparte de los ya mencionados, el uso más importante que se ha dado a las algas consiste en la extracción de ficocoloides usados en muy diversos procesos industriales, práctica que ha hecho que la demanda de materia prima aumente día a día. La literatura al respecto es muy amplia debido a que existe interés por parte de las grandes compañías que han financiado proyectos de investigación sobre las propiedades, usos, nuevos géneros de algas que podrían utilizarse, etc.

(Cuyvers, 1978; Davanzo et al., 1970; Desai, 1967; Díaz-Piferrer, 1961, 1967; Díaz-Piferrer y Pérez, 1964; Etcheverry, 1958; Kühnemann, 1970; Llaña, 1948; Niell, 1973; Parker, 1974; Umamaheswara Rao, 1970).

Gelidium es el género más utilizado en la extracción de agar, sin embargo se pueden utilizar muchos otros entre los que se encuentran Gracilaria y Bryothamnium (Díaz-Piferrer, 1961; Simonetti, Giaccone y Pignatti, 1970). El agar es una mezcla compleja de polisacáridos (Mackie y Preston, 1974), para Díaz-Piferrer (1967) lo considera como un ficocoloide hidrofílico que en condiciones favorables de temperatura aumenta considerablemente de volumen absorbiendo tanto como veinte veces su peso en agua, característica importante en su aplicación industrial. En la industria alimenticia se usa el agar como gelificante y espesante para obtener cremas, gelatinas, pasteles, helados, para preparar quesos, como estabilizante de mayonesas, en los queques para retener humedad; en confitería para gomas y confites rellenos suaves. Como protector en la industria de la carne y pescado. En licorería como clarificante y para la fabricación de vinos y cerveza. En el

ahumado de tabaco. En farmacia es empleado como vehículo de medicinas en general, en la cubierta de cápsulas, contra los constipados crónicos y para cultivos microbiológicos. En cosmetología se usa como estabilizante de emulsiones y como constituyente de cremas para la piel, pomadas y lociones. En fotografía para recubrir películas y placas. Se emplea además para cubrir los alambres de tungsteno donde actúa como lubricante. En la industria textil para aprestos y estampado de telas. En odontología, criminología, en preparaciones de museo y como moldeador en general por su plasticidad cuando está semilíquido y su solidez a temperatura ambiente (Desai, 1967; Llaña, 1948; Niell, 1973; Parker, 1974; Percival y McDowell, 1967; Umamaheswara Rao, 1970).

"Las algas rojas también pueden producir otros tipos de ficocoloides parecidos al agar pero que no se ajustan a las características que se indican para el agar en relación con su punto de fusión, el punto de gelificación y otras cualidades. A estos ficocoloides se les denomina con el nombre de agaroides, que también tienen importancia no sólo desde el punto de vista químico, sino que también del económico, debido a las múltiples aplicaciones que puede tener en la industria" (Díaz-Piferrer, 1961). La carragenina, un tipo de agaroides que es extraído de algas como Hypnea sps. y Chondrus crispus Lingb. se parece al agar en que es un éster sulfúrico, pero se diferencia en que necesita concentraciones más altas para gelificar y su gel hierve a temperatura más baja (Etcheverry, 1958). "La relación de dureza de la gelatina rica en carragenina es de 300 g/cm^2 , en el agar lo aceptado está por encima de esa cifra y el agar japonés tiene $350/\text{cm}^2$ " (Niell, 1973).

La carragenina se usa como estabilizador y homogeneizador en pastelería,

panadería, industria de la leche y de enlatado. Al igual que el agar y el ácido alginico se utiliza como clarificante en bebidas, jugos de frutas enlatados, siropes para diabéticos y productos dietéticos en general por su bajo contenido calórico, en la elaboración de mermeladas, jaleas, pastas para confituras, caramelos, cremas, quesos, helados, mayonesas, salsas, etc. Se emplea también en emulsiones, pastillas de acción retardada, medicinas para el tratamiento de úlceras y envenenamientos. En cosmetología se utiliza para elaborar cremas faciales, jabones, lociones, pastas de dientes, cremas de afeitar, etc. Se usa en tintorerías, curtido, en el acabado de productos textiles, de papel, en la fabricación de detergentes (Díaz-Piferrer, 1967; Mumford, 1977; Niell, 1973; Percival y McDowell, 1967).

Las algas pardas o feófitas es otro grupo del cual se extraen ficocoloides llamados alginatos. Están constituidos por unidades de ácido urónico y se localizan en las regiones intercelulares y en las paredes (Mackie y Preston, 1974). Los alginatos al igual que los otros ficocoloides tienen múltiples usos; en la industria farmacéutica como excipiente, emulsivo, formador de jaleas, para recubrir cápsulas; en cosmetología para la elaboración de jabones, pastas dentríficas, lociones, cremas para afeitar, talcos de baño, fijadores y lacas, champú, etc. En odontología para impresiones dentales, moldeadores y fijadores. En panadería y pastelería en la elaboración de cremas, pastas, gelatinas, merengues, mermeladas y jaleas y para mantener la humedad en los queques. En la industria alimenticia para aumentar la viscosidad de sopas, salsas, confituras, jugos de fruta y jarabes. En la industria de la leche se emplea en la elaboración de helados, bebidas preparadas a base de leche y cacao, queso, yogurt, requesón, mantequilla y margarina donde actúa

como emulsivo y protector de la vitamina A. En la industria textil se emplea en pastas de estampado y baños de tinte y aprestos. En papelería como espesante de colas y recubrimiento de superficies. Estabilizante de pinturas, barnices, adhesivos, materiales para pulir cuero. Para recubrir películas fotosensibles con $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$, se utiliza para el tratamiento de aguas de calderas como agente de floculación y decantación (Desai, 1967; Kühnemann, 1970; Niell, 1973; Percival y McDowell, 1967; Umamaheswara Rao, 1970). Un uso menos frecuente consiste en utilizar alginatos de inferior calidad para prevenir la erosión, pues no son arrastrados por el agua. En Alemania se mezcla con alquitrán para construir caminos lo que da como resultado una mejor adhesión a la grava (Kühnemann, 1970).

"En general, tanto el agar como el alginato se usan como estabilizadores, emulsificantes, espesantes, formadores de cuerpo en ciertos productos y agentes gelificantes. Agar-agar se usa por lo general cuando se necesita un gel firme y los alginatos para productos suaves y viscosos" (Umamaheswara Rao, 1970).

C. Estudios sobre la composición química de las algas:

La composición química de las algas es un campo poco explorado especialmente en los trópicos; los estudios hechos hasta hoy se refieren a aquellas algas que se consumen en grandes cantidades en el oriente, a las macrofitas que se utilizan en la elaboración de harinas de algas, o a algunas a las que se les extraen ficocoloides. Johnston (1972), ha trabajado en los análisis de algas japonesas, ya que los estudios que habían eran incompletos y la mayoría escritos en japonés.

Los análisis de la composición química que se realizan actualmente incluyen

la determinación de los aminoácidos, puesto que conociendo la composición de las algas se amplían las posibilidades de cultivar algunas especies para la alimentación humana (Augier y Santimone, 1978; Burkholder, Burkholder y Almodovar, 1971; Niell, 1973). También se ha estudiado su composición (Burkholder et al., 1971).

Los carbohidratos de las algas no son fácilmente digeribles y el valor alimenticio de ellas depende de los minerales, elementos traza, proteínas y vitaminas presentes (Boney, 1965; Umamaheswara Rao, 1970).

Las algas rojas y pardas contienen vitaminas A y D en cantidades significativas, la vitamina C también está presente en esos grupos, pero es más abundante en las algas verdes y particularmente cuando están frescas; el caroteno beta, precursor de la vitamina A está presente en todas las algas, por lo que no debería existir deficiencia de esa vitamina en la gente que incluye algas en su dieta (Etcheverry, 1958; Johnston, 1966). CIBIMA se ha preocupado por impulsar los análisis de mi-

El análisis de la composición química de Ulva fasciata ha sido objeto de estudio por su posible utilización en la alimentación humana o animal (Burkholder, Burkholder y Almodovar, 1971; Johnston, 1966; Umamaheswara Rao, 1970). Algunos datos sobre la composición de U. lactuca se encuentran en un trabajo realizado en Chile (Etcheverry, 1958). realizando en la India (Umamaheswara Rao, 1970).

Diferentes especies de Gracilaria han sido analizadas por su importancia económica (Burkholder, Burkholder y Almodovar, 1971; Johnston, 1966, 1972; Kim y Humm, 1965; Umamaheswara Rao, 1970). frecuencia que existen varias

La composición química del alga roja Bryothamnium triquetrum Gmelin fue determinada en Puerto Rico, aunque no se cita en ningún otro trabajo (Burkholder,

Burkholder y Almodovar, 1971).

Hypnea musciformis (Wuiffen) Lamouroux ha sido analizada en la India debido a la importancia que tiene en ese país su cultivo (Umamaheswara Rao, 1970).

En el Caribe también se ha estudiado su composición (Burkholder et al., 1971).

Sargassum con sus varias especies también ha sido objeto de análisis para determinar su composición química (Burkholder, Burkholder y Almodovar, 1971; Johnston, 1966; Umamaheswara Rao, 1970).

Durvillea antarctica (Chamisso) Hariot ha sido estudiada en Argentina donde es muy abundante, así como Codium fragile (Suringer) Hariot (Delgado y Duville, 1977; Duville, 1977; Duville, Duville y Nadin, 1975).

El contenido de potasio de Macrocystis pyrifera Ag. y Lessonia fuscescens Bory en Duperr fue analizado en Argentina. En ese país el Centro de Investigaciones en Biología Marina (CIBIMA) se ha preocupado por impulsar los análisis de minerales y de composición química de las algas que se encuentran en el litoral de ese país (Duville y Duville, 1972).

La información bibliográfica referente a contenidos de minerales en las algas es muy reducida y en lo que concierne a las del presente estudio solamente se encontró el trabajo que vienen realizando en la India (Umamaheswara Rao, 1970).

D. Variaciones estacionales de la composición química y mineral de las algas.

En la literatura algológica se cita con mucha frecuencia que existen variaciones estacionales en la composición química y mineral de las algas, sin embargo no se presentan cuadros con los porcentajes de esa variación. "En general, los

autores se sorprenden de la complejidad y variación química de las algas, pero esto puede ser bien entendido si pensamos que el término de algas involucra a numerosas especies y que tal como sucede con los vegetales terrestres además de las variaciones específicas, existen grandes variaciones ecológicas, estacionales y aún individuales" (Köhnemann, 1970).

Se han observado variaciones estacionales en la firmeza del gel extraído de Hypnea musciformis (Rama Rao, 1978; Rama Rao y Krishnamurthy, 1978; Umamaheswara Rao, 1970), y en la viscosidad de los alginatos (Krivoruchko y Duville, 1970, 1971; Cheng, Lee y Yen, 1974; Devau y Castle, 1974; Mikiyama, 1975; Uluoğlu, 1975; Pérez y Broad, 1975; Shimura, 1976; Trono, 1974).

Estudios realizados en el Japón presentan las variaciones estacionales en el contenido de vitamina B₁₂ y en el contenido de aminoácidos en Porphyra (Boney, 1965). En algunas otras áreas se está experimentando con el cultivo de Gracilaria y

"Parece ser que los elementos menores, los cuales podrían tener algún papel en la reproducción, están en menor cantidad en frondas estériles que en las fértiles. Existen variaciones tanto estacionales como debidas a la localidad, proximidad a drenajes de la tierra, tipo de roca de la costa, etc. y existen variaciones dentro de la misma planta" (Johnston, 1956).

A pesar de la afirmación de que existen variaciones estacionales en la composición química de las algas, ninguno de los trabajos anteriormente mencionados incluye datos estadísticos de variaciones en el contenido de proteínas, minerales, grasas, etc., ya que únicamente presentan algunas anotaciones de variaciones en la firmeza del gel de carragenanos o del contenido de alginatos.

En Argentina se realizó un estudio de la variación mensual del contenido de

cenizas, ácido algínico, grasas, yodo y proteína en Macrocystis pyrifera Ag. (Hepburn, 1965, b).

E. Cultivo de algas:

La acuicultura de algas se practica desde hace muchas décadas en varios países asiáticos, hoy día se cultiva en gran escala Porphyra, Undaria, Laminaria y Euclima; en la India se ha desarrollado rápidamente el cultivo de Hypnea y Sargassum (Bae y Chang, 1977; Bardach, Ryther y McLarney, 1972; Chang y Chang, 1970, 1971; Chang, Bae y Yun, 1973; Deveau y Castle, 1976; Michanek, 1978; Miura, 1975; Pérez y Braud, 1978; Shimura, 1976; Trono, 1974; Umamaheswara Rao, 1970).

En algunas otras áreas se está experimentando con el cultivo de Gracilaria y en la literatura se encuentran datos muy promisorios de este cultivo (Etcheverry, 1958; Okamura, 1925; Simoneti, Giaccone y Pignatti, 1978; Umamaheswara Rao, 1970).

El cultivo de algas en nuestro país permitiría explotar un recurso que hasta el momento no ha sido utilizado y que sin la acuicultura se acabaría rápidamente. Al igual que en la India se deben iniciar los estudios para cultivar Hypnea, Gracilaria y Sargassum y buscar poblaciones de Euclima para incrementarlas y posteriormente cultivarlas.

En Filipinas al menos un centenar de familias de sitios aledaños a la costa, están dedicados al cultivo de Euclima con excelentes resultados e ingresos superiores a otras actividades que se desarrollan en la zona (Deveau y Castle, 1976;

Trono, 1974).

Las técnicas que se podrían emplear para el cultivo de las algas recomendadas se encuentran en muchos trabajos y podrían ajustarse de acuerdo a nuestras posibilidades (Cheong y Cheong, 1970; Deveau y Castle, 1976; Mathieson y Burns, 1975; Mumford, 1977; Ohmi y Shinmura, 1976; Parker, 1974; Pérez y Brand, 1978).

"En acuicultura se necesitan estudios dirigidos a la utilización de especies no tradicionales, al aprovechamiento de zonas óptimas para la acuicultura, a la repoblación de superficies adyacentes a los campos que hoy en día existen y a una transformación fundamental del "modus operandi" de nuestra industria y en la proyección que puede tener en la vida de los recolectores"(Niell, 1973).

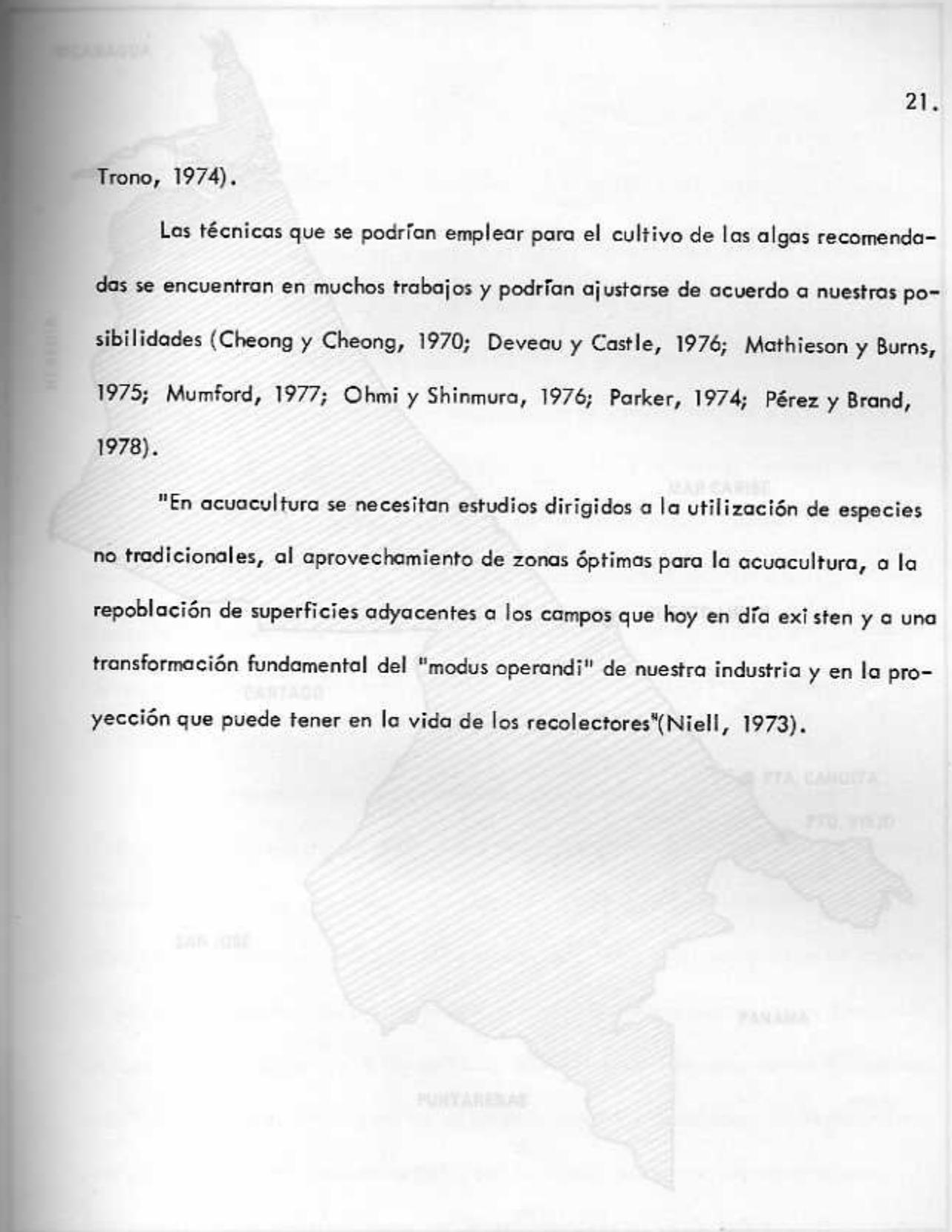


FIGURA No. 3

MAPA DE LA PROVINCIA DE LIMÓN, ESCALA 1:1.000.000, EN CUYO SE INDICAN LOS TRES SITIOS DONDE SE REALIZÓ EL PRESENTE ESTUDIO

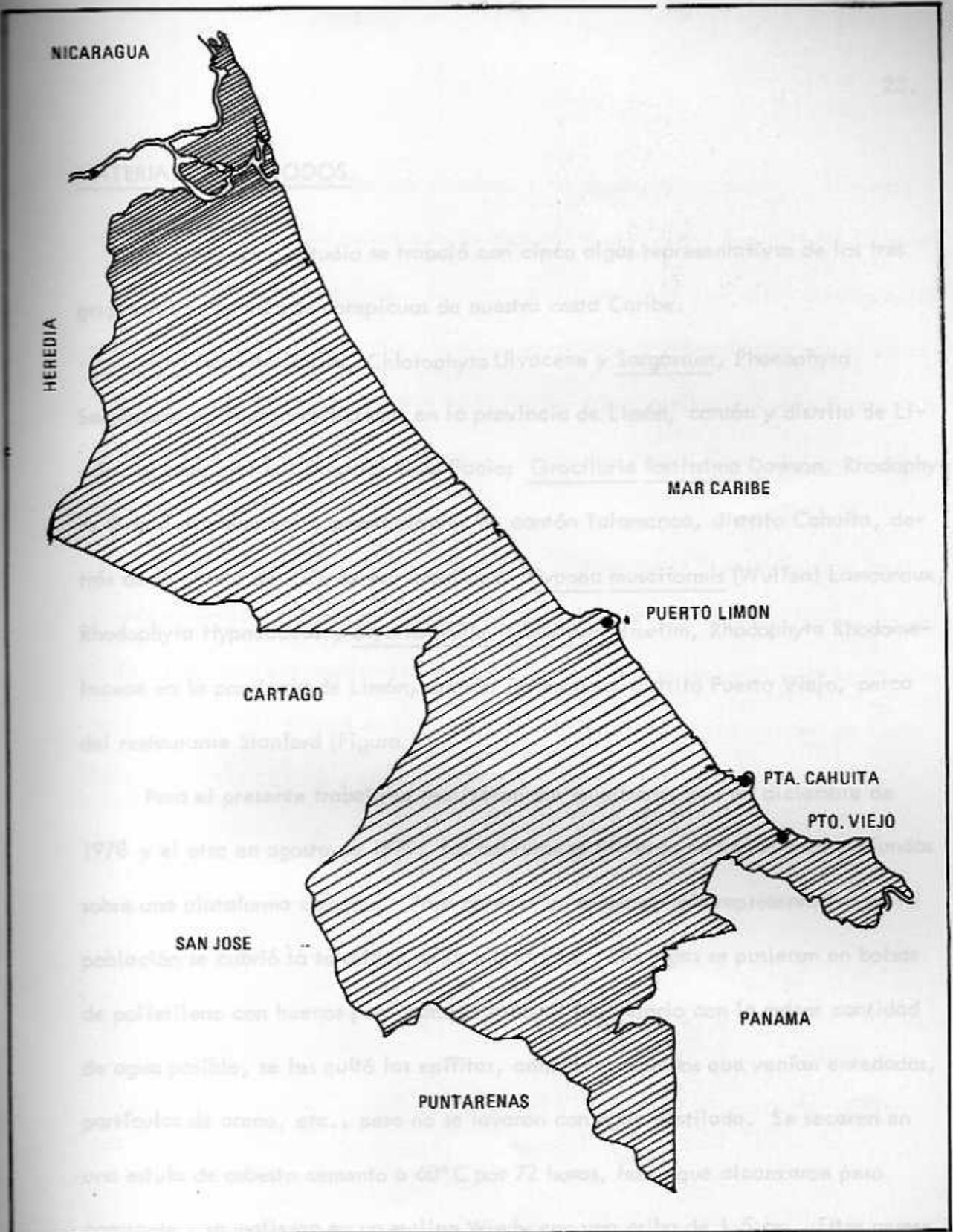


FIGURA No. 6

MAPA DE LA PROVINCIA DE LIMON, ESCALA 1:1.000.000, EN QUE SE INDICAN
LOS TRES SITIOS DONDE SE REALIZO EL PRESENTE ESTUDIO

MATERIALES Y METODOS

En el presente estudio se trabajó con cinco algas representativas de los tres grupos taxonómicos más conspicuos de nuestra costa Caribe.

Ulva fasciata Delile, Chlorophyta Ulvaceae y Sargassum, Phaeophyta Sargassaceae, fueron colectadas en la provincia de Limón, cantón y distrito de Limón, al lado este del Hospital Tony Facio; Gracilaria fortissima Dawson, Rhodophyta Gracilariaceae en la misma provincia, cantón Talamanca, distrito Cahuita, detrás de la planta del ICE de esa localidad; Hypnea musciformis (Wulfen) Lamouroux, Rhodophyta Hypneaceae y Bryothamnium triquetrum Gmelin, Rhodophyta Rhodomelaceae en la provincia de Limón, cantón Talamanca, distrito Puerto Viejo, cerca del restaurante Stanford (Figura 6).

Para el presente trabajo se realizaron dos muestreos, uno en diciembre de 1978 y el otro en agosto de 1979; las colectas se hicieron en aguas poco profundas sobre una plataforma coralina. Para obtener un muestreo más representativo de la población se cubrió la totalidad de la plataforma. Las algas se pusieron en bolsas de polietileno con huecos para transportarlas al laboratorio con la menor cantidad de agua posible, se les quitó las epífitas, animales pequeños que venían enredados, partículas de arena, etc., pero no se lavaron con agua destilada. Se secaron en una estufa de asbesto cemento a 60°C por 72 horas, hasta que alcanzaron peso constante y se molieron en un molino Windy con una criba de 1,5 cm. Estas muestras se guardaron en bolsas de polietileno debidamente rotuladas y se pusieron en una gaveta protegidas de la luz.

A cada alga se le analizó proteína, fibra cruda, grasa, cenizas, humedad y minerales utilizando los métodos de la Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 1970), cada análisis se hizo por duplicado. Los minerales calcio, sodio, magnesio, potasio, cobre, zinc, hierro y manganeso se determinaron con el espectrofotómetro de absorción atómica de la Perkin -Elmer modelo 372 y el fósforo se analizó con un fotocolorímetro Bausch and Lomb. Spectronic 20 con celdas de un centímetro de ancho.

Parte de los análisis del muestreo de diciembre de 1978 se realizaron en el Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica, pero por problemas de espacio se continuaron los análisis en el laboratorio de Nutrición Animal de la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica.

El Cuadro 7 presenta el porcentaje de materia seca de cada alga en los muestreos realizados en diciembre y agosto.

El porcentaje de los macroelementos calcio, magnesio, sodio, potasio y fósforo encontrados en las colectas efectuadas en diciembre y agosto, se consiguen en el Cuadro 8.

Los valores en partes por millón de los microelementos cobre, zinc, hierro y manganeso se presentan en el Cuadro 9.

La Figura 7 Incluye los medios de precipitación, temperatura y brisa sola de octubre de 1978 a febrero de 1979 en Puerto Limón.

Las Figuras 8, 9, 10 y 11 presentan las variaciones estacionales en los

RESULTADOS

Las variaciones en el análisis químico proximal de las cinco algas se consignan en el cuadro 1.

El Cuadro 3 presenta el porcentaje de variación de la composición proximal de las algas estudiadas.

Para realizar el análisis estadístico, los porcentajes que aparecen en el Cuadro 1 fueron transformados por la función arcoseno y los resultados se presentan en los Cuadros 3 y 4.

Se determinó el promedio aritmético y la desviación estándar de los parámetros proteína, grasa, humedad y ceniza y los resultados se incluyen en el cuadro 5.

La diferencia entre las medias de los parámetros analizados y la significancia estadística se presentan en el Cuadro 6.

El Cuadro 7 presenta el porcentaje de materia seca de cada alga en los muestreos realizados en diciembre y agosto.

El porcentaje de los macroelementos calcio, magnesio, sodio, potasio y fósforo encontrados en las colectas efectuadas en diciembre y agosto, se consignan en el Cuadro 8.

Los valores en partes por millón de los microelementos cobre, zinc, hierro, y manganeso se presentan en el Cuadro 9.

La Figura 7 incluye las medias de precipitación, temperatura y brillo solar de octubre de 1978 a setiembre de 1979 en Puerto Limón.

Las Figuras 8, 9, 10 y 11 presentan las variaciones estacionales encontradas

en el contenido de proteína, grasa, humedad, cenizas y fibra cruda de las algas utilizadas para el presente estudio.

La variación estacional del porcentaje de materia seca de las especies utilizadas se consigna en la Figura 12.

La variación estacional encontrada en los macroelementos de las algas del presente estudio se presentan en las Figuras 13, 14, 15, 16 y 17.

En las figuras 18, 19, 20 y 21 se presentan las variaciones estacionales encontradas para los microelementos analizados.

Las variaciones estacionales de todos los parámetros analizados se presentan en la Figura 22 para Bryothamnium triquetrum Gmelin, de Gracilaria fortissima Dawson en la Figura 23, la figura 24 para Hypnea musciformis (Wulfen) Lamouroux y en la figura 25 para Sargassum.

ESPECIES	PROTEINA		HUMEDAD	CENIZAS	FIBRA CRUDA
	DMC	ABO			
<u>BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM</u>	5.52	26.22	8.83	1.00	2.84
<u>GRACILARIA FORTISSIMA</u>	7.38	2.21	7.87	1.00	2.84
<u>HYPNEA MUSCIFORMIS</u>	18.51	11.87	3.89	1.00	2.84
<u>SARGASSUM SP.</u>	15.20	11.01	4.88	1.00	2.84
<u>ULVA FASCIATA</u>	8.97	—	9.36	—	—

* Puerto Viejo, Limón

† Bahía Limón

‡ Puerto Viejo

CUADRO 1

COMPOSICION PROXIMAL, EN BASE AL PESO SECO, DE BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM; GRACILARIA FORTISSIMA; HYPNEA MUSCIFORMIS;
SARGASSUM SP. Y ULVA FASCIATA EN MUESTREOS EFECTUADOS EN DICIEMBRE 1978 Y AGOSTO 1979
EN ALGUNAS ZONAS DE LA COSTA CARIBE DE COSTA RICA

ESPECIES	PROTEINA		LIPIDOS		HUMEDAD		CENIZA		FIBRA CRUDA	
	DIC.	AGO	DIC.	AGO	DIC.	AGO	DIC.	AGO	DIC.	AGO
BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM*	5,57	10,22	5,01	1,71	6,70	6,33	49,28	54,11	7,07	9,00
GRACILARIA FORTISSIMA ^x	7,78	7,31	7,67	0,88	10,07	4,28	40,38	72,40	0,67	4,31
HYPNEA MUSCIFORMIS*	13,41	14,67	2,90	1,27	9,66	8,15	42,52	58,51	3,46	3,84
SARGASSUM SP. ^o	10,20	9,01	4,46	0,97	14,83	10,36	32,03	73,61	7,71	8,40
ULVA FASCIATA ^o	6,82	---	0,78	---	17,15	---	29,50	---	3,40	---

COLECTADAS EN * Puerto Viejo, Limón.

^x Cahuita, Limón

^o Puerto Limón

CUADRO 2

COMPOSICION QUIMICA DE LAS ALGAS EN DICIEMBRE 1978

PORCENTAJE DE VARIACION DE LA COMPOSICION PROXIMAL DE:
 BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM, GRACILARIA FORTISSIMA, HYPNEA MUSCIFORMIS Y SARGASSUM SP.
 EN MUESTREOS EFECTUADOS EN DICIEMBRE 1978 Y AGOSTO 1979 EN LA COSTA CARIBE DE COSTA RICA

ESPECIES	PROTEINA	GRASA	HUMEDAD	CENIZA	FIBRA CRUDA
BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM	16,345	16,345	16,345	16,345	16,345
	11,7000	11,700	11,700	11,700	11,700
	45.50**	65.87**	5.52 ^{NS}	8.93**	21.44
GRACILARIA FORTISSIMA	21,525	21,525	21,525	21,525	21,525
	21,280	21,280	21,280	21,280	21,280
	6.04 ^{NS}	88.53**	57.50**	44.23**	84.45
HYPNEA MUSCIFORMIS	19,875	19,875	19,875	19,875	19,875
	14,350	14,350	14,350	14,350	14,350
	8.59**	56.21**	15.63**	27.33**	9.90
SARGASSUM SP.	19,280	19,280	19,280	19,280	19,280
	15,210	15,210	15,210	15,210	15,210
	11.67 ^{NS}	78.25**	30.14**	56.49**	8.21

CUADRO 3
 COMPOSICION QUIMICA DE LAS ALGAS COLECTADAS EN DICIEMBRE 1978
 DATOS TRANSFORMADOS POR LA FUNCION ARCOSENO ($\text{Sen}^{-1} \sqrt{y}$).

ESPECIES	PROTEINA	GRASA	HUMEDAD	CENIZA
BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM	13,538	12,575	14,453	44,524
	13,7500	13,271	14,700	44,650
GRACILARIA FORTISSIMA	16,345	16,174	18,300	39,365
	16,035	15,970	18,425	39,535
HYPNEA MUSCIFORMIS	21,573	9,940	18,107	40,622
	21,380	9,667	18,068	40,773
SARGASSUM SP.	18,916	12,371	22,657	34,499
	18,320	11,996	22,738	34,431
ULVA FASCIATA	15,058	5,001	23,827	32,746
	15,217	5,131	24,721	33,048

CUADRO 4
COMPOSICION QUIMICA DE LAS ALGAS
COLECTADAS EN AGOSTO 1979, DATOS TRANSFORMADOS POR LA FUNCION
ARCOSENO (Sen⁻¹ √y).

ESPECIE	PROTEINA	GRASA	HUMEDAD	CENIZA
BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM	18,358	7,796	14,583	47,282
	18,925	7,198	14,560	47,432
GRACILARIA FORTISSIMA	15,915	5,443	11,996	57,664
	15,453	5,289	11,858	58,958
HYPNEA MUSCIFORMIS	22,341	6,419	16,650	49,998
	22,673	6,496	16,514	49,795
SARGASSUM SP.	17,347	5,767	18,771	58,474
	17,511	5,534	18,766	59,056

PROMEDIO ARITMETICO Y DESVIACION ESTANDAR DE LAS CINCO ALGAS EN ESTUDIO CON RESPECTO A LOS PARAMETROS DE MEDIDA DE LOS MUESTREOS DE DICIEMBRE Y AGOSTO

MES	BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM		GRACILARIA FORTISSIMA		HYPNEA MUSCIFORMIS		SARGASSUM SP.		ULVA FASCIATA		
	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	\bar{X}	S	
DICIEMBRE	PROTEINA	13.644	0.1497	16.190	0.2192	21.476	0.1364	18.610	0.4214	15.137	0.1124
	GRASAS	12.923	0.4921	16.072	0.1442	9.803	0.1930	12.183	0.2651	5.066	0.0919
	HUMEDAD	14.995	0.4956	18.498	0.1969	18.107	0.0278	22.647	0.0832	24.461	0.4285
	CENIZA	44.567	0.0890	39.450	0.1202	40.697	0.1067	34.465	0.0480	32.897	0.2135
AGOSTO	PROTEINA	18.641	0.4009	15.684	0.3266	22.507	0.2347	17.462	0.1626		
	GRASAS	7.497	0.4228	5.366	0.1088	6.457	0.0544	5.650	0.1647		
	HUMEDAD	14.571	0.0162	11.932	0.0905	16.562	0.0961	18.771	0.0070		
	CENIZA	47.357	0.1060	58.311	0.9149	49.896	0.1435	58.765	0.4115		

CUADRO 6

DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DE LOS PARAMETROS DE MEDIDA DE CUATRO ALGAS DEL MAR CARIBE
RESPECTO A MUESTREOS DE DICIEMBRE 1978 Y AGOSTO 1979
Y SIGNIFICANCIA PARA UN $\alpha = 0,05$

Alga Parámetro de Medida	BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM	GRACILARIA FORTISSIMA	HYPNEA MUSCIFORMIS	SARGASSUM SP.
PROTEINA	4.997**	0.506 ^{NS}	-1.031**	1.148 ^{NS}
GRASA	5.426**	10.706**	3.346**	6.533**
HUMEDAD	0.424 ^{NS}	6.566**	1.525**	3.876**
CENIZA	-2.77**	-18.861**	-9.199**	-24.300**

* : Significativa al $\alpha = 0.05$ ** : Significativa al $\alpha = 0.01$

NS: No significativa al 0.05

CUAERO 7

PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM; HYPNEA MUSCIFORMIS;
GRACILARIA FORTISSIMA; SARGASSUM SP. Y ULVA FASCIATA EN LOS MUESTREOS DE
DICIEMBRE 1978 y AGOSTO 1979 EN ALGUNAS AREAS DE LA COSTA CARIBE DE COSTA RICA

ALGA ANALIZADA	Porcentaje materia seca	
	Muestreo Diciembre	Muestreo Agosto
BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM	90.99	92.57
HYPNEA MUSCIFORMIS	86.95	90.18
GRACILARIA FORTISSIMA	87.32	94.73
SARGASSUM SP.	82.03	87.19
ULVA FASCIATA	71.55	—

CUADRO 8

CONTENIDO DE CALCIO, MAGNESIO, SODIO, POTASIO y FOSFORO EN
 BASE SECA DE BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM; HYPNEA MUSCIFORMIS; GRACILARIA FORTISSIMA; SARGASSUM SP. Y ULVA FASCIATA EN DICIEMBRE 1978
 Y AGOSTO 1979 EN ALGUNAS ZONAS DE LA COSTA CARIBE DE COSTA RICA

ALGA ANALIZADA	PESO SECO (g)		Ca %		Mg %		Na %		K %		P %	
	DIC.	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO	DIC	AGO
BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM	4,6216	4,0473	2,74	2,76	0,87	0,41	1,95	2,49	2,4	5,03	0,3	0,07
HYPNEA MUSCIFORMIS	4,1862	4,0484	0,62	0,31	0,57	0,40	3,54	11,41	2,2	5,66	1,06	0,07
GRACILARIA FORTISSIMA	3,9884	4,0075	0,24	0,29	0,36	0,29	2,62	1,94	3,2	5,64	0,5	0,07
SARGASSUM SP.	3,6257	4,0010	1,30	1,34	0,86	1,13	3,25	2,74	4,35	2,85	0,13	0,10
ULVA FASCIATA	4,5252	---	0,27	---	2,55	---	4,26	---	4,06	---	0,07	---

VALORES DE MICROELEMENTOS ANALIZADOS EN: BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM; HYPNEA MUSCIFORMIS, GRACILARIA FORTISSIMA,

SARGASSUM SP. Y ULVA FASCIATA COLECTADAS EN LOS MESES DE DICIEMBRE 1978 Y AGOSTO 1979

EN ALGUNAS PARTES DE LA COSTA CARIBE DE COSTA RICA

ALGA ANALIZADA	PESO SECO (g.)		Cu (ppm)		Zn (ppm)		Fe (ppm)		Mn (ppm)	
	DIC.	AGO.	DIC.	AGO.	DIC.	AGO.	DIC.	AGO.	DIC.	AGO.
BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM	4,6216	4,0473	6,93	12,09	12,98	18,21	2,342,54	1 988,15	110,07	78,03
HYPNEA MUSCIFORMIS	4,1862	4,0484	4,84	6,61	13,57	10,66	1,340,87	13924,1	43,51	31,00
GRACILARIA FORTISSIMA	3,9884	4,0075	2,82	1,81	13,46	15,32	552,44	9499,6	67,87	84,84
SARGASSUM SP.	3,6257	4,0010	4,30	1,82	80,88	12,12	295,40	5542,2	79,66	61,18
ULVA FASCIATA	4,5252	---	3,22	---	50,90	---	206,23	---	16,65	---

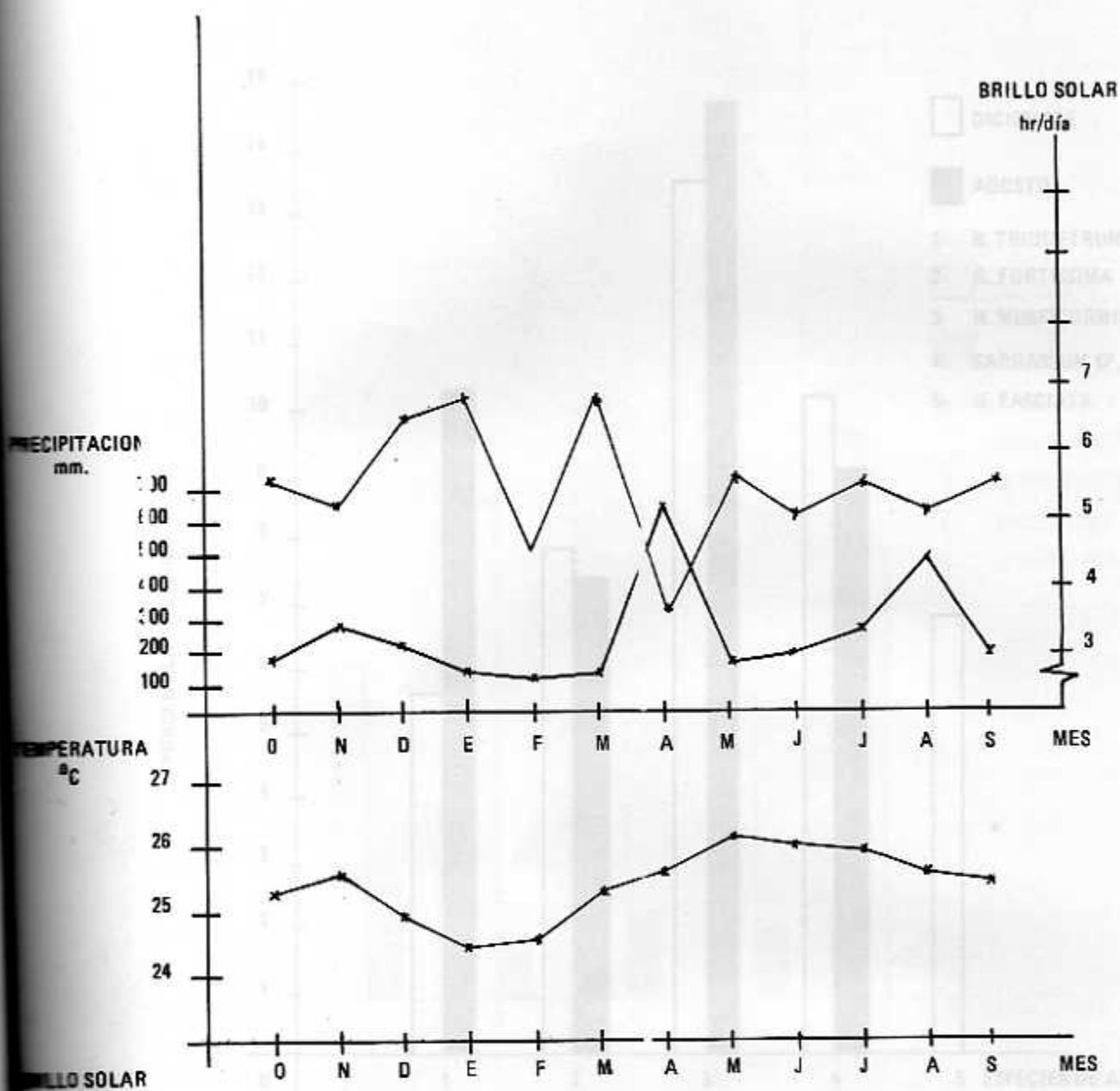
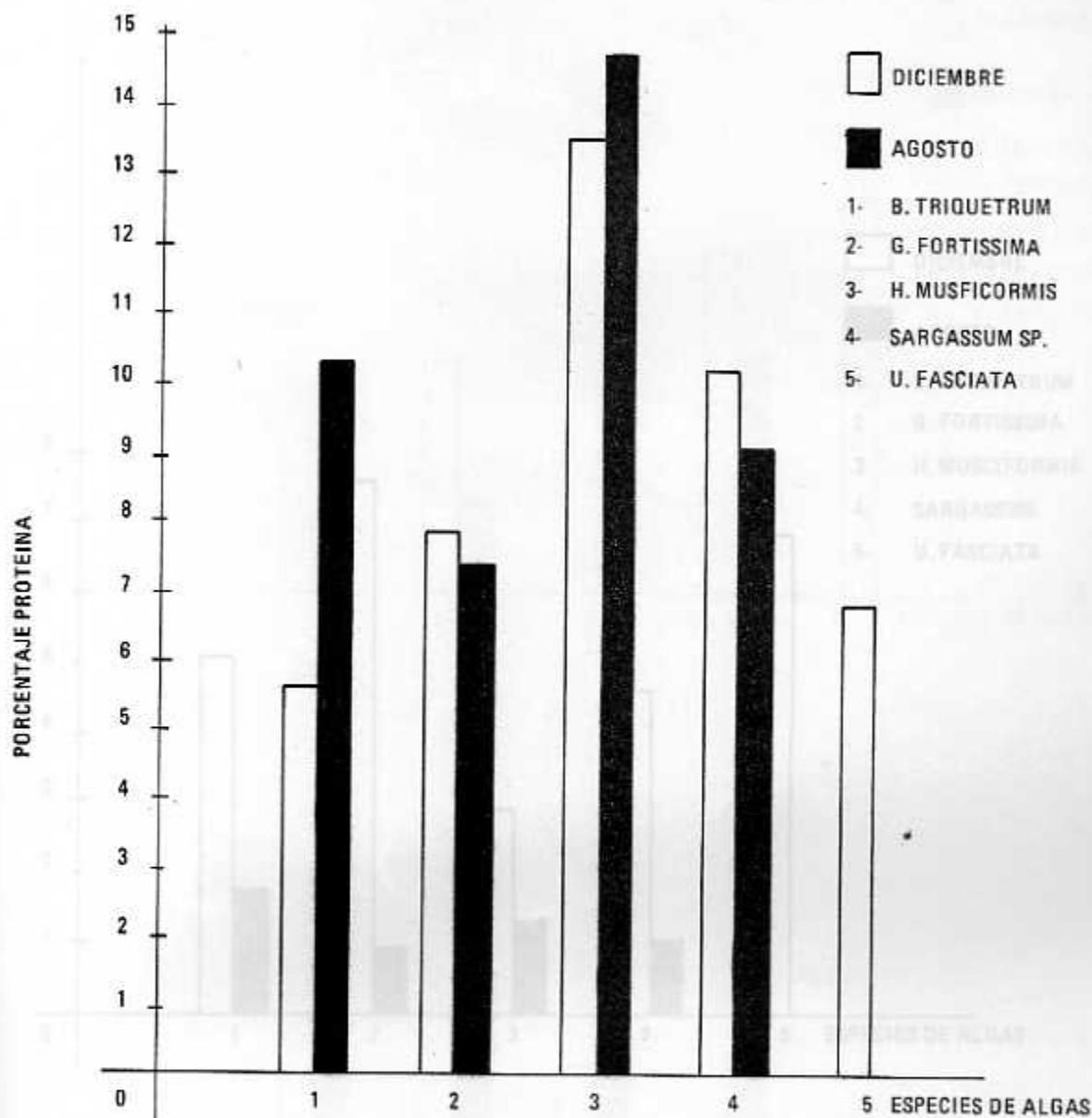


FIGURA 7

MEDIAS DE PRECIPITACION EN MM., TEMPERATURA EN 0°C Y
BRILLO SOLAR hr/día EN PUERTO L MON, DESDE OCTUBRE DE 1978
A SETIEMBRE DE 1979



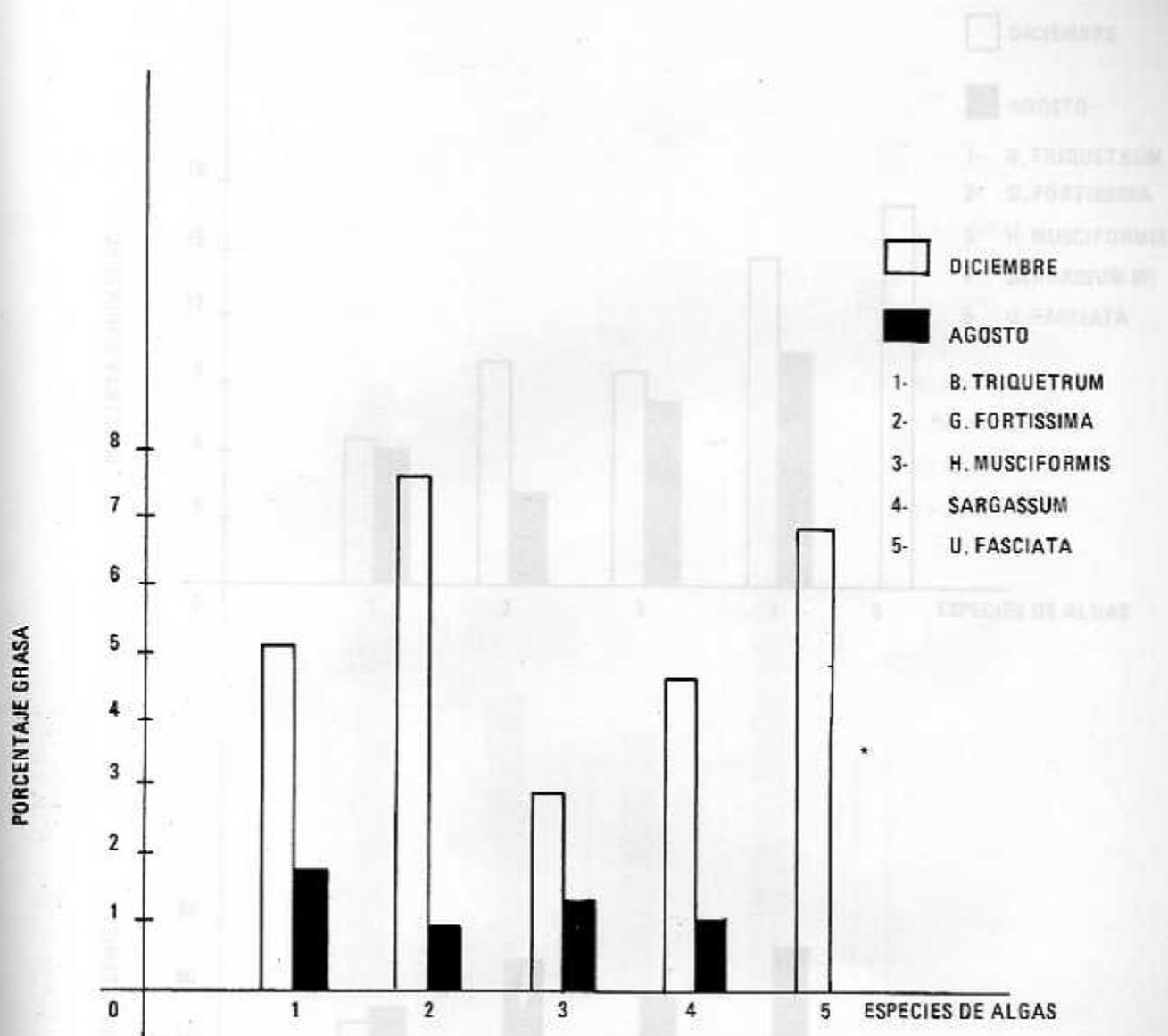
*Talo empezando a crecer.

FIGURA 8

VARIACION ESTACIONAL EN EL CONTENIDO DE PROTEINA DE BRYOTHAMNIUM

TRIQUETRUM, GRACILARIA FORTISSIMA, HYPNEA MUSCIFORMIS,

SARGASSUM SP. Y ULVA FASCIATA EN LA COSTA CARIBE DE COSTA RICA

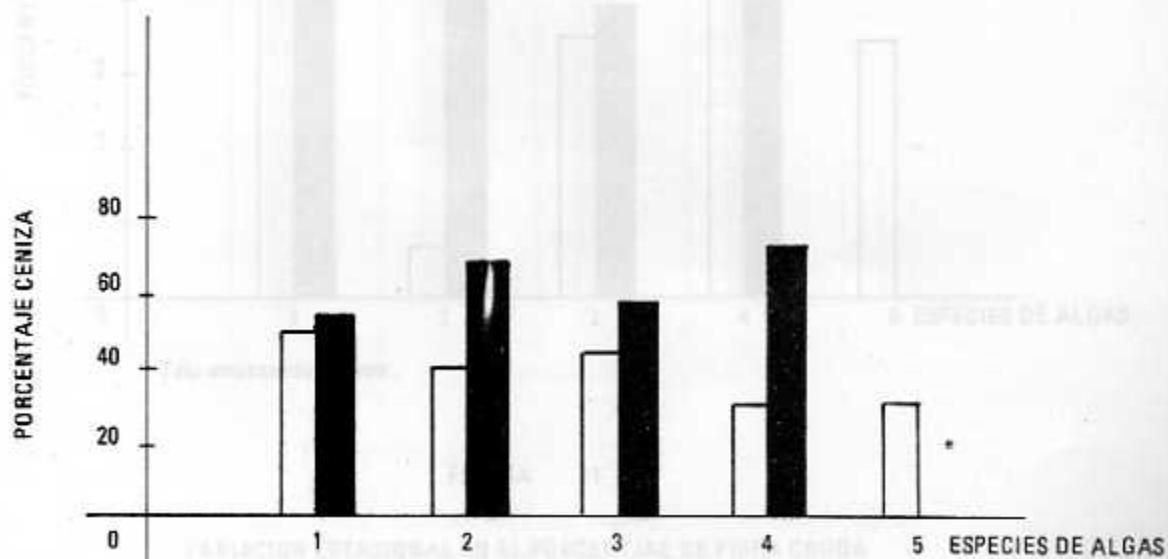
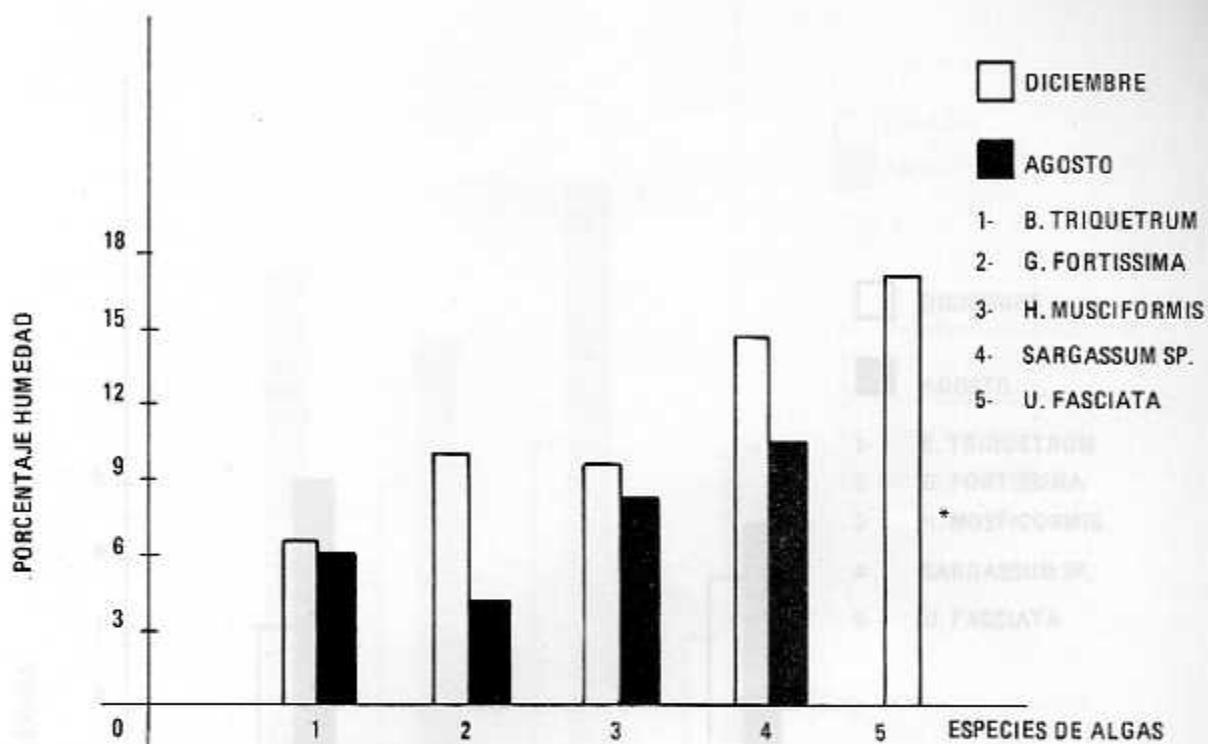


* Talo empezando a crecer.

FIGURA 9

VARIACION ESTACIONAL EN EL CONTENIDO DE GRASA DE
 BRYOTHAMNIUM TRIQUETRUM, GRACILARIA FORTISSIMA, HYPNEA MUSCIFORMIS,
 SARGASSUM SP., ULVA FASCIATA EN LA COSTA CARIBE DE COSTA RICA

VARIACION ESTACIONAL EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD
 Y CENIZAS DE ALGUNAS ALGAS DEL MAR CARIBE DE COSTA RICA



* Talo empezando a crecer

FIGURA 10

VARIACION ESTACIONAL EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD
Y CENIZAS DE ALGUNAS ALGAS DEL MAR CARIBE DE COSTA RICA

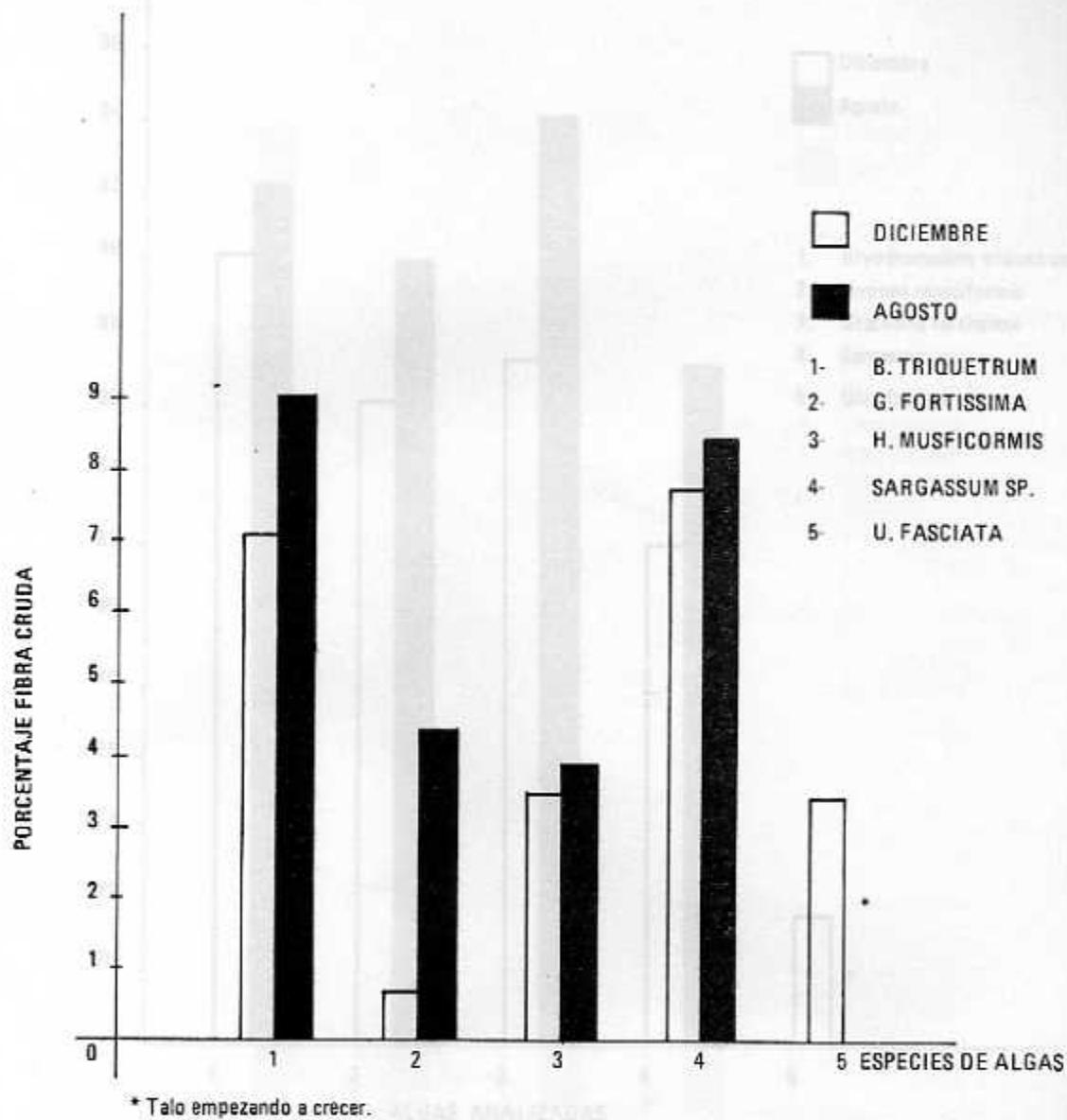
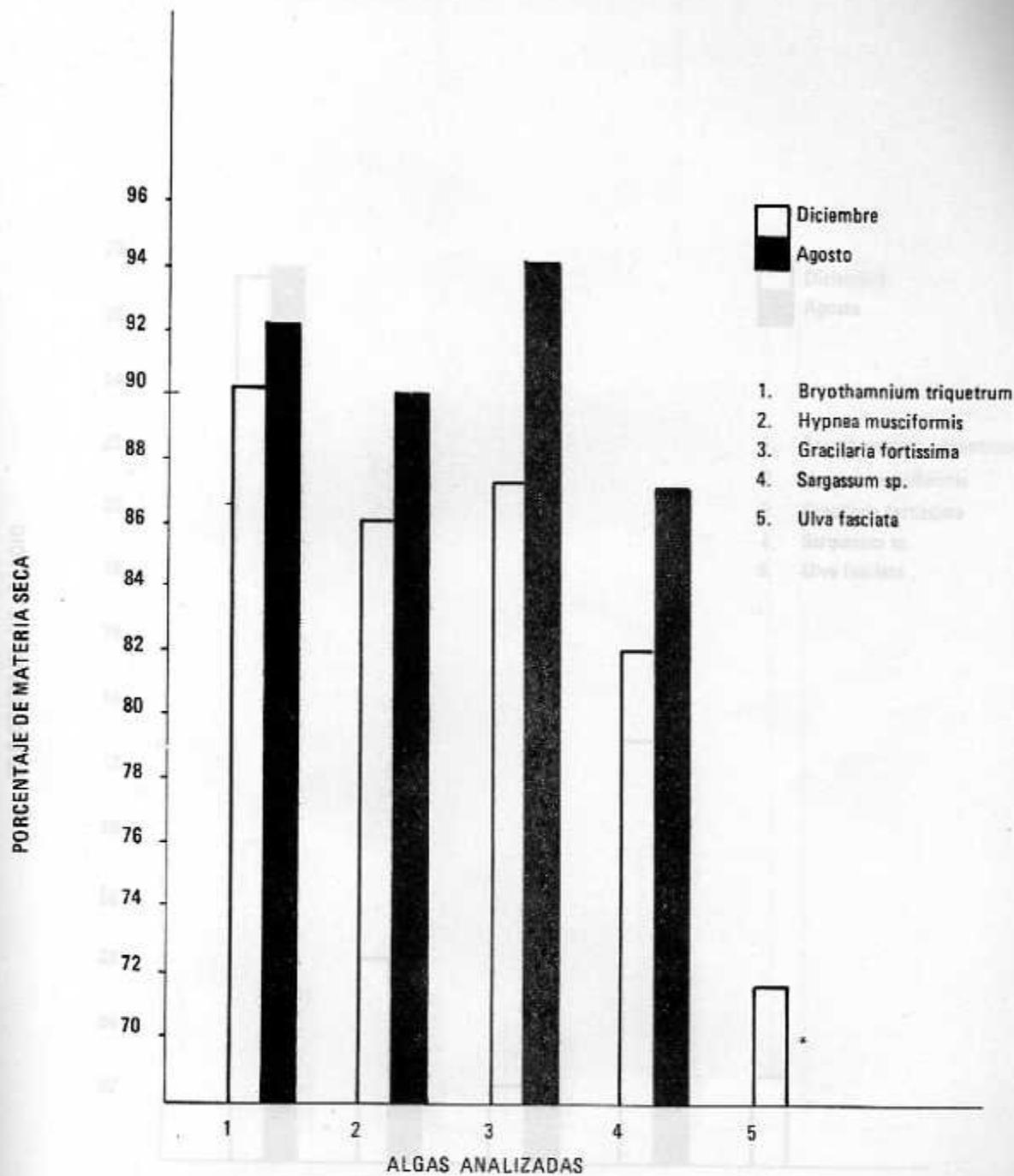


FIGURA 11

VARIACION ESTACIONAL EN EL PORCENTAJE DE FIBRA CRUDA

DE ALGUNAS ALGAS DEL MAR CARIBE DE COSTA RICA



* TALO EMPEZANDO A CRECER

FIGURA 12. Variación estacional en el porcentaje de materia seca de cinco algas de la costa este de Costa Rica.

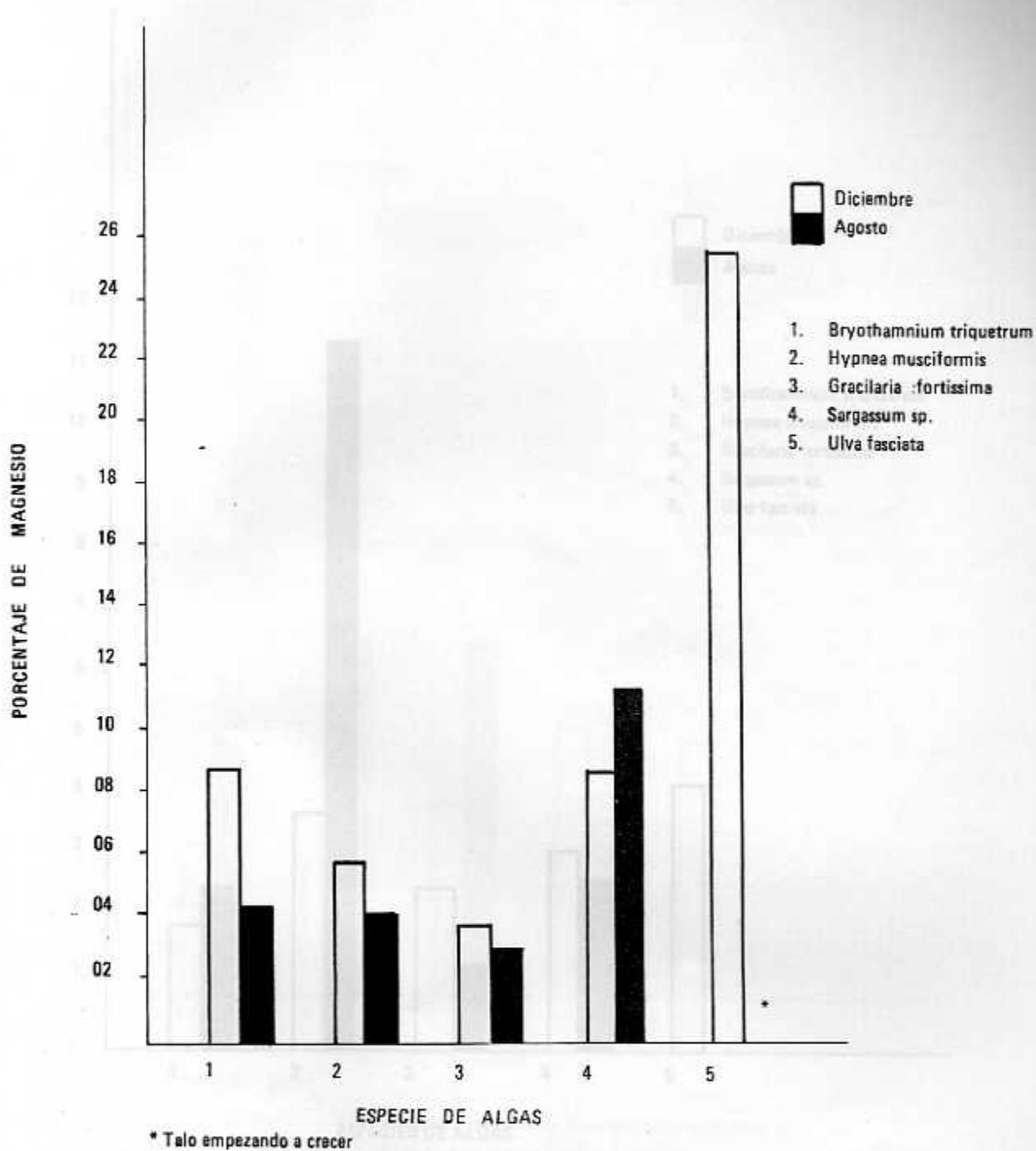


FIGURA 14 Variaciones estacionales en el contenido de Magnesio de algunas algas estudiadas en la costa Caribe de Costa Rica.

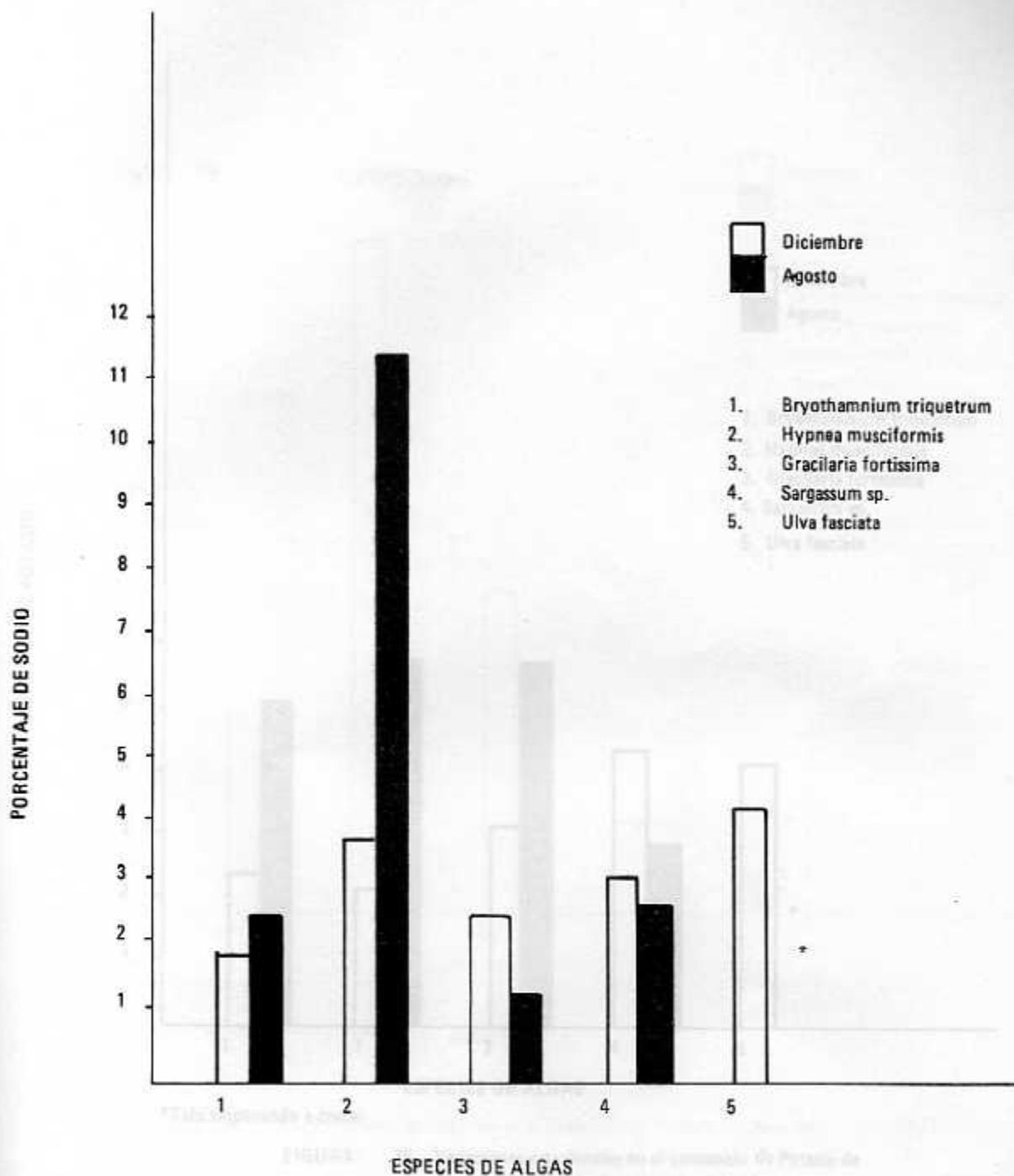


FIGURA 15. Variaciones estacionales en el contenido de sodio de cinco algas del mar Caribe Costa Rica.

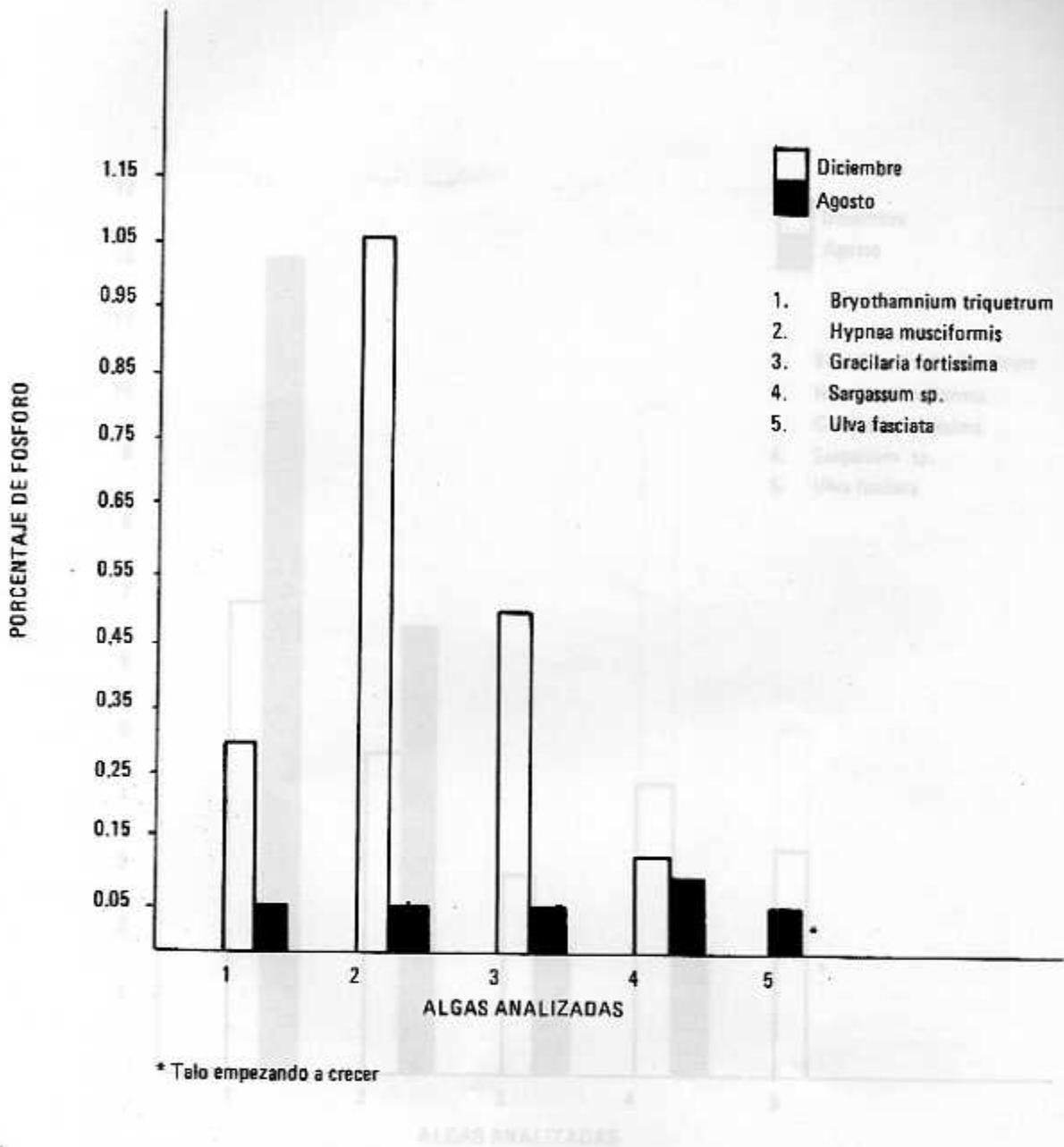
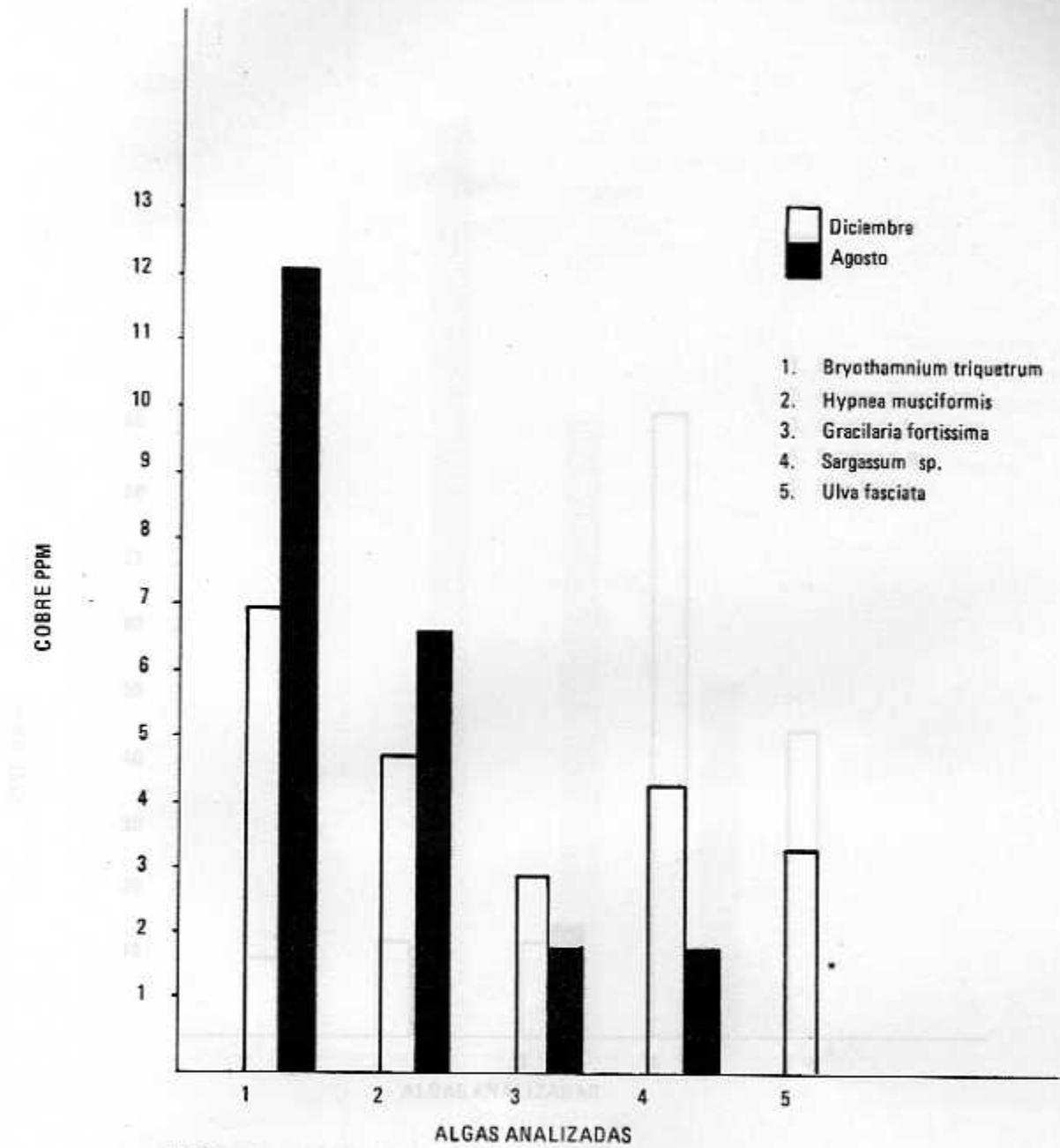


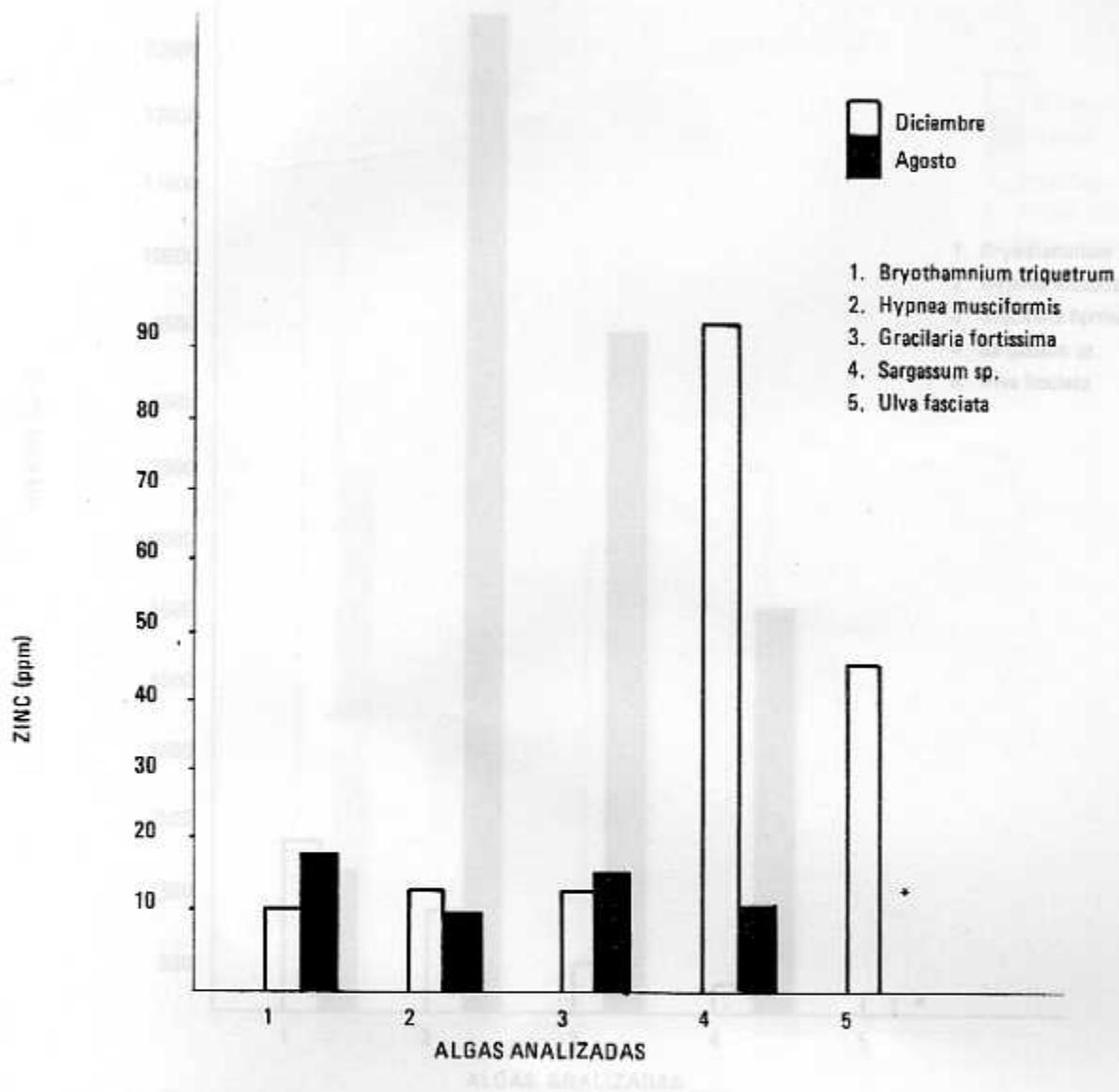
FIGURA 17 Variaciones estacionales en el contenido de Fósforo de cinco algas de la Costa Caribe, Costa Rica.



* Talo empezando a crecer

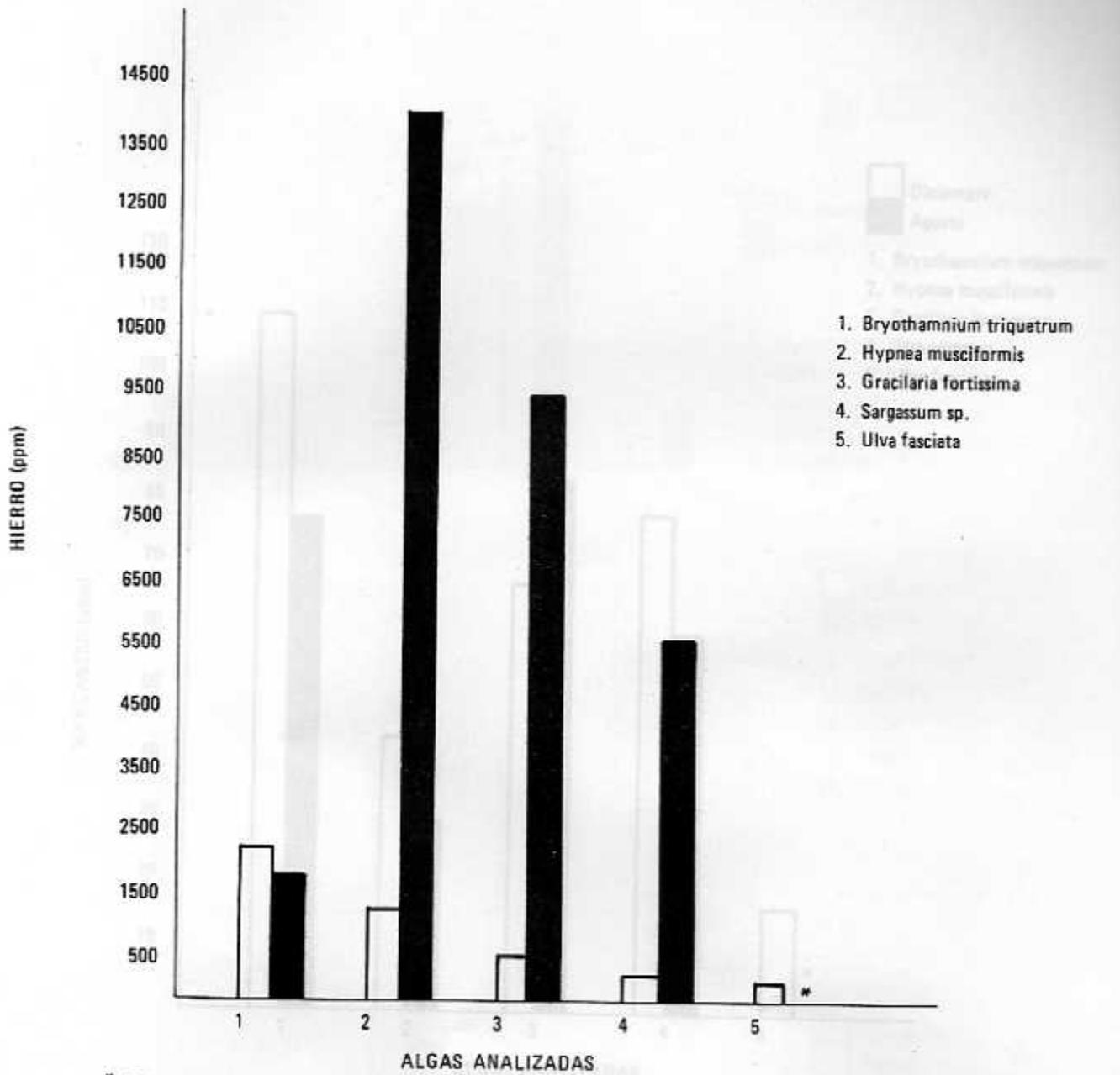
FIGURA 18 Variaciones estacionales en el contenido de Cobre de cinco algas de la costa este de Costa Rica.

FIGURA 18 Variaciones estacionales en el contenido de Cobre de cinco algas de la costa este de Costa Rica.



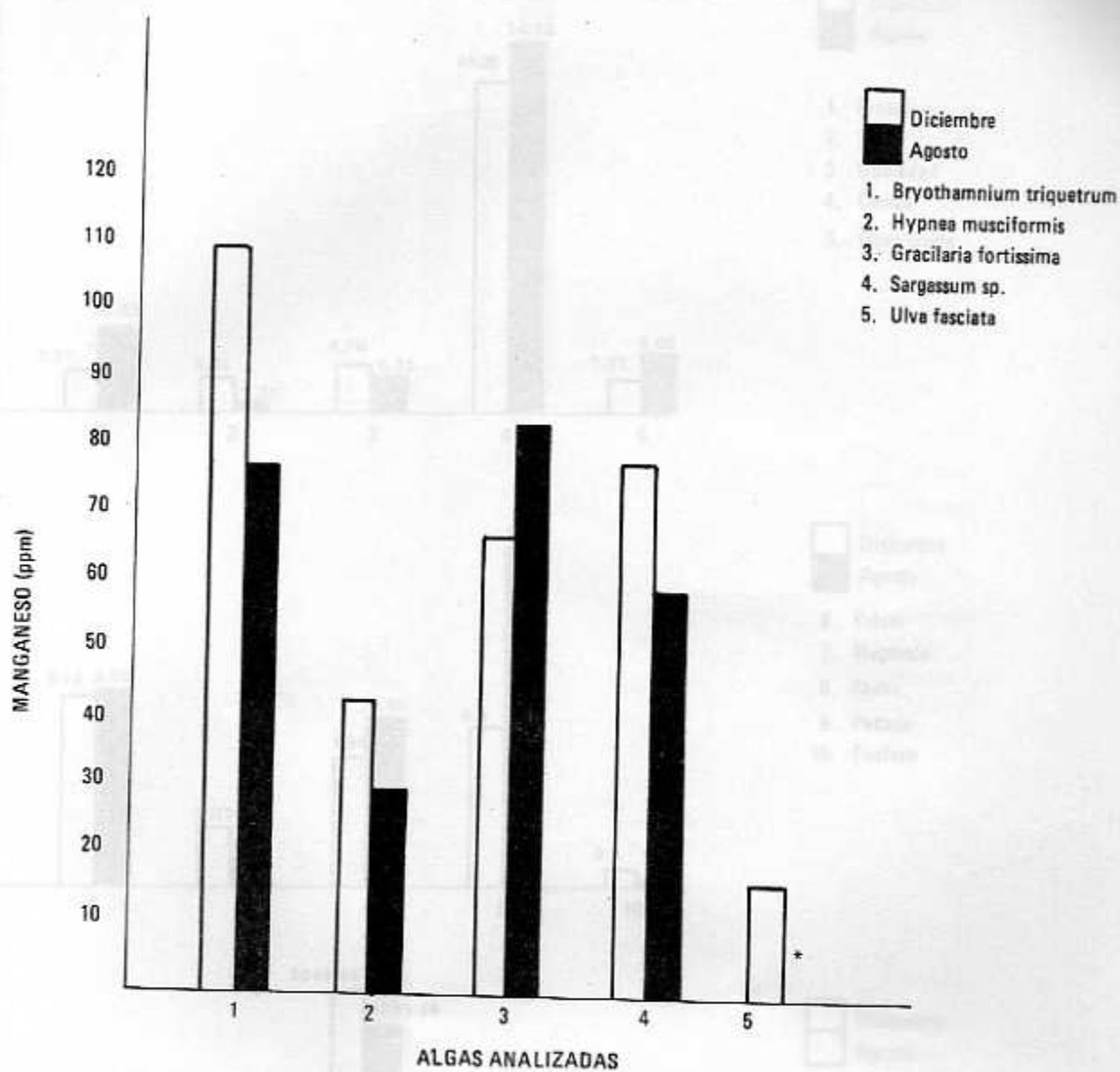
* Talo empezando a crecer

FIGURA 19 Variaciones estacionales en el contenido de zinc de cinco algas de la costa Caribe de Costa Rica.



* Talo empezando a crecer

FIGURA 20 Variaciones estacionales en el contenido de hierro de cinco algas de la costa Caribe de Costa Rica.



* Talo empezando a crecer

FIGURA 21 Variaciones estacionales del contenido de Manganese de cinco algas de la costa este de Costa Rica.

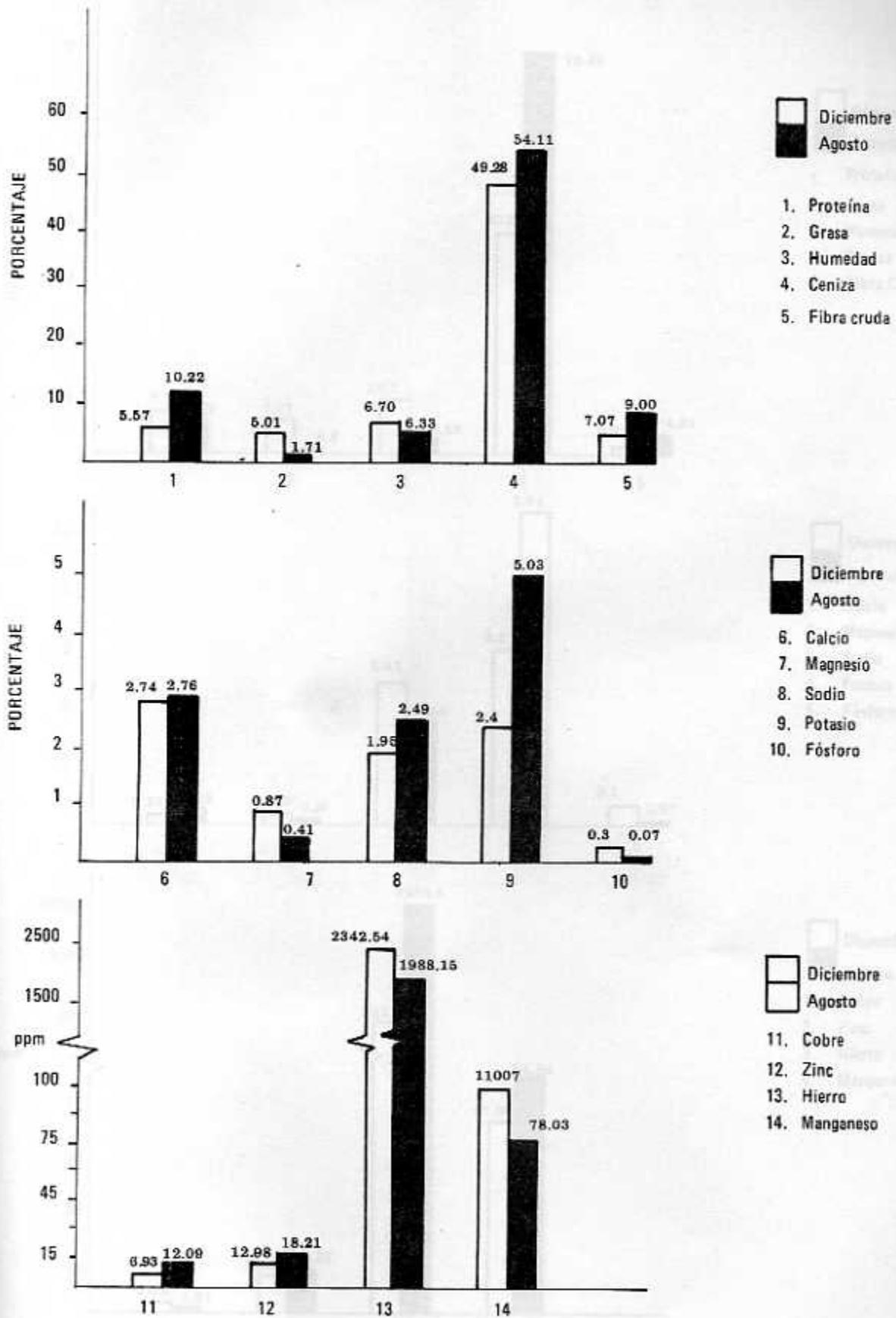


FIGURA 22 Variación de la composición química de *Bryothamnium triquetrum* durante los muestreos de agosto y diciembre.

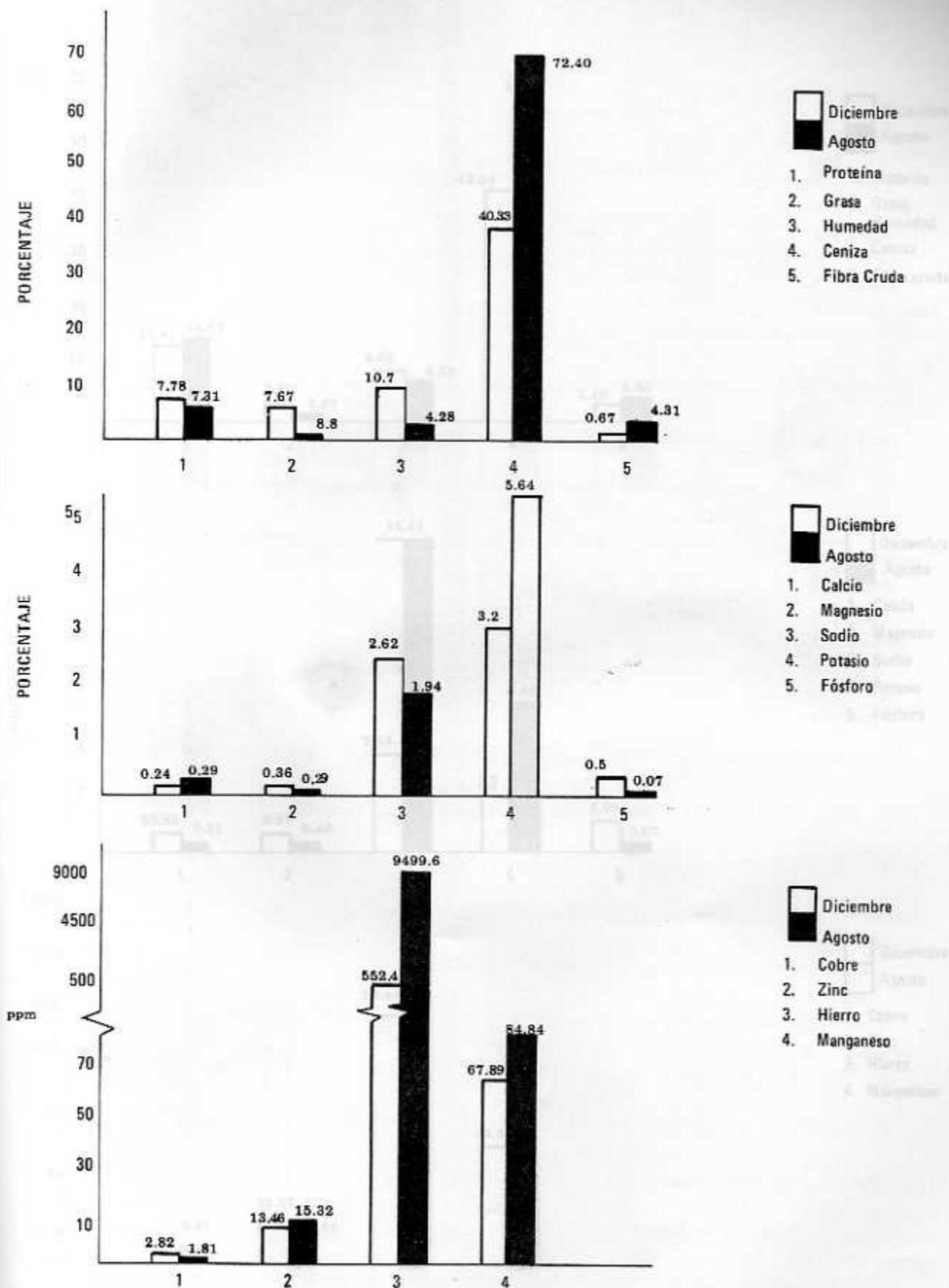


FIGURA 23 Variación de la composición química de *Gracilaria ortissima* durante los muestreos de Agosto y Diciembre.

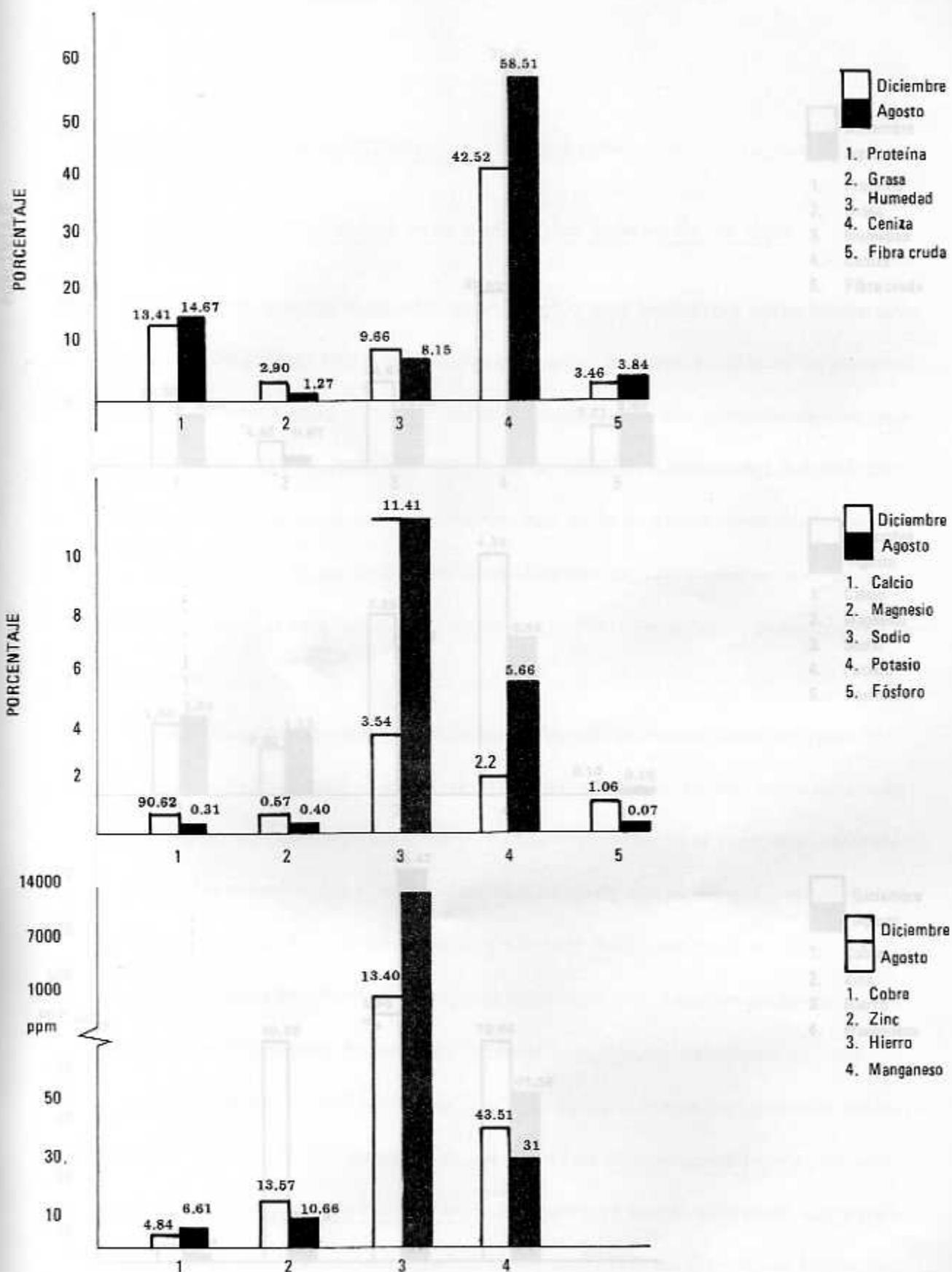


FIGURA 24 Variación de la composición química de *Hypnea musciformis* durante los muestreos de agosto y diciembre.

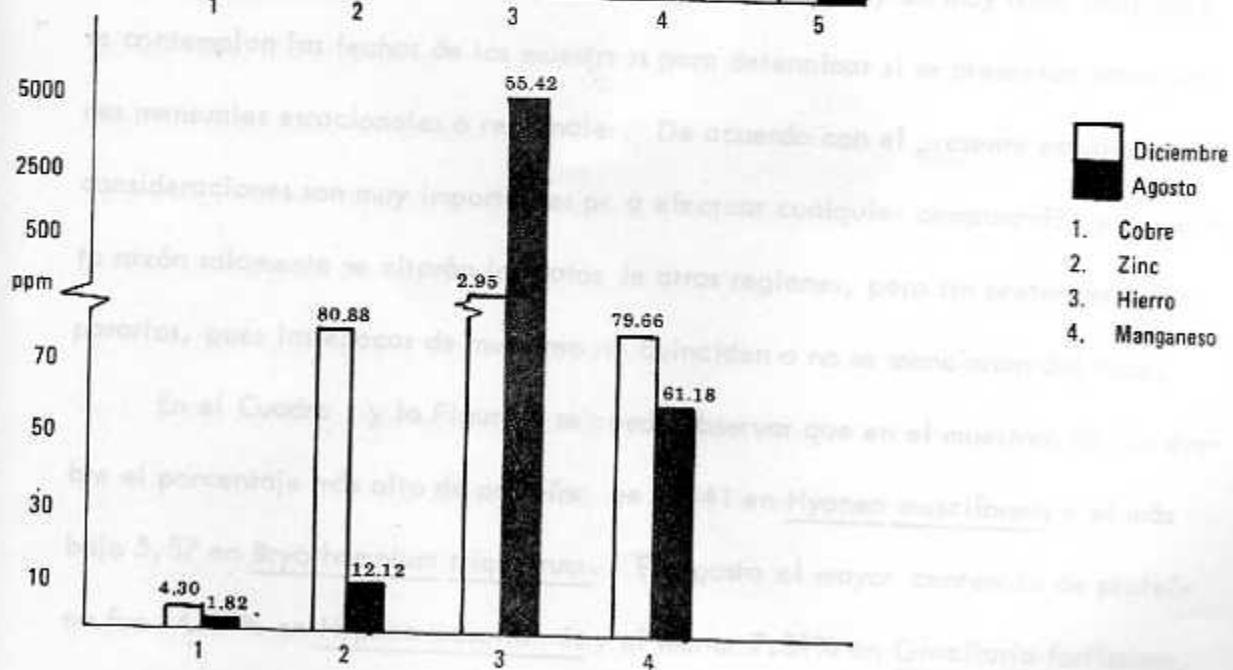
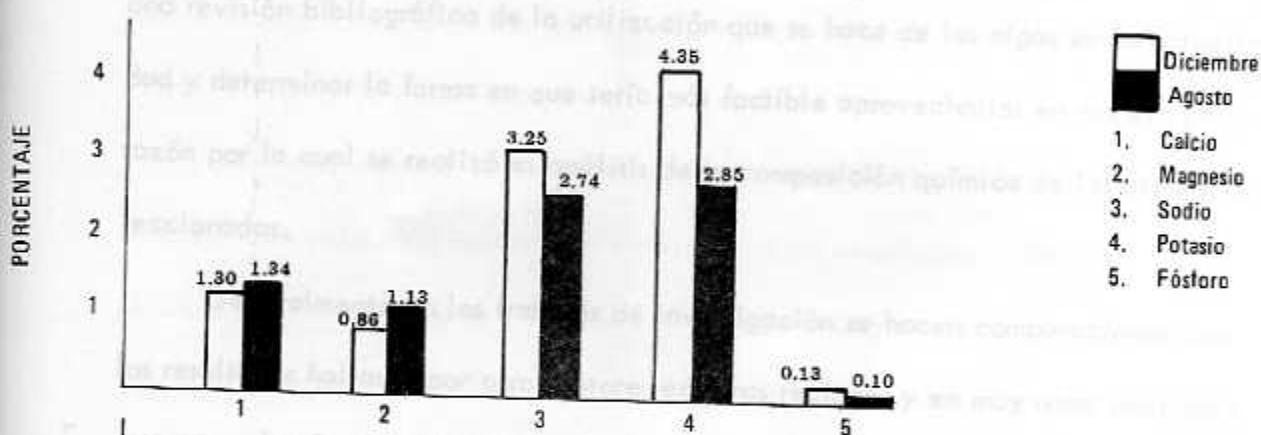
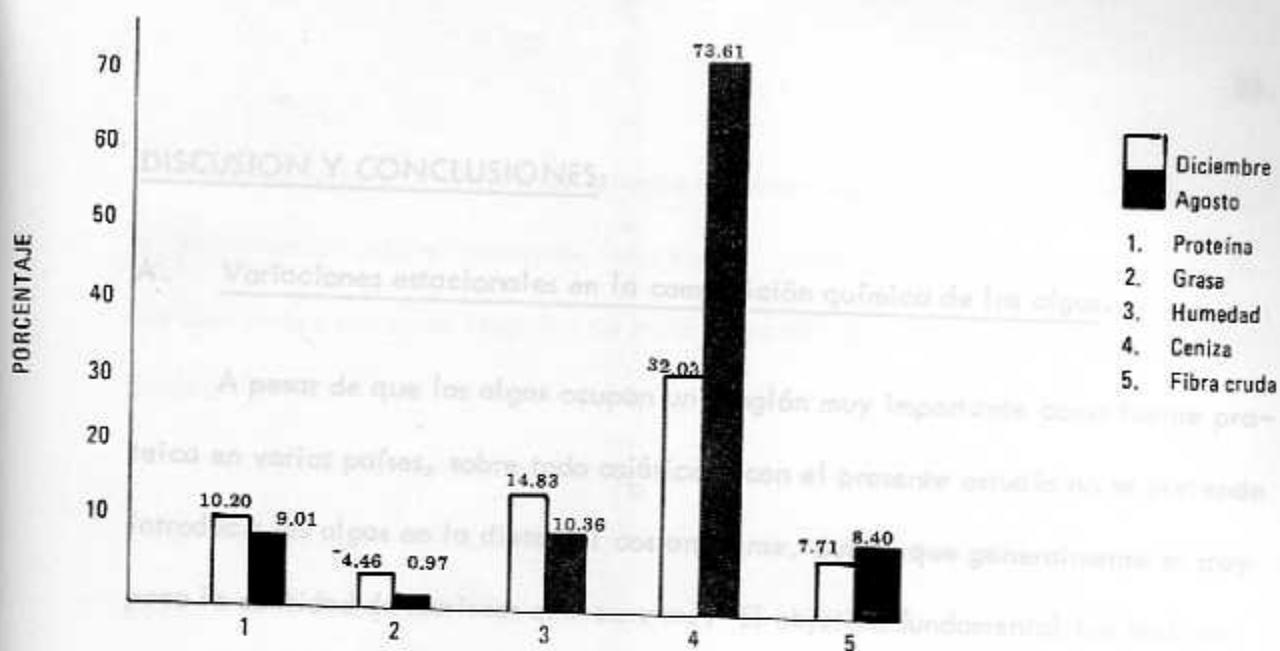


FIGURA 25 Variación de la composición química de Sargassum en los muestreos efectuados en agosto y diciembre.

DISCUSION Y CONCLUSIONES:

A. Variaciones estacionales en la composición química de las algas.

A pesar de que las algas ocupan un renglón muy importante como fuente proteica en varios países, sobre todo asiáticos, con el presente estudio no se pretende introducir las algas en la dieta del cos arricense, puesto que generalmente es muy poca la cantidad de mariscos que consume. El objetivo fundamental fue realizar una revisión bibliográfica de la utilización que se hace de las algas en la actualidad y determinar la forma en que sería más factible aprovecharlas en nuestro país, razón por la cual se realizó el análisis de la composición química de las plantas seleccionadas.

Generalmente en los trabajos de investigación se hacen comparaciones con los resultados hallados por otros autores en otras regiones y en muy raras ocasiones se contemplan las fechas de los muestreos para determinar si se presentan variaciones mensuales estacionales o regionales. De acuerdo con el presente estudio estas consideraciones son muy importantes para efectuar cualquier comparación y por esta razón solamente se citarán los datos de otras regiones, pero sin pretender compararlos, pues las épocas de muestreo no coinciden o no se mencionan del todo.

En el Cuadro 1 y la Figura 8 se puede observar que en el muestreo de diciembre el porcentaje más alto de proteína fue 14,41 en Hypnea musciformis y el más bajo 5,57 en Bryothamnium triquetrum. En agosto el mayor contenido de proteína fue 14.67% en Hypnea musciformis y el menor 7,31% en Gracilaria fortissima.

Estudios similares en Puerto Rico durante los meses de febrero y marzo muestran que H. musciformis tenía el contenido más alto de proteína 11.22% y Sargassum el menor con un ámbito entre especies de 5.92 a 6.86% (Burkholder, Burkholder y Almodovar, 1971).

Al analizar individualmente la variación en el contenido de proteína encontramos lo siguiente: en B. triquetrum varía de 5.57% en diciembre a 10.22% en agosto, el aumento en proteína fue significativo al 0.01%; Burkholder, Burkholder y Almodovar, (1971) informan haber encontrado 8.80% para esa misma alga en un muestreo efectuado entre febrero y marzo en Puerto Rico.

G. fortissima bajó el contenido de proteína de 7.78 a 7.31% en agosto, sin embargo esta reducción no fue significativa; en un estudio realizado en Filipinas se anota para Gracilaria sp. 13.79% (Johnston, 1966) y en Puerto Rico para Gracilaria dominguensis 8.24% en el muestreo efectuado entre febrero y marzo (Burkholder, Burkholder y Almodovar, 1971), en la India para G. lichenoides se anotó 7.62% (Umamaheswara Rao, 1970). La proteína de H. musciformis mostró un incremento de 13.41% en diciembre a 14.67% en agosto, este aumento en el contenido de proteína fue significativo al 0.01%. En Puerto Rico se encontró 11.22% para esta misma especie (Burkholder, Burkholder y Almodovar, 1971), en la India para Hypnea spp. se anotó 7.50% (Umamaheswara Rao, 1970).

Sargassum tuvo una disminución de 10.20% en diciembre a 0.01% en agosto, sin embargo no fue significativa; para Sargassum sp. se encontró en Filipinas 4.8% de proteína (Johnston, 1966), en Puerto Rico para varias especies su contenido varió de 5.92 a 6.86% (Burkholder, Burkholder y Almodovar, 1971),

y en la India también para un grupo de especies el contenido estuvo entre 9.61% y 12.14% (Umamaheswara Rao, 1970).

Ulva fasciata es un alga anual y cuando se realizó la segunda colecta el tallo estaba empezando a crecer por lo que no se pudo recoger en esta oportunidad. El contenido de proteína en diciembre fue de 6,82%; en el estudio realizado en Puerto Rico el porcentaje fue de 9,70% (Burkholder, Burkholder y Almodovar, 1971); para U. lactuca el contenido varía de 7,69% a 14% de acuerdo a las referencias consultadas (Etcheverry, 1958; Umamaheswara Rao, 1970) y para U. thuretti en la costa de Alaska se encontró 30.8% (Johnston, 1966).

Con base en los anteriores resultados se concluye que existen variaciones estacionales, y entre especies en el contenido de proteína.

El contenido de grasa más alto del muestreo de diciembre se encontró en G. fortissima con un 7,67% y el más bajo fue en U. fasciata de 0,7%; en el muestreo de agosto el porcentaje mayor fue de 1,7% en B. triquetrum y el más bajo en G. fortissima de 0,88%, (Ver Cuadro 1 y Figura 9); en el trabajo efectuado por Burkholder, Burkholder y Almodovar, 1971, el contenido de grasa más alto lo presentó B. triquetrum con 0,46% y el más bajo G. dominguensis con 0,21%. Ulva fasciata en el único muestreo en que analizó tenía 0,78%, en el trabajo efectuado en Puerto Rico se determinó 0,36% (Burkholder, Burkholder y Almodovar, 1971); para U. lactuca se halló 0,04% (Etcheverry, 1958). En todas las algas analizadas se encontró una disminución significativa al 0,01% en el contenido de grasa en el muestreo de agosto con respecto al efectuado en diciembre (ver Cuadro 6).

El porcentaje de humedad más alto del muestreo de diciembre fue 17,15 en

U. fasciata y el más bajo 6,70 en B. triquetrum; en el muestreo de agosto el mayor contenido fue 10,36% en Sargassum y el más bajo 4,28% en G. fortissima (Ver cuadro 1 y Figura 10). En general en la colecta de agosto se presentó una disminución significativa al 0,01% en el contenido de humedad (ver Cuadro 6).

Al analizar el contenido de ceniza del mes de diciembre el porcentaje más alto se encontró en B. triquetrum de 49,28% y el más bajo 29,50% en U. fasciata; en el muestreo de agosto el porcentaje mayor fue 73,61% en Sargassum y el menor 54,11% en B. triquetrum, (observar Cuadro 1 y Figura 10); en el trabajo de Burkholder, Burkholder y Almodovar (1971), con un muestreo realizado entre febrero y marzo, el contenido de cenizas más alto lo hallaron en B. triquetrum de 53,02% y el más bajo en U. fasciata de 38,29%. En todas las algas del presente estudio se encontró un aumento significativo al 0,01% en el contenido de cenizas (ver Cuadro 6).

Analizando los resultados de fibra cruda del muestreo de diciembre se observa que Sargassum con 7,71% fue el alga que tuvo el mayor contenido de fibra cruda y Gracilaria el menor con 0,67%; en la colecta de agosto el porcentaje más alto se encontró en B. triquetrum con 9,00% y el menor en H. musciiformis con 3,84% (Cuadro 1 y Figura 11); de acuerdo con Burkholder, Burkholder y Almodovar (1971) B. triquetrum con 10,03% presentó el porcentaje más alto y el más bajo fue para H. musciiformis con 3,86%.

Se concluye que existen variaciones en las variables medidas en el análisis proximal de las algas estudiadas.

En el cuadro 7 y Figura 12 se observa que se presentó un incremento en el

porcentaje de materia seca en todas las algas analizadas; en el muestreo de diciembre el porcentaje más alto se obtuvo en *B. triquetrum* de 90,99% y el más bajo en *U. fasciata* de 71,55%; en agosto *G. fortissima* presentó 94,73% que fue el valor máximo y el mínimo se halló en *Sargassum* con 87,19%. Según Tiffany, citado por Johnston (1966) aproximadamente el 65% de la materia seca de la mayoría de las algas comestibles está compuesta de carbohidratos de baja digestibilidad, tales como el agar-agar, los carragenanos y los alginatos.

Cuando se obtuvieron los resultados de las variaciones estacionales en la composición proximal de las algas, se observó que el contenido de cenizas fue un constituyente muy importante y por esta razón se procedió a analizar los macro y microelementos, de manera que se logró determinar cuáles minerales aumentaron o disminuyeron en los dos muestreos efectuados (Cuadros 8 y 9). No se observó ningún comportamiento general en los minerales, pues a excepción del fósforo que presentó una reducción marcada en todas las especies en el muestreo de agosto, en los otros macro y microelementos analizados se encontró individualidad en cada especie.

En los dos muestreos efectuados *B. triquetrum* presentó el mayor porcentaje de calcio con 2,74% en diciembre y 2,76% en agosto y el menor en *G. fortissima* con 0,24% en diciembre y 0,29% en agosto, Figura 13.

El análisis de magnesio indicó el contenido más alto en diciembre para *U. fasciata* con 2,55% y el más bajo *G. fortissima* con 0,36%; en la colecta de agosto *G. fortissima* con 0,29% continuó con el menor porcentaje de magnesio y el mayor se encontró en *Sargassum* con 1,13% (Figura 14).

El contenido más alto de sodio se encontró en diciembre en *U. fasciata* con

4,26% y el más bajo en B. triquetrum con 1,95%, en agosto H. musciformis presentó 11,41% que fue máximo y G. fortissima 1,94% porcentaje mínimo (Figura 15).

El contenido de potasio fue bastante elevado en todas las algas durante los dos muestreos, si se compara con el de los otros macroelementos; en diciembre Sargassum con 4,39% fue el de mayor contenido y H. musciformis el de menor con 2,2%; en agosto se dio el inverso de esta situación, H. musciformis con el mayor contenido de 5,66% y Sargassum el menor con 2,85% (Figura 16).

Como se indicó anteriormente sólo el fósforo mostró un comportamiento uniforme en todas las algas, una disminución en todas en el muestreo de agosto y tres de ellas presentaron el mismo porcentaje. En diciembre el mayor porcentaje se encontró en H. musciformis con 1,06% y el menor en U. fasciata de 0,07%; en agosto Sargassum con 0,1% fue el que presentó el contenido máximo y B. triquetrum, H. musciformis y G. fortissima 0,07% (Figura 17).

En cobre el valor más elevado de diciembre se encontró en B. triquetrum 6,93% ppm y el más bajo en G. fortissima 2,82% ppm, en agosto nuevamente B. triquetrum presentó el contenido más alto 12,09% ppm y G. fortissima el más bajo 1,81% ppm (ver Cuadro 9 y Figura 18).

Con respecto al zinc, en Sargassum se halló 80,88 ppm, que fue el mayor contenido y B. triquetrum 12,98 ppm. el menor, en agosto B. triquetrum presentó 18,21 ppm, cantidad máxima y la mínima fue 10,66 ppm. en H. musciformis (ver Cuadro 9 y Figura 19).

El hierro se encontró en mayor cantidad en B. triquetrum en diciembre con 2342,54 ppm y 206,23 para U. fasciata que fue el alga con menor contenido de

hierro en ese muestreo; en agosto *H. musciformis* presentó 13924, 10 ppm. y *B. triquetrum* 1988, 15 ppm. De los microelementos analizados el hierro siempre obtuvo los valores más altos, por lo que se puede afirmar que en las algas analizadas fue el microelemento predominante, (ver Cuadro 9 y Figura 20).

El manganeso presentó el máximo contenido en *B. triquetrum* 110,07 ppm. y el menor en *U. fasciata* 16,65 ppm en el muestreo de diciembre, en agosto *G. fortissima* presentó 84,84 ppm que fue el mayor y 31,00 ppm en *H. musciformis* el más bajo (ver Cuadro 9 y Figura 21).

Del trabajo realizado se concluye que existen variaciones estacionales en la composición química de las algas estudiadas en nuestra costa Caribe, pero además se confirma que existen variaciones específicas.

La figura 7 presenta las medias de precipitación, temperatura y brillo solar de Puerto Limón. Como se puede observar, hay dos picos de precipitación, uno en abril y otro en agosto. De acuerdo con los datos del Servicio Meteorológico, el pico de abril fue totalmente fuera de lo esperado para ese mes, pues la precipitación fue de más de 600 mm. y el promedio es inferior a los 280 mm. En la zona costera de la Vertiente del Caribe se pueden definir dos períodos relativamente secos, uno cubre los meses de febrero y abril y el otro los meses de setiembre y octubre. El mes más lluvioso es diciembre (Costa Rica, 1979), con base a esos datos se realizó el muestreo en los primeros días de diciembre, de manera que quedaba al final del período seco, y el segundo se realizó a inicios de agosto porque el pico mayor de precipitación se presentó en el mes de abril iniciándose la época más lluviosa en ese mes.

El brillo solar y la temperatura del aire fueron bastante constantes desde mayo, por lo que son parámetros que difícilmente se podrían tomar como determinantes en el muestreo de agosto, pero en diciembre el brillo solar fue alto.

Según Humm (1969) en zonas tropicales se encuentran variaciones estacionales en la temperatura del agua y en la duración del día, lo que influye directamente en las variaciones estacionales de la flora algal.

Según Mathieson y Dawes (1975) las algas colectadas en aguas poco profundas donde se presentan condiciones hidrográficas más variables, particularmente de temperatura, presentan una estacionalidad más marcada y se observa el mayor número de especies en el invierno o primavera cuando hay cantidad máxima de nutrientes y baja temperatura y el menor número de especies en el verano cuando hay temperatura más alta y nutrientes en más baja cantidad. En el presente estudio se encontraron variaciones significativas en los contenidos de proteína, ceniza y fibra cruda, las que aumentaron en el muestreo de agosto y la grasa disminuyó significativamente en esa colecta. Esta relación se puede explicar porque al realizar el segundo muestreo las algas habían pasado un período de alta disponibilidad de nutrientes, temperatura y brillo solar bastante constantes, lo que favoreció el crecimiento de las algas y la poca acumulación de grasa, cabe mencionar que debido a la turbidez que debió presentarse en abril, las epífitas, aún las calcáreas, desaparecieron, lo que probablemente permitió una mayor eficiencia fotosintética. Umamaheswara Rao (1970) afirma que las condiciones ambientales locales influyen en gran medida en los ciclos de crecimiento de las algas y como resultado de estos cambios ambientales en los picos de crecimiento de las algas de importancia

económica, éstas deberán ser colectadas sólo en aquellas estaciones del año en que se obtiene la producción máxima de materia prima.

B. Posible utilización de las algas analizadas:

En la Figura 22, se presentan todos los valores encontrados en el análisis químico de Bryothamnium triquetrum Gmelin en los muestreos efectuados en diciembre y agosto.

Según la literatura solamente es utilizada para extraer agar-agar (Díaz-Piñero, 1961).

De acuerdo con los resultados esta planta podría utilizarse en la dieta de animales de la zona, pero seca y molida, por ser de textura áspera. La época en que se debería colectar es en agosto que es cuando se produce un aumento de proteína y minerales como sodio, potasio, cobre y zinc. Ninguno de los elementos alcanza niveles que puedan ser tóxicos para los animales (Phillips, 1977).

Podría también utilizarse como abono para cultivos de cacao, coco y bananos, que son los predominantes de la zona.

En el banano, una de las deficiencias que se encuentra más a menudo es la de potasio (Freiberg, 1966), y esta alga tiene un buen porcentaje de potasio, sobre todo en agosto.

La Figura 23 incluye todos los valores de la composición química de Gracilaria fortissima Dawson. De acuerdo a lo que se estuvo averiguando, los vecinos de Cahuita la blanquean al sol y la utilizan en la elaboración de flanes, pero esta práctica no es muy corriente entre la población.

El alga podría utilizarse para la alimentación humana y animal en diciembre porque en agosto el hierro alcanza niveles tóxicos (Phillips, 1977).

El uso más importante de esta planta es su utilización para la extracción de agar-agar.

El empleo de esta planta como abono podría ser beneficioso para el cacao, cultivo en el cual es muy corriente encontrar deficiencias de hierro y que no tolera suelos alcalinos (Murray, 1966), problema al que no contribuiría Gracilaria por poseer un porcentaje muy bajo de calcio.

La variación de la composición química de Hypnea musciformis se presenta en la Figura 24.

Esta planta fue la que presentó el mayor porcentaje de proteína en los dos muestreos realizados, pero no puede utilizarse para la alimentación humana o animal en agosto, porque alcanza niveles muy tóxicos de hierro que sobrepasan las 5000 ppm, cantidad capaz de provocar la muerte en cerdos (Phillips, 1977). En diciembre puede aprovecharse para la alimentación humana y animal, cruda o seca.

El uso más frecuente que se hace de esta planta es utilizarla para extraer carragenanos y ficocoloides de gran utilización hoy día.

Podría emplearse como fertilizante para cultivos de la zona. Como banano, cacao y coco sólo en diciembre porque los niveles de hierro en agosto son sumamente altos y afecta el metabolismo de esos cultivos (Buchanan, 1966; Freiberg, 1966; Murray, 1966).

En agosto además del notable incremento de hierro, aumenta sodio y potasio,

según Freiberg (1966), las deficiencias de nitrógeno y potasio son las más notables en el cultivo de banano. Deben realizarse análisis en peso fresco como probablemente se utilizan y tal vez no llegue a niveles tóxicos para los cultivos.

La Figura 25 presenta los valores encontrados en diciembre y agosto en la composición química de Sargassum sp en los muestreos efectuados en agosto y diciembre.

Esta planta puede aprovecharse en la alimentación animal, preferiblemente en diciembre porque en agosto el hierro sobrepasa las 5000 ppm (Phillips, 1977).

Puede utilizarse como abono de los cultivos más importantes de la zona y anteriormente mencionados.

BIBLIOGRAFIA

RECOMENDACIONES:

1. Efectuar los análisis químicos todos los meses, para determinar la composición de las algas y la estación, mes o meses en que la materia prima deseada está con el contenido máximo.
2. Realizar análisis de aguas mensuales, para determinar el ciclo de los nutrientes y su efecto en la composición química de las algas.
3. Analizar la composición química de las masas de algas que periódicamente saca el mar y determinar las épocas en que se presentan, para una mejor utilización.
4. Efectuar el análisis químico de las algas en base seca y base fresca, para determinar si frescas no alcanzan niveles tóxicos en agosto.
5. Estudiar los ciclos de vida de las algas de importancia económica.
6. Iniciar los estudios básicos para el cultivo de esas algas.

Blunden, G. y P.B. Willgoose. 1977. The effects of aqueous seaweed extracts and kelpin on potato yields. J. Sci. Ed. Agric. 33: 121-125.

Godard, M. 1968. Les *Hydrocolea* (Hydrocoleales, (Pigafianias). Bulletin de Ph. F. A. M. (A), 30(3): 811-25.

Godard, K.K., V.C. Mehta y D.S. Datar. 1973. Seaweed as manure III. Field nutritional relation *Periwinkle* *S.H.* (Pant' miller) and *Arachis hypogea* (groundnut). Int. Mar. 13: 148-150.

BIBLIOGRAFIA

- Abe, S. y T. Kaneda. 1972. The effect of edible seaweeds on cholesterol metabolism in rats. In: Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium, Ed. por Nisizawa, K. University of Tokyo Press, Japan. 7:562-565.
- Almodovar, L.R. 1963. Ecological aspects of some antibiotic algae in Puerto Rico. Bot. Mar. 6: 143-146.
- Association of Official Agricultural Chemists. 1965. Official methods of analysis. Ed. por Horwitz, W. Décima edición. pp. 957.
- Angier, H. y M. Santimone. 1978. Contribution à l'étude de la composition en azote total, en protéines et en acides aminés protéiniques des différentes parties du thalle de Laminaria digitata (Huds.) Lamour. dans le cadre de son exploitation industrielle et agricole. Bull. Soc. Phycol. Fr. 23: 19-28.
- Bae, K.U. y J.W. Chang. 1977. Studies on the culture of Laminariaceae. Rapid culture of seedlings of Laminaria japonica Aresch and Laminaria religiosa Miyabe by artificial liquid method. Bull. of Fish. Res. Develop. Agen. 16: 151-163.
- Bardach, J.E., J.H. Ruther y W.O. McLarney. 1972. Aquaculture. The farming and husbandry of freshwater and marine organisms. John Wiley and Sons, Inc. New York. pp. 790-814.
- Blunden, G. 1972. The effects of aqueous seaweed extract as a fertilizer additive. In: Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium, Ed. for Nisizawa, K. University of Tokyo Press, Japan. 7: 584-589.
- Blunden, G. y P.B. Wilagoose. 1977. The effects of aqueous seaweed extract and kinetin on potato yields. J. Sci. Ed. Agric. 28: 121-125.
- Bodard, M. 1968. Les Hypnea au Sénégal (Hypnéacées, Gigartinales). Bulletin de l'I.F.A.N. (A). 30(3): 811-25.
- Bokil, K.K., V.C. Mehta y D.S. Datar. 1972. Seaweeds as manure III. Field manurial trials on Pennisetum typhoides S.H. (Pearl millet) and Arachis hypogea (groundnut). Bot. Mar. 15: 148-150.

- Boney, A.D. 1965. Aspects of the biology of the seaweeds of economic importance. *Adv. Mar. Biol.* 3: 105-253.
- Buchanan, D.W. 1966. Coconut nutrition. In: *Temperate to tropical fruit nutrition*, Ed. por Childers, N.F. Somerset Press, Inc. USA. p. 597-610.
- Burkholder, P.R., Lillian Burkholder y L.R. Almodovar. 1971. Nutritive constituents of some caribbean marine algae. *Bot. Mar.* 14(2): 132-135.
- Chang, J.W. y D.K. Chung. 1970. Studies on the culture of sea-mustard, *Undaria pinnatifida* (Harv.) Sur. 2. On the productivity sea-mustard. *Bull. Fish. Res. Develop. Agen.* 5: 77-83.
- _____ y D.K. Chung. 1971. Studies on the culture of *Laminaria*. (2) On the tide over the summer of cultivated *Laminaria religiosa* Miyabe in warm water area. *Bull. Fish. Res. Develop. Agen.* 8: 31-43.
- _____ K. Bae y M. N. Yun. 1973. Studies on the culture of *Laminaria japonica* Aresch in Hipo Bay, Ulsan City. *Bull. Fish. Res. Develop. Agency.* 11: 37-57.
- Costa Rica. 1979. Instituto Meteorológico Nacional. Boletín climatológico mensual. 3(6-7) s.n.
- Chapman, V.J. 1975. Kelp extract as fertiliser. *New Zealand Journal of Science.* 19: 213-214.
- Chiu, B.T. 1956. Seaweeds of economic importance in South China. *Int. Seaw. Symp. Proc.* 2: 171-172.
- _____ . 1958. Seaweeds of economic importance in Hong Kong. *Hong Kong Univ. Fish. J.* 2: 132-133.
- Cheong, Y.K. y D.Y. Cheong. 1970. Foundmental studies on the propagation of *Gelidium amansit* LMX. *Bull. Fis. Res. and Dev. Agen.* 5: 85-93.
- Cuyvers, L. 1978. Tengusa. Harvesting red seaweeds in Japan. *Sea Frontiers.* 24(5): 285-293.

- Davanzo, S., G. Bruni, L. Coassini, S. Kar y C. de Coracuchi. 1970. Ricerche sulle possibili á di sfruttamento economico delle alghe dell'alto Adriatico. VI. Sulla composizione chimica e sulla variabilit  stagionale dei polisaccaridi dell'*Hypnea musciformis*. Arco Oceanogr. Limnol. 16: 197-213.
- Del pine, R. 1978. Exploitation et aquaculture des algues. Avant-propos. Bull. Soc. Phycol. Fr. 23: 9-10.
- Delgado, Aurora M. de los Angeles y C.A. Duville. 1977. Estudio de la composición química de *Codium fragile* (Suringar) Harlot (Clorophyta) de Puerto Deseado (provincia de Santa Cruz, Argentina). Contr. T ch. Centro Inv. Biol. Mar. 31: 1-9.
- Desai, B.E. 1967. Seaweed resources and extraction of alginate and agar. In: Proceeding of the Seminar on Sea, Salt and Plants, Ed. por V. Krishnamurthy. Shavnagar, Central Salt and Marine Chemicals Research Institute. India. pp. 343-351.
- Deveau, L.E. y J.R. Castle. 1976. The industrial development of surmed marine algae: the case -history of *Euclima* in the Philippines and USA. FAO Technical Conference on Aquaculture. E. 56. pp. 1-6.
- Díaz-Piferrer, M. 1961. Taxonomía, ecología y valor nutrimental de algas marinas cubanas: III Algas productoras de agar. Mem. Inst. Cubano Invest. Technol. (17): 87 p.
- _____. 1965. Notas sobre el género *Cryptonemia* (Rhodophyta) en Puerto Rico. Carib. & Sci. 5(1-2): 1-7.
- _____. 1967. Los recursos marinos de Venezuela. Algas de importancia económica. El Farol. 29(222): 18-22.
- _____, J.M. Naria de la Campa y C. Saavedra Losa. 1961. Tazonom a, ecología y valor nutrimental de algas marinas. 2. Utilización de algas en alimentación de aves. Me. Inst. Cubano Invest. Technol. (16): 86 p.
- _____ y Celeste Caballar de Pérez. 1964. Taxonomía, ecología y valor nutrimental de algas marinas de Puerto Rico: Algas productoras de agar. Hato Rey, R.R., Universidad de Puerto Rico. 145 p.

- Doty, M.S. 1976. Culture of algae and seaweeds. FAO. Fisheries Report. 188: 34-35.
- Duville, C.A. 1975. Estudios básicos sobre ácido algínico de algas pardas del litoral patagónico. 2: Solubilización, decoloración y precipitación ácida. Contr. Técn. Centro Inv. Biol. Mar. 17: 1-8.
- _____. 1977. Variación de la composición química de una planta de Durvillea antarctica (Chamisso) Hariot. Contr. Técn. Centro Inv. Biol. Mar. 21: 1-10.
- _____ y J.L. Duville. 1972. Distribución del contenido de potasio en Macrocystis purifera y Lessonia fuscescens. Contr. Técn. Centro Inv. Biol. Mar. 12: 1-4.
- _____ y E. H. Panzarasa. 1974. Estudios básicos sobre ácido algínico de algas pardas del litoral patagónico. 1: Pretratamiento ácido, su influencia y aplicación. Contr. Técn. Centro Inv. Biol. Mar. 16: 1-13.
- _____ y A.O. Nadin. 1975. Estudios básicos sobre ácido algínico de algas pardas del litoral patagónico. 3: Pruebas finales de extracción de ácido algínico en el laboratorio y recuperación de subproductos. Contr. Técn. Centro Inv. Biol. Mar. 18: 1-21.
- _____, J.L. Duville y A.O. Nadin. 1975. Estudio del ácido algínico del alga parda Durvillea antarctica (Chamisso) Hariot. Contr. Técn. Centro Inv. Biol. Mar. 22: 1-4.
- Etcheverry, H. 1958. Algas marinas chilenas productoras de ficocoloides. Rev. Biol. Mar. 8: 153-174.
- Freiberg, S.R. 1966. Banana nutrition. In: Temperate to tropical fruit nutrition, Ed. por Childers, N.F. Somerset Press, Inc. USA. p. 77-100.
- Granger, R. 1966. Contribuição para o conhecimento da composição mineral da alga Hypnea benquelensis Palminha. Not. Mimeogr. Centr. Biol. Fisc. Lisb. 43:
- Hepburn, Martha. 1965 a. Variaciones individuales de Macrocystis purifera. Contr. Técn. Centro Inv. Biol. Mar. 67: 1-8.

- Hepburn, Martha. 1965 b. Variación estacional de la composición química de Macrocystis purifera. Contr. Téc. Centro Inv. Biol. Mar. 68: 1-5.
- Humm, H. J. 1947. Agar - A pre-war Japanese monopoly. Econ. Bot. 1(3): 317-329.
- _____. 1962. Marine algae of Virginia as a source of agar and agaroids. Spec. Sci. Rep. Va. Inst. Mar. Sci. (37): 13 p.
- _____. 1969. Distribution of Marine algae along the Atlantic coast of North America. Phycologia. 7(1): 43-53.
- Jensen, A. 1972. The nutritive value of seaweed meal for domestic animals. In: Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium, Ed. por Nisizawa, K. University of Tokyo Press. Japan. 7: 7-14.
- Johnston, H. W. 1966. The biological and economic importance of algae, part 2. Tuatara. 14(1): 30-63.
- _____. 1972. A detailed chemical analysis of some edible Japanese seaweeds. In: Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium. Ed. por Nisizawa, K. University of Tokyo Press. Japan. 7: 429-435.
- Joly, A. B. 1965. Flora marinha de litoral norte de estado de Sao Paulo e regioes circunvizinhas. Bol. Fac. Fil. Cien. Letr. Univ. S. Paulo, 284, Botánica 21: 2-267.
- Kim, C.S. y H.J. Humm. 1965. The red alga, Gracilaria foliifera, with special reference to the cell wall polysaccharides. Bull. Mar. Sci. 15(4): 1036-1050.
- Kim, C.S. 1972. The effects of dietary Sargassum natans and Ascophyllum nodosum on Salmonella gallinarum infection in chicks. In: Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium. Ed. por Nisizawa, K. University of Tokyo Press. Japan. 7: 573-574.
- Krivoruchko, Delia y C.A. Duville. 1970. Estudio comparativo de la viscosidad en alginatos de diferentes algas pardas en la Argentina. Contr. Téc. Centro Inv. Biol. Mar. 9: 1-10.
- _____. 1972. Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium. University of Tokyo Press. Japan. pp. 245-250.

- Kühneman, O. 1970. La importancia de las algas marinas en Argentina. *Contr. Técn. Centro Inv. Biol. Mar.* 5: 1-35.
- _____. 1970. Algunas consideraciones sobre los bosques de Macrocystis pyrifera. *Contr. Técn. Centro. Inv. Biol. Mar.* 53: 273-296.
- Levring, T., H.A. Hoppe y O.J. Schmid. 1969. Marine algae. A survey of research and utilization. Cram, De Gru and Co. Hamburg. pp. 382-389.
- Llaña, A.H. 1948. Algas industriales de Chile. *Rev. Biol. Mar.* 1: 124-131.
- Mackie, W. y R.D. Preston. 1974. Cell wall and intercellular region polysaccharides. In: *Algal Physiology and Biochemistry*, Ed. por W.D.P. Stewart. Blackweel Scientific Publications. pp. 40-85.
- Mann, K.H. 1972. Ecological energetics of the seaweed zona in a marine bay on the Atlantic coast of Canada. I. Zonation and biomasa of seaweeds. *Marine Biology.* 12(1): 1-10.
- _____. 1972. Ecological energetics of the seaweed zone in a marine bay on the Atlantic coast of Canada. II. Productivity of the seaweeds. *Marine Biology.* 14(3): 199-209.
- Mathieson, A.C. y R.L. Burns. 1975. Ecological studies of economic red algae. V. Growth and reproduction of natural and harvested populations of Chondrus crispus Stackhouse in New Hampshire. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 17: 137-156.
- _____. y C.J. Doves. 1975. Seasonal studies of Florida Sublitoral marine algae. *Bull. Mar. Sci.* 25(1): 46-65.
- _____. y Eleanor Tveter. 1976. S Carrageenan ecology of Gigartina stellata (Stackhouse) Batters. *Aquatic Botany.* 2: 353-361.
- Meeuse, B.J.D. 1962. Storage products. In: *Physiology and biochemistry of algae*, Ed. por R.A. Lewin. Academic Press. pp. 289-300.
- Michanek, G. 1972. A review of World seaweed resources. In: *Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium*, University of Tokyo Press. Japan. pp. 248-250.

- Michanek, G. 1975. Seaweed resources of the ocean. FAO fisheries Technical paper. 138: 127 p.
- _____. 1978. Trends in applied phycology with a literature review; seaweed farming on an industrial scale. *Botanica Marina*. 21: 469-475.
- Miura, A. 1975. Porphyra cultivation in Japan. In: Advance of phycology in Japan. Ed. por J. Tokida y H. Hirose. Veb. Gustav. Fischer Verlagjena. pp. 273-302.
- Mollion, M.J. 1973. Etude preliminaire des Hypnea au Senegal comme source de phycocolloides. *Botanica Marina*. 26: 221-225.
- Mshigeni, K.E. y W.R. Mziray. 1979. Studies on the litoral ecology and ecophysiology of carrageenóphytes, Hypnea musciformis (Wulfen) Lamouroux and H. Valentiae (Turner) Montagne in Tanzania. In: Marine Algae in Pharmaceutical Science, ed. por H.A. Hope, T. Levring y Y. Tanaka. Walter de Gruyter. New York. pp. 747-781.
- Munford, T.F. Jr. 1977. Some biological, legal social, and economic aspects of the culture of the red alga Iridaea cordata on nets in Puget Sound. In: "The Use, Study and Management of Puget Sound", Proceedings. University of Washington, Washington Sea Grant Publication. p. 221-229.
- Mumford, T.F. Jr. 1978. Growth of Pacific northwest marine algae on artificial substrates-potential and practice. In: The Marine Plant Biomass of the Pacific Northwest Coast. Ed. por R. Krauss. Oregon State University Press. Oregon. pp. 139-151.
- Murray, D.B. 1966. Cacao nutrition. In: Temperamento tropical fruit nutrition. Ed. por Childers, N.F. Somerset Press. Inc. U.S.A. p. 229-251.
- Niell, F. X. 1973. Situación actual y perspectivas del aprovechamiento de las algas marinas en España. Publ. Téchn. de la Dirección General de Pesca Marítima. 10: 365-397.
- Ohmi, R. y I. Shinmura. 1976. Growth of Euclima amakusaensis in the field culture. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 24(3): 98-102.
- Okamura, K. 1926. On the culture of Gracilaria confervoides. *Journ. Fischer. Inst.* 21 p.

- Palminha, F. 1960. Sobre a prospeccao algológica con fins industrials efectuada no arquipelago de Cabo Verde. Not. mimeogr. Cent. Biol. Pisc. Lisb. 11: 1-7.
- _____. 1961. A existencia de algas agarófitas em Angola. Not. mimeogr. Centr. Biol. Pisc. Lisb. 16: 13 p.
- Palminha, F., L. Torres y Romana Granger. 1963. Une algue d'intéret économique probable dans la Baie de Benguela (*Hypnea benguelensis* nov. sp.) Not. mimeogr. Centr. Biol. Piscat. Lisboa. (5): 21 p.
- Parker, H. S. 1974. The culture of the red algal genus *Eucheuma* in the Philippines. Aquaculture. 3: 425-439.
- Percival, Elizabeth, R.H. McDowell. 1967. Chemistry and entymology of marine algal polysaccharides. Academic Press. England. 219 pp.
- Pérez, R. y J.P. Braud. 1978. Possibilité d'una culture industrielle de l'algue rouge *Eucheuma spinosum* dans le Golfe de Tadjoursh. Science et Peche. Bull. Inst. Peches Marit. 285: 27 p.
- Phillips, E.W. 1977. Trace elements. In: Veterinary pharmacology and therapeutics. Ed. por Jones, L.M.; N.M. Booth y L.E. McDonald. 4a. edición. The Iowa State University Press. pp. 1380.
- Rama Rao, K. y V. Krishnamurthy. 1968. Study on the preparation and properties of the phycocolloid from *Hypnea musciformis* (Wulf) Lamourx. from Veraval, Gujarat Coast. Botánica Marina. 11: 129-133.
- _____. 1978. Studies on Indian Hypneaceae I. Seasonal Variation in Phycocolloid content in two species of *Hypnea* (Gigartinales, Rhodophyceae). Botánica Marina. 26: 257-259.
- Round, F.E. 1968. Light and temperature; some aspects of their influence on algae. In: Algae, Man and the environment. Ed. por D. Jackson. Syracuse University Press. pp. 73-102.
- Russo de Rojkird, Adelaida. 1977. Algas marinas bentónicas como suplemento en la alimentación animal. 1: Ensayos con pollos y gallinas ponedoras. Revisión bibliográfica. Contr. Téc. Centro. Inv. Biol. Mar. 19: 24 p.

- Russo de Rojkind, Adelaida. 1977. Algas marinas bentónicas como suplemento en la alimentación animal. 2: Ensayos con bovinos. Revisión bibliográfica. Contr. Técn. Centro Inv. Biol. Mar. 28: 9 p.
- _____. 1978. Algas marinas bentónicas como suplemento en la alimentación animal. 3: Ensayos con bovinos. Revisión bibliográfica. Contr. Técn. Centro. Inv. Biol. Mar. 30-20 p.
- Saman, A.A. 1960. Extraction of agar-agar from drifted seaweeds. Notes Mem. Hydrobiol. Dep. U.A.R. (60): 15 p.
- Sarochan, V.F. 1966. Biology, ecology and utilization of algae from the Soviet far east seas. Proc. Fac. Sci. Congr. 11(7): 20-21.
- Simonetti, G., G. Giaccone y S. Pignatti. 1970. The seaweed Gracilaria confervoides, and important object for autoecologic and cultivation research in the northern Adriatic Sea. Helgo. Wiss. Meeresunters. 20: 89-95.
- Shinmura, I. 1975. Some observations on Eucheuma amakusaensis. Bull. Jap. Soc. Phycol. 23(2): 6 p.
- Taylor, A.R.A. 1972. A basis for continuing assessment of natural and exploited populations of Chondrus crispus Stackh. In: Proceedings of the Seventh International Seaweed Symposium. Ed. for Nisizawa, K. University of Tokyo Press. Japan. 7: 263-268.
- Taylor, W.R. 1972. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. 3a. edición. The University of Michigan Press. 870 pp.
- Trono, G.G. Jr. 1974. Eucheuma farming in the Philippines. U.P. Natural Science Research Center, Quezon City. 12 p.
- Umamaheswara Rao, M. 1969. Agar and algin-yielding seaweeds of India. Proc. Intl. Seaweed Symp. 6: 715-721.
- _____. 1970. The economic seaweeds of India. Bull. Cent. Mar. Fish. Inst. Mandapam Camp. 20: 67 p.
- Velazquez, G.T. 1972. Studies and utilization of the Philippine Marine algae. In: Proceedings of the Seventh International Seaweed

Symposium. Ed. por Nisizawa, K. University of Tokyo Press. Japan. 7: 62-65.

Zaneveld, J.S. 1959. The utilization of marine algae in tropical south and east Asia. Econ. Bot. 13(2): 89-131.