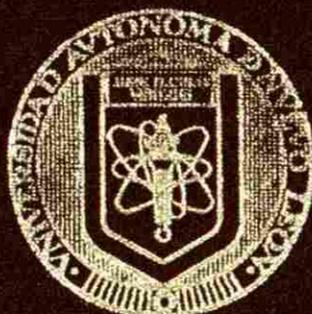


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



**"CONDICIONES AMBIENTALES, CRECIMIENTO Y
VALOR QUIMICO DE ALGAS MARINAS EN
DOS LOCALIDADES DEL ESTADO DE
TAMAULIPAS, MEXICO".**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO ACADEMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS**

PRESENTA

LETICIA VILLARREAL RIVERA

MONTERREY, N. L.

AGOSTO DE 1995

ED
Z5320
FCB
1995
v5

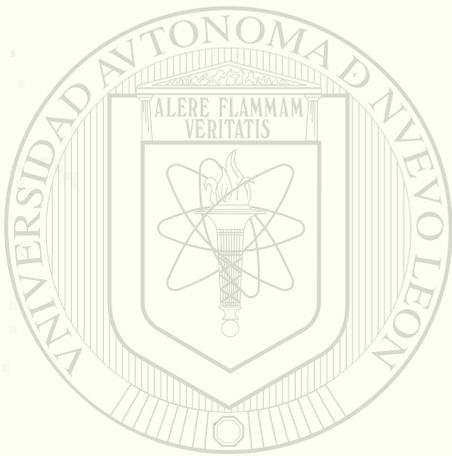
TICIA VILLARREAL RIVERA

1995

0099-85660



1020112165



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



CONDICIONES AMBIENTALES CRECIMIENTO Y
VALOR QUÍMICO DE ALGAS MARINAS EN
DOS LOCALIDADES DEL ESTADO DE
TAMAULPAS MEXICO.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

TESIS

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN ALIMENTOS

PRESENTA

LETICIA VILLARREAL RIVERA

MONTERREY, N. L.

AGOSTO DE 1995

TD
ZS320
FCB
1995
VS

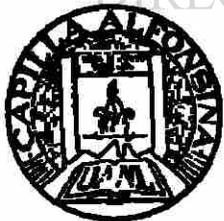


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO TESIS

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

**"CONDICIONES AMBIENTALES, CRECIMIENTO Y VALOR
QUÍMICO DE ALGAS MARINAS EN DOS LOCALIDADES DEL
ESTADO DE TAMAULIPAS, MEXICO".**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
ACADEMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
ALIMENTOS**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
PRESENTA**

LETICIA VILLARREAL RIVERA

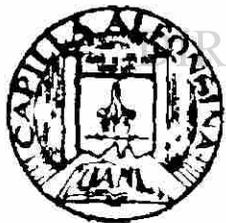
MONTERREY, NUEVO LEON.

AGOSTO DE 1995



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FONDO TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

"CONDICIONES AMBIENTALES, CRECIMIENTO Y VALOR
QUIMICO DE ALGAS MARINAS EN DOS LOCALIDADES DEL
ESTADO DE TAMAULIPAS, MEXICO".

T E S I S

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
ACADEMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS. CON ESPECIALIDAD EN
ALIMENTOS

PRESENTA

LETICIA VILLARREAL RIVERA

COMISION DE TESIS

D. Ph., D. Sc. RATIKANTA MAITI
DIRECTOR

R. Maiti

Dra. JULIA VERDE STAR
ASESOR

María Julia Verde Star ®

Dr. M.H. BADI
ASESOR

M. H. Badii

Dr. BALTAZAR CUEVAS H.
ASESOR

B. Cuevas H.

Dr. PEDRO WESCHE EBELING
DIRECTOR EXTERNO

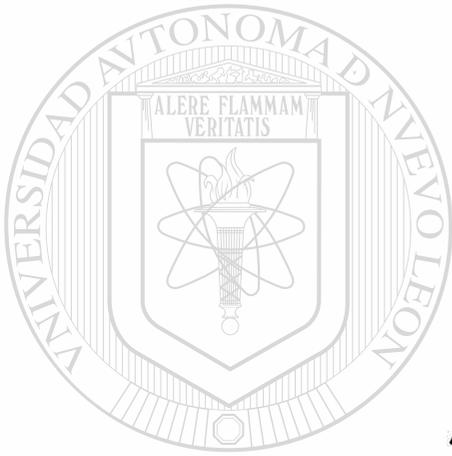
P. Wesche Ebeling

MONTERREY, NUEVO LEÓN.

AGOSTO DE 1995

DEDICATORIA

A mis padres que tuvieron la inteligencia y el valor de permitirnos salir del hogar a muy temprana edad, a sabiendas que no regresaríamos; gracias por la confianza que depositaron en nosotros.



A mis hermanos,
con cariño y respeto,
Silvia, Javier y Laura

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A mi proyecto de vida con sus diferentes metas y anhelos.

AGRADECIMIENTOS

La realización del presente trabajo, fue posible gracias a la colaboración de numerosas personas quienes desinteresadamente *me proporcionaron su ayuda.*

Mi especial agradecimiento al Dr. Ratikanta Maiti, por su empeño, dedicación y especial severidad que fueron motivación para la realización de este trabajo.

A la Dra. Julia Verde Star, por su apoyo y valiosas observaciones en el desarrollo de este estudio.

Al Dr. M.H. Badii, por su acertada orientación durante el desarrollo de este trabajo y honrarme con su valiosa amistad.

Al Dr. Baltazar Cuevas H., por que sus sugerencias fueron de gran utilidad para la elaboración de este proyecto.

Al Dr. Pedro Weshe Ebeling, por su apoyo irrestricto desde mi ingreso al postgrado hasta la terminación de este trabajo.

A Sistemas Integrales en Desarrollo Ecológico, S.A. de C.V., el haberme permitido trabajar en su equipo para subsidiar el presente proyecto, así como a quienes laboran en la misma por todo el apoyo brindado.

Al M. C. Juan M. Adame Rodríguez, Director de la Facultad de Ciencias Biológicas, por su apoyo y amable gestión.

A los M.C.: Salomón Martínez Lozano, José Luis Gutiérrez Lobatos, Azucena Oranday, Sergio Moreno L., Adriana Nuñez, Jorge Hernández; a mis ex-alumnos Nora Requena R., Daniel E. Salazar R. y Hugo Francisco de la Fuente, por su inestimable colaboración en cada una de las diferentes etapas de este proyecto.

Al Ing. Ramiro Rodríguez M., por su gran colaboración y de quién siempre recibí valiosas palabras de estímulo.

Mi reconocimiento y más profundo agradecer a todas las personas que de una u otra forma hicieron posible la consecución de este trabajo.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESUMEN

Las algas marinas tienen gran importancia como fuente de materia prima para la fabricación de alimentos, forrajes, fertilizantes, cosméticos y productos medicinales. En este trabajo se estudiaron las condiciones ambientales que influyen en su diversidad y tamaño; seleccionándose tres especies con valor nutricional y/o importancia industrial. Los litorales del estado de Tamaulipas presentan condiciones ambientales favorables para el crecimiento y desarrollo de algas marinas. Presentan una gran diversidad, 35 especies en "La Pesca", Soto La Marina y 23 especies en "La Carbonera", San Fernando, Tamaulipas, varían en espacio temporal (época del año), crecimiento y abundancia. En base a estas características se seleccionaron las especies Ulva fasciata, Sargassum fluitans, Digenia simplex y Gracilaria foliifera. Se realizó el análisis bromatológico determinándose: humedad (11.8 - 14.1%), cenizas (21.6 - 37.6%), proteínas (6.4 - 18.3%), extracto etéreo (0.2 - 1.5%) y fibra (3.3 - 13.7); se encontró que existe variación de acuerdo a la especie, época de colecta y localidad. Así mismo, se determinó el contenido de 23 metales, tanto en la planta como en el agua. En Sargassum fluitans se determinó el contenido de alginatos (28.4%), laminaran (0.6%) y fucoidan (0.3%); el agar fue determinado en Gracilaria foliifera (36.5%). Gracilaria foliifera, Sargassum fluitans y Ulva fasciata variaron en su contenido de aminoácidos. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede desarrollar un plan de manejo para el aprovechamiento de este recurso natural como complemento dietético y materia prima para la industria alimenticia.

ABSTRACT

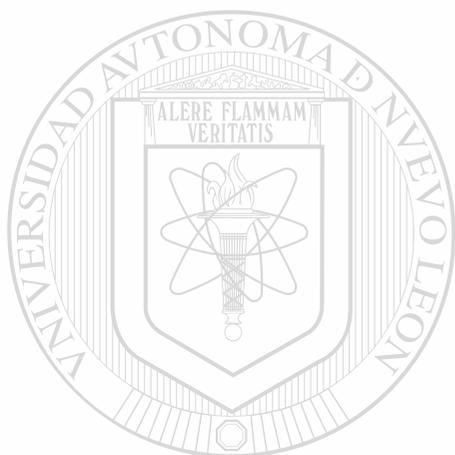
Marine algae have a great importance as a raw material source for food, forage, fertilizers, cosmetics, and medicinal products. In this work the environmental conditions that influence in the diversity and size of three species of marine algae selected by their industrial importance. The coasts of the Tamaulipas State present environmental conditions favorable for the growth and development of marine algae, presenting a great diversity: 35 species in "La Pesca", Soto La Marina, and 23 species in "La Carbonera", San Fernando, varying in temporal space (time of the year), growing and abundance. Based on these characteristics the following species were selected: Ulva fasciata Delile, Sargassum fluitans Borgesen, Digenia simplex (Wulfen) C. Agardh and Gracilaria foliifera (Forsskal) Borgesen. A bromatologic analysis was carried out for humidity (11.8-14.1%), ash (21.6-37.6%), protein (6.4-18.3%), ethereous extract (0.2-1.5%) and fiber (3.3-13.7). Variations were found depending in the species, collecting time, and locality. Likewise, the contents of 23 metals in the water and the plant was determined. Sargassum fluitans showed 28.4% alginate, 0.6% laminaran, and 0.3% fucoidan. Agar content was determined in Gracilaria foliifera (36.5%). Gracilaria foliifera, Sargassum fluitans y Ulva fasciata varied in their aminoacid content. According to the results obtained, it is possible to develop a management plan for the utilization of these natural resources as a diet complement and raw material for the food industry.

CONTENIDO

	PAGINAS
Agradecimientos	i
Resumen	ii
Abstract	iii
Contenido	iv
Indice de figuras	vii
Indice de tablas	viii
Indice de fotografías	ix
Abreviaturas	x
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	2
HIPOTESIS	3
ORIGINALIDAD	3
ANTECEDENTES	4
<hr/>	
Datos Florísticos	4
Complemento Alimenticio	4
Productos Industriales	8
DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO	15
Municipio de San Fernando, Tam.	15
Municipio de Soto La Marina, Tam.	20
Datos Oceanográficos	24
METODOLOGIA	28
Selección del Area	28
Trabajo de Campo	28
Identificación Taxonómica	28
Secado de Plantas	29

Almacenado	29
Determinación de Metales	30
Análisis Químicos	30
Análisis de Aminoácidos	30
Alginatos	31
Fucoidan	33
Laminaran	34
Agar	36
RESULTADOS	37
Florística	37
Aspectos Bioquímicos	48
Alginatos, Laminaran y Fucoidan	62
Agar	63
DISCUSION	64
ASPECTOS ECOLOGICOS	64
Florística y su afinidad	64
Cambios estacionales	65
Polimorfismo	66
Sustratos	67
Análisis de Metales	67
VALOR NUTRICIONAL	70
Proteínas	70
Humedad	71
Cenizas	71
Extracto Etéreo	72
Fibra	72
Carbohiratos	72
Aminoácidos	73

PRODUCTOS INDUSTRIALES	73
Alginatos, Laminaran y Fucoidan	73
Agar	74
Fertilizantes	75
Impacto Social	76
Investigaciones a Futuro	76
CONCLUSIONES	78
LITERATURA CITADA	80
ANEXOS	



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INDICE DE FIGURAS

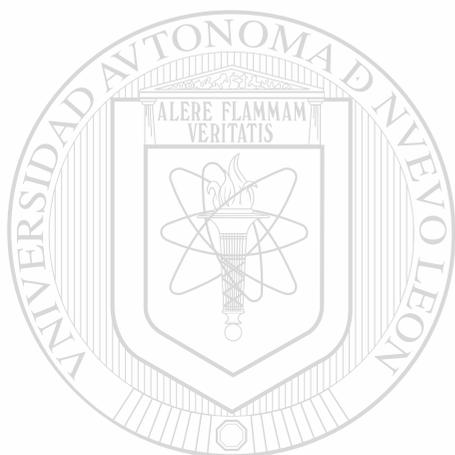
FIGURA	PAGINAS
1. Número de especies por localidad y fecha de colecta	38
2. Abundancia de especies por fecha de colecta. La Carbonera, San Fernando, Tam.	39
3. Abundancia de especies por fecha de colecta. La Pesca, Soto La Marina, Tam.	40
4. Longitud de <u>Ulva</u> <u>faciata</u> en dos localidades	41
5. Contenido de humedad en diferentes especies, colectas y localidades.	52
6. Contenido de cenizas en diferentes especies, colectas y localidades.	53
7. Contenido de proteínas en diferentes especies, colectas y localidades.	54
8. Contenido de fibras en diferentes especies, colectas y localidades.	55
9. Contenido de extracto etéreo en diferentes especies, colectas y localidades.	56
10. Contenido de nitrógeno en diferentes especies, colectas y localidades.	57
11. Contenido de materia seca en diferentes especies, colectas y localidades.	58

INDICE DE TABLAS

TABLA	PAGINAS
1. Análisis de metales del agua en dos localidades estudiadas.	46
2. Determinación de metales en 3 especies colectadas en La Pesca, Soto La Marina, Tam.	47
3. Determinación de metales en dos especies en La Carbonera, San Fernando, Tam.	47
4. Comparación del contenido de metales en <u>Ulva fasciata</u> .	48
5. Contenido de metales en diferentes especies de algas, La Pesca, Soto La Marina, Tam.	49
6. Contenido de metales en diferentes especies de algas, La Carbonera, San Fernando, Tam.	50
7. Análisis bromatológico de nueve especies de algas marinas.	51
8. Porcentaje de digestibilidad en tres especies de algas.	58
9. Contenido de aminoácidos en tres especies de algas marinas.	59
10. Contenido de alginatos en <u>Sargassum fluitans</u> .	60
11. Contenido de fucoïdan en <u>Sargassum fluitans</u> .	61
12. Contenido de laminaran en <u>Sargassum fluitans</u> .	61
13. Contenido de agar en dos especies de rodofitas.	61

INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA	PAGINAS
1. Escollera La Pesca, Soto La Marina, Tam.	36
2. Escollera de La Carbonera, San Fernando, Tam.	36
3. <u>Ulva fasciata</u> Delile	43
4. <u>Sargassum fluitans</u> Borgesen	43
5. <u>Gracilaria foliifera</u> (Forsskal) Borgesen	45
6. <u>Digenia simplex</u> (Wulfen) C. Agardh	45



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

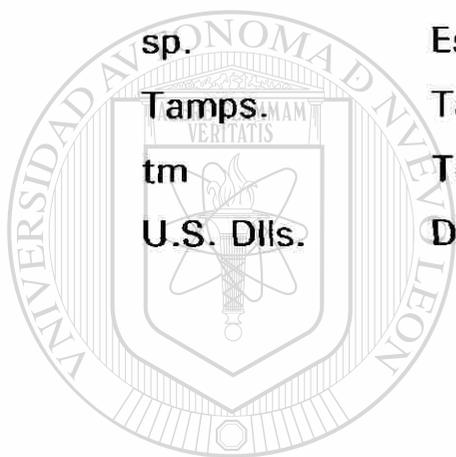


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

ABREVIATURAS

a. de J.C.	Antes de Jesucristo
A.O.A.C.	Association of Official Analytical Chemists
°C	Grados Celsius
cm	Centímetros
CONAFE	Consejo Nacional de Fomento Educativo
cuali	Cualitativo
D	Dextrógiro
et al.	y Colaboradores
Fig.	Figura
g	Gramos
ha	Hectárea
h	Hora
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
km ²	Kilómetros cuadrados
L	Levógiro
m	Metros
m.s.n.m.m.	Metros sobre el nivel del mar
µm	Micrómetros
meq	Miliequivalentes
mg	Miligramos
mg/l	Miligramos/litro
ml	Mililitros
mm	Milímetros
m	Minutos
nm	Nanómetros
N	Normal

p.p.m.	Partes por millón
P.E.A.	Población Económicamente Activa
%	Por ciento
pH	Potencial de Hidrógeno
PROCAMPO	Programa de Apoyo al campo
R/P	Relación Rodophyta/Phaeophyta
rpm	Revoluciones por minuto
S.E.P.	Secretaría de Educación Pública
seg	Segundo
sp.	Especie
Tamps.	Tamaulipas
tm	Toneladas métricas
U.S. Dlls.	Dólares Estadounidenses



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

INTRODUCCION

A lo largo de las costas, las algas marinas son utilizadas como alimento en países donde crecen en forma abundante, muchas de ellas son cultivadas en gran escala generando importantes cantidades de divisas por cada cosecha. Pueden ser consumidas en forma fresca o industrializada y son fuente de proteínas, vitaminas, minerales y aceites de buena calidad, además son fuentes de hidrocoloides de importancia industrial, de gran demanda en la industria de los alimentos como son los carragenanos, agar y alginatos. Estos productos son imprescindibles en la fabricación de quesos, helados, dulces, cosméticos, mayonesas, cerveza e impresiones dentales (Baardseth, 1968; Chapman, 1970).

El estado de Tamaulipas, México, presenta condiciones ecológicas favorables para el cultivo de algas marinas, lo que evitaría la importación de grandes cantidades de gomas algales.

El presente trabajo se realizó en diferentes fases: primeramente se hizo un inventario de los recursos algales marinos y la selección de plantas con alto potencial productivo. Posteriormente se efectuó una evaluación del valor nutricional para su utilización como fuente alimenticia y de productos para la industria alimenticia.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

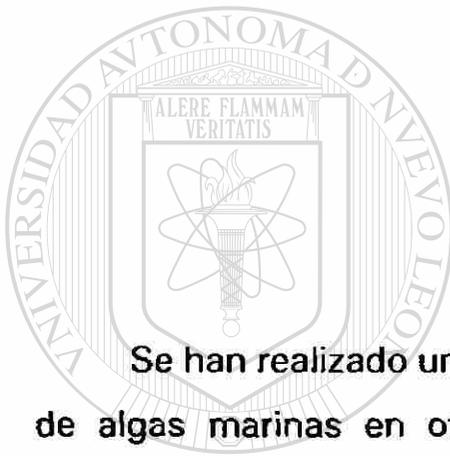
Determinar especies de algas marinas de importancia económica en el Estado de Tamaulipas, estudiar las condiciones ambientales que influyen en el valor nutricional y crecimiento de las algas seleccionadas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la diversidad florística, abundancia y crecimiento de las algas marinas en diferentes localidades y establecer su relación con las condiciones ambientales.
- Seleccionar especies de alto valor proteínico, que se utilicen como complemento alimenticio para humanos y/o animales.
- Determinar su potencial como fuente de materias primas para la obtención de gomas algales: alginatos y agar.

HIPOTESIS

Las algas marinas de la zona de estudio presentan diferente valor nutricional (cuali- y cuantitativo) en función de la diversidad biológica que a su vez presenta variaciones en espacio temporalmente.



ORIGINALIDAD

Se han realizado una gran cantidad de trabajos sobre utilización de algas marinas en otros países, sin embargo se carece en la actualidad de un análisis de las condiciones ecológicas que influyen en la productividad, valor nutricional y químico de las algas marinas del estado de Tamaulipas, lo que motivó la realización de esta investigación con el propósito de identificar las algas de valor nutricional y con potencial industrial que a su vez podrían contribuir a mejorar la economía de la región.

ANTECEDENTES

ESTUDIOS FLORISTICOS.

Diferentes estudios florísticos han sido realizados en el Golfo de México. Para el Municipio de Matamoros, Tamaulipas en las localidades Playa "Lauro Villar" y Escolleras "El Mezquite", se reportan 38 y 62 especies respectivamente (Martínez y Villarreal, 1983 y Martínez y Guajardo, 1990). Para el Municipio de Soto La Marina se reportan 25 familias, 39 géneros y 54 especies, además de 3 nuevos registros, datos ecológicos y de afinidad florística (Martínez y López, 1981).

En la "Laguna Madre" del Municipio de San Fernando, Tamaulipas se reportan 19 familias con 40 especies, datos ecológicos, métodos de cuantificación y asociaciones algales (Martínez y Villarreal, 1984). En Ciudad Madero se mencionan 86 especies donde se incluyen 6 nuevos registros y se mencionan datos de mareas, salinidad y temperatura (Garza et al., 1984). En todos estos trabajo solamente se mencionan algunos aspectos taxonómicos o florísticos, sin embargo se desconoce información concreta sobre los condiciones ecológicas que influyen sobre la diversidad y productividad de las algas.

COMPLEMENTO ALIMENTICIO

Para Humanos.

La algas marinas en muchos países del mundo forman parte fundamental de su dieta. Los países asiáticos como Japón, China, Corea, Filipinas, Tailandia, Malasia e Indonesia, cosechan grandes cantidades de algas, las cuales son consumidas por la población en un 70% en forma fresca y 30% industrializada (Arrieta, 1990).

Actualmente las algas marinas se cultivan a gran escala y su empleo ya sea en forma directa o indirecta en diversas áreas económicas hacen que sean una industria floreciente y en expansión (Dawes, 1986). Grandes cantidades de algas se destinan al consumo directo, en forma fresca complementan la dieta diaria en ensaladas, entremeses y sopas, otras son consumidas en forma procesada en confituras y cereales (Dawes, 1986). En México solo se consumen algunas algas marinas como la Gracillaria debilis en complemento de lácteos para los niños (Sr. Sabido, comunicación personal).

Una serie de trabajos, han sido realizados para determinar la concentración de vitamina B₁₂ en Euclima isiformis, Sargassum vulgare, Codium fragile, C. isthmocladum, C. isabelae y Agardhiella ramosissima (Martínez, 1974).

La determinación de aminoácidos presentes en las algas ha sido realizada por Díaz-Piferrer (1961) en Pelvetia canaliculata, Laminaria cloustini y Rodhymenia palmata, encontrando aminoácidos libres como alanina, ácido aspártico, prolina, leucina y valina. En Chondrus

crispus, Ulva fasciata y Sargassum filipendula identificaron alanina, arginina, ácido aspártico, citrulina, ácido glutámico, glicina, leucina, prolina, fenilalanina, serina, taurina y treonina (Díaz-Piferrer, 1961; Hurtado, *et al.*, 1994).

Forrajes.

Dada la gran variedad de nutrientes que contienen las algas marinas, estas se han utilizado como alimento para el ganado en muchos países, procesándolas en forma de harina. Los países productores más importantes son: Estados Unidos, Inglaterra, Noruega, Francia, Holanda, Dinamarca, Irlanda, Canadá y Sudáfrica. Generalmente se producen harinas de algas marinas, especialmente de los géneros Ascophyllum sp., Fucus sp., Laminaria sp. y Macrocystis sp., que se emplean para complementar la dieta básica en ganado, aves de corral y cerdos con buenos resultados. (Dawson, 1966; Naylor, 1976; Trainor, 1978 y Dawes, 1986).

Black (1955) utilizó harina de Ascophyllum sp en la dieta de pollos de un día de nacidos, encontró que un 5% de harina en la ración diaria suplía los requerimientos de vitamina A hasta una edad de 18 semanas, además de que este complemento tenía efectos antirraquíticos.

Díaz-Piferrer y López (1959) llevaron a cabo experimentos en Cuba. Sustituyeron el 10% de la dieta base en un primer grupo de pollos con Sargassum natans y 10% con Turbinaria turbinata, el 15%

con Ulva fasciata en el segundo, el 25% con Sargassum polyceratum en el tercero, el 30% con Ulva fasciata en el cuarto y un quinto sin complemento. Los resultados mostraron aceptación a la nueva dieta, con ausencia de síntomas anormales, mejorándose el desarrollo y mostrando una robustez en las patas debida quizá a la asimilación de los minerales contenidos en las algas.

El efecto de la harina de Ascophyllum nodosum como complemento alimenticio en ganado vacuno fue estudiado por Dunlop (1953), encontrando que la grasa de la leche se incrementó con el empleo de la harina de algas marinas, en comparación con el obtenido en el uso de sulfato de cobre. En Noruega, Seater y Jensen (1957) determinaron los efectos de la harina de esta misma especie en la alimentación de ovejas y observaron aumento en la producción de lana de invierno, reducción del número de corderos malogrados e influencia positiva sobre la tasa de crecimiento (raza Dala, 60%; raza Spel, 30%, y raza Cheviot, 10%).

López (1977) experimentó en Argentina con un "Núcleo de algas marinas" (compuesta de las harinas de Macrocystis pyrifera 50%, Ulva lactuca 5%, Gigartina sp. 5%, Lessonia sp. 25%, Porphyra sp. 10% y Codium sp. 5%), en un 5% de la dieta básica de borregos raza "Lincoln" con el fin de verificar la aparición de cálculos urinarios por la presencia de dicho complemento. El estudio de los resultados reveló un aumento de peso significativo en el lote tratado y ningún caso de enfermedad referida.

Se ha comprobado que las harinas algales contribuyen poco en la salud del ganado que recibe una dieta balanceada, sin embargo en los casos en que la alimentación básica carece de algunas vitaminas y minerales, la adición de estas harinas la mejora y la complementa, especialmente en los lugares alejados del mar, donde se carece de yodo, boro y otros elementos (Baardseth, 1968).

En Europa se colectaron Palmaria, Aloria y Laminaria, las cuales se secaron al sol y se les proporcionó al ganado y aves de corral, mientras que en Japón, Chile, Francia, Escocia y algunas partes de Norteamérica es común que caballos, vacas y ovejas pasten en las costas (Baardseth, 1968; Velázquez, 1971; Naylor, 1976; Trainor, 1978 y Dawes, 1986). Estos trabajos indican que las algas marinas son utilizadas en otros países como fuente de forraje o complemento nutricional en la alimentación del ganado y aves de corral, sin embargo en México poco se ha desarrollado este tipo de investigaciones, las cuales pueden apoyar la economía de los lugareños.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS PRODUCTOS INDUSTRIALES

Alginatos.

Son polímeros de los ácidos D-manurónicos y L-glucorónicos, que se encuentran en las sales algínicas de las algas pardas. El alginato de sodio, se considera el más importante ya que en la industria alimenticia se utiliza en solventes cremosos, quesos,

preservación de carnes, clarificantes y estabilizadores de bebidas fermentadas, mayonesa y productos dietéticos. (Ernest, 1989; Ress, 1986; Indergaard, 1991 y Zertuche, 1993). Dentro de la industria farmacéutica sirve para elaborar la cubierta de las cápsulas, suspensión de antibióticos e impresiones dentales (Haug & Larsen, 1962; Haug, 1964 y Haug *et al.*, 1966, 1967 a, 1967 b, 1969). De las algas están Fucus vesiculosus, que en Inglaterra se extrae por un método alcalino (Percival y McDowell, 1967). Del género Sargassum se han obtenido ácido algínico, laminaran y fucoidan, obteniéndolos en cantidades apreciables de acuerdo a las especies (Umamaheswara, 1969; Chapman, 1970; Casas-Valdéz, 1975). Además, de los alginatos se ha estudiado sobre el contenido de minerales en las algas pardas, principalmente calcio y fósforo (Villarreal, 1979 y Castro, 1983). Existen algunos trabajos relacionados con la producción de alginatos en algas marinas mexicanas, indicando que tienen un alto contenido de este ficocoloide el cual ha sido explotado inadecuadamente.

En Sudamérica la explotación de alginofitas está restringida a regiones de aguas templadas y frías de las costas de Chile y Sur de Argentina. Cinco especies de algas pardas, todas pertenecientes a la familia *Lessoniaceae*, se recolectan como materia prima para la producción de alginatos. Lessonia nigrescens es el alga dominante en áreas intermareales rocosas en el Sur del Perú y en Chile (Santelices, 1989). L. trabeculata es la de mayor biomasa en ambientes

submareales dominados por Macrocystis en la zona Austral de Sudamérica (Santelices & Ojeda, 1984). M. integrifolia forma pequeños bancos submareales en áreas semiexpuestas y protegidas a lo largo de la costa del Pacífico, entre los 4°C y los 37°C. M. pyrifera forma extensos cinturones costeros en el sur de Argentina y Chile (Barrales & Lobban, 1975; Santelices & Ojeda, 1984; Dayton, 1985), constituyendo la mayor reserva mundial de alginatos. Otras especies de algas pardas como, Eisenia cokeri en Perú (Acleto, 1981), Laminaria abyssalis, L. brasiliensis, Sargassum cymosum y S. vulgare en Brasil (Oliveira & de Paula, 1977; Ferreira et al., 1988), han sido consideradas como recursos potenciales, para la industria de alginatos, en función de sus biomásas locales.

Estudios sobre la variación estacional en crecimiento, en relación con cambios cuantitativos en el contenido de manitol y ácido algínico en diferentes especies de Sargassum y Turbinaria en la India fueron realizados por Kaliaperumal y Kalimuthy (1976). Al respecto Black (1965) trabajó en la obtención de laminaran por el método insoluble en agua fría, siendo los resultados positivos, ya que esta técnica remueve del laminaran el 83% del total de la muestra.

Percival y McDowell (1967) obtuvieron de Fucus vesiculosus dos extractos: uno ácido y otro alcalino; determinándose después que el primero contiene ácido algínico y el segundo fucoidan y manitol, estos últimos actúan como excelentes substratos para el proceso respiratorio.

Agar.

Es un polisacárido de unidades de D-galactosa extraído de las algas rojas, que dadas sus cualidades tienen innumerables usos en microbiología como soporte para los medios de cultivo; en la industria farmacéutica y alimenticia (fabricación de panes, postres, dulces de jalea, quesos, rellenos de ensalada, mayonesa, etc.). Hay gran cantidad de estudios referentes a los ficocoloides de origen marino tratando diferentes tópicos. De Gracilaria debilis, Eucheuma isiforme y Agardhiella ramosissima, se han obtenido geles de buena calidad con una dureza y viscosidad que puede utilizarse para los fines antes descritos, estos ficocoloides fueron obtenidos utilizando el método a presión sugerido por Díaz-Piferrer (1964) y en un medio alcalino (Martínez, 1974). Otro método utilizado para la obtención de agar es el que reporta Tetsujiro (1972) el cual también es extraído en un medio alcalino en pH de 11.4 a 13.6, determinando la estructura del gel por métodos infrarrojos. Se ha obtenido agar de buena calidad para fines bacteriológicos a partir de Gracilaria foliifera (Vela, 1984). De Gracilaria debilis se ha obtenido agar de buena calidad (Garza y González, 1984).

El método más reciente para obtener el agar es el recomendado por la publicación Agronomía Marina Botánica (1987), el cual presenta pocas variaciones con los métodos anteriormente mencionados; únicamente hace variaciones en el pH de la solución y se agrega isopropanol o etanol al proceso.

La demanda mundial de agar en 1983 fué de 7,000 tm de la cual se supone que el 60% provino de Gracilaria. La producción de Gracilaria en Chile para 1990 se estimó en 13,000 tm secas, de las cuales 6,020 provinieron de cultivo (McHugh, 1991). En 1991 la producción de Gracilaria por cultivo en Chile alcanzó las 58,000 tm húmedas. Del Sol y Aguilera (1989) mencionan que la demanda de Gracilaria esta directamente relacionada con la demanda de agar, que es insuficientemente conocida.

La producción mundial de agarofitas fue estimada por McHugh (1991) como de 48,340 tm secas con la siguiente composición; Gracilaria con 25,540 (53%), Gelidium con 21,500 (44%) y Pterocladia y Gelidiella con 1,300 (3%). Cuatro países en América Latina contribuyen con el 39% de las agarofitas utilizadas en la producción mundial de agar.

McLachlan y Ragan (1990), mencionan que en la ex-Unión Soviética se producían 1,000 tm de ficocoloides a partir de Phyllofora nervosa y Ahnfeltia plicata. En México, actualmente se está exportando Gracilaria a 1,000 U.S. Dlls. la tonelada seca (Zertuche, 1993).

Fertilizantes

Existe suficiente información que demuestra la utilización de especies de algas enfocadas a incrementar la productividad agrícola y alimenticia para consumo humano, ganado, aves, etc. Las algas

marinas son una fuente importante de materia orgánica que contiene gran cantidad de minerales que pueden enriquecer la tierra destinada para la agricultura, práctica que se utiliza desde el siglo I a. de J.C. y ha sido ampliamente utilizada por chinos y griegos (Yamamoto y Ishibashi, 1972). Las algas que crecen en la zona de mareas han sido cosechadas durante cientos de años en la India, Australia y Europa e incorporadas a la tierra de cultivo para enriquecerla, registrándose incrementos considerables en la producción agrícola. En Irlanda, la incorporación de algas marinas que llegan a las costas por medio de arribazones, ha incrementado la producción de grandes extensiones de terrenos arenosos con cultivos de papa. En Francia los campesinos incorporan algas marinas a las tierras donde cultivan granos, vegetales, cebada y papa, los resultados fueron altamente satisfactorios en incrementar la productividad de los cultivos. En Argentina se emplean especies de Corallinaceae, (algas rojas que incrustan carbonato de calcio en sus talos) como sustitutos de calcio en abonos compuestos (Grassi, 1972; Blunden, *et al.*, 1968; Naylor, 1976 y Trainor, 1978).

Las algas rojas se colectan en gran escala en los países que rodean el Mar Mediterráneo y las Islas Británicas donde se localizan depósitos llamados "Maral" de los que se obtienen 30,000 tm de algas que son vendidas a muchos países utilizándolas en agricultura y horticultura para reducir la acidez del suelo y como fertilizante por su alto contenido de carbonato de calcio (Arrieta, 1990).

Las algas marinas han sido utilizadas a gran escala como fertilizantes en los cultivos de arroz. En Egipto se comparó el efecto del sulfato de cobre y el de las algas marinas en el rendimiento por ha, incrementándose en 19 % contra un 16 % al aplicar sulfato de cobre. En la India se demostró que al agregar algas al suelo de los arrozales aumenta la disponibilidad de fósforo y en consecuencia la producción de arroz. También se han utilizado los extractos de algas para acelerar el tiempo de germinación de las semillas de arroz (Aboul-Fald *et al.*, 1967; Trainor, 1978).

Aunque en otros Países se han utilizado las algas marinas como fertilizantes, en México no ha ocurrido lo mismo, pese a contar con este recurso en forma abundante, ha sido desaprovechado como herramienta para impulsar la agricultura y mejorar la economía del país.

DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

LOCALIZACION GEOGRAFICA

El estado de Tamaulipas tiene una superficie de 79,384 km², ocupa el séptimo lugar en cuanto a extensión se refiere en la República Mexicana. Está situado geográficamente entre los 22° 12' 31" y los 27° 40' 52" Latitud Norte; y los 97° 08' 38" y los 100° 08' 51" Longitud Oeste (INEGI, 1988).

Limita al Norte con el estado de Texas de los Estados Unidos de América; al Sur con los estados de Veracruz y San Luis Potosí; al Oeste con Nuevo León y al Oriente con el Golfo de México.

En los municipios de San Fernando y Soto La Marina, Tamaulipas se desarrolló el trabajo de campo, por lo que se describen algunos de sus aspectos más relevantes (Mapa 1).

MUNICIPIO DE SAN FERNANDO, TAMAULIPAS

Localización

La cabecera municipal se encuentra en la Villa de San Fernando, en la coordenadas 24°51' de Latitud Norte y 48°15' de Longitud Oeste, a una altura de 55 metros sobre el nivel del mar; limita al Norte con los municipios de Río Bravo y Matamoros; al Sur con Abasolo y Soto La Marina; al Este con la Laguna Madre y el Golfo de México y al Oeste con los municipios de Méndez, Burgos y Crucillas.

Su extensión territorial es de 6,096.4 km², que representa el

7.63% de la superficie total del estado. Está integrado por 364 localidades (INEGI, 1988).

Hidrología.

Los recursos hidrológicos del municipio se componen básicamente del río Conchos o río San Fernando, que forma la cuenca del mismo nombre. Este río tiene su origen en el estado de Nuevo León, al unirse los ríos Linares, Potosí y Conchos; entra a Tamaulipas por el municipio de Burgos y sirve de límite entre los dos estados, con una longitud de 45 kilómetros y el resto (198 kilómetros), atraviesa los municipios de Burgos, Méndez y San Fernando, desembocando finalmente en la "Laguna Madre" (INEGI, 1988).

Clima.

El clima predominante es de tipo semiseco cálido muy extremoso, con presencia de canícula. Las temperaturas medias anuales son de 24° C y la precipitación pluvial media de 600 mm (INEGI, 1988).

Orografía.

En el municipio se presentan las siguientes formas de relieve: las zonas planas localizadas al Norte, Centro y Este del municipio (80%) y al Oeste y porción de la parte Sur las áreas semiplanas (INEGI, 1988).

Clasificación y Uso del Suelo.

En los extensos terrenos llanos que conforman este municipio, predominan los suelos profundos de origen aluvial y en la franja costera los de influencia litoral. La mayoría de los suelos descansan sobre duras capas, que heredan de ellas texturas arcillosas. La zona costera y algunas otras áreas se caracterizan por tener una pendiente uniforme, sujeta a inundaciones con suelos salinos o hidromórficos. En la tenencia del suelo predomina el régimen de propiedad ejidal y el uso es básicamente agrícola o ganadero (INEGI, 1988).

Flora y Fauna

La vegetación natural ha sido eliminada y en su lugar se presentan amplias áreas dedicadas a la agricultura. En la zona cerca de la costa, se encuentran tipos de vegetación adaptados a las condiciones de salinidad e inundación que prevalecen allí. Los tipos de vegetación más comunes en esta áreas son: halófitas, en las llanuras salinas e inundables, que se componen principalmente de zacate salado, saladilla y zacatón alcalino. El matorral bajo subinermes se encuentra en los valles que tienen suelos con afloraciones de caliche; son arbustos rígidos con altura de 40 a 80 cm., las principales especies son: chaparro prieto, retama, cenizo y granjeno (INEGI, 1988).

Marco Socioeconómico

Población.

De acuerdo al XI Censo General de Población y Vivienda (INEGI, 1990), habitaban en el municipio de San Fernando 45,343 personas, que representan el 2.35 por ciento con respecto a la población total del estado. La pirámide de edades refleja una mayor cantidad de personas en los rangos de 0 a 14 y de 15 a 29 años y su composición por sexo es casi proporcional. La densidad de la población es de 7.44 habitantes por km². Se estima una tasa promedio de crecimiento de 2.95 por ciento.

Educación

La infraestructura con que cuenta el municipio permite atender a los requerimientos de educación en los niveles preescolar, primario, medio y medio superior.

El nivel preescolar es atendido por la Secretaría de Educación Pública (SEP), localizándose centros educativos en el área urbana y rural; la primaria se imparte con el apoyo de la SEP, así como del Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE), acciones que emprende este último en el área rural principalmente (INEGI, 1992).

Salud

Este renglón es atendido por la Secretaría de Salud a través de hospitales generales y varios centros de salud tipo B y C, así como

consultorios rurales; el Instituto Mexicano del Seguro Social participa por medio de clínicas rurales en el programa IMSS-PROCAMPO (INEGI, 1992).

Vivienda

La mayoría de las viviendas son de una y dos habitaciones. Los materiales de construcción predominantes en las viviendas, en la cabecera municipal y en algunas localidades son de bloque en los muros, concreto en los techos o lámina de asbesto y piso de cemento. En las demás localidades "La Carbonera", las características son de madera en las paredes, techos de lámina o palma y pisos de tierra. La mayoría de las viviendas son propias y cuentan con servicios de energía eléctrica (INEGI, 1992).

Población Económicamente Activa

La población económicamente activa (PEA) representa el 31.79% de la población total del municipio; dedicada en su gran mayoría a las actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. En localidad "La Carbonera" el 95% del PEA se dedica a la actividad pesquera; teniendo como ingreso promedio mensual un salario mínimo (INEGI, 1992).

MUNICIPIO DE SOTO LA MARINA

Localización

El municipio se encuentra localizado en la porción central del territorio del estado, sobre la franja costera, dentro de la cuenca del río Soto La Marina. Villa Soto La Marina está localizada en las coordenadas 27° 47' Latitud Norte y 90° 12' Longitud Oeste, a 25 m.s.n.m.m. Limita al Norte con el municipio de San Fernando; al Sur con el de Aldama; al Este con el Golfo de México y al Oeste con los municipios de Abasolo y Casas, Tamaulipas.

Su extensión territorial es de 5,499.30 Km², que representa el 6.88% de la superficie del estado. Está integrado por 304 localidades, de las cuales las más importantes son: Villa de Soto La Marina (cabecera municipal), La Peña Nombre de Dios, Tampiquito, La Pesca, La Zamarina, Lavaderos y Cinco de Mayo (INEGI, 1988).

Hidrología

Dentro del municipio se localiza la cuenca del río Soto La Marina, el cual desemboca en el Golfo de México, formando un estuario con numerosas lagunas. Sus afluentes son los Arroyos Lagarto, el Pedregón y Palmas y los más importantes se encuentran en la región costera, siendo ellos la Laguna Madre, la Laguna Morales y la del Almaguer, que se comunican al mar por conducto del río. Existen otros escurrimientos dentro del municipio, como el arroyo de la Misión, el río San Rafael y el río Carricitos (INEGI, 1988).

Clima.

Se caracteriza por tener tres tipos de climas. En la porción norte, abarcando un veinticinco por ciento de la superficie, el clima es BS(h')KW(e) según Koppen, modificado por E. García para el territorio nacional, lo cual significa que es el menos seco de los esteparios, cálido con temperaturas medias superior a 22°C y régimen de lluvias en verano y extremoso con oscilaciones entre 7°C y 14°C.

En la mayor parte del territorio se presenta el clima BS(h)W''(e), es decir seco estepario, muy cálido, con temperatura media anual superior a los 22° C, correspondiente a la parte central del municipio. Al Sureste el clima es (A) c(Wo)a(e), registrándose sobre la sierra de Tamaulipas con las características de semicálido, con régimen de lluvia en verano, verano cálido, con temperaturas media superior a los 18°C, extremoso (INEGI, 1988).

Clasificación del Suelo.

En la mayor proporción del territorio, el tipo de suelo es rendzina, con una alta aptitud para el uso agrícola; el suelo del centro es chernozem, considerado como pobre y no apto para la agricultura; al Sureste sobre la sierra Tamaulipas, el suelo es litosol podzólico, considerado como montañoso y forestal. En lo que respecta a la tenencia del suelo 233,784 ha corresponden al régimen ejidal, distribuidas en 54 ejidos, y 298,334 ha a la pequeña propiedad (INEGI, 1988).

Flora y Fauna

En la parte Norte del municipio se presenta el matorral alto y bajo espinoso; en la ribera del río el bosque caducifolio o esclerociculifolio y en las costas se encuentran asociaciones de zacatonales. Existe variedad en la flora formada por ébano, tepehuaje, mezquite, huizache, barreta (INEGI, 1988).

Marco Socioeconómico

Población.

Habitan en el municipio 15,230 personas, que representan el 0.79% de la población total del estado.

Con una población eminentemente joven y una distribución casi proporcional entre ambos sexos. La densidad de población es de alrededor de 2.8 habitantes por kilómetro cuadrado.

La tasa promedio anual de crecimiento esta estimada en 3.15% (INEGI, 1992).

Educación

En el plano educativo se cuenta con una infraestructura que resuelve los requerimientos de educación preescolar, primaria y secundaria, los cuales son atendidos por la Secretaría de Educación Pública (INEGI, 1992).

Salud.

El municipio cuenta con clínicas de unidades médico familiares IMSS-PROCAMPO en las localidades de Villa Soto La Marina, Verde Chico, La Piedad, La Encarnación, Santo Domingo, El Sabinal y La Peñita; centros de salud de la Secretaría de Salud en la cabecera municipal, La Pesca, Enramada; y un hospital rural que imparte atención médica de primero y segundo nivel (INEGI, 1992).

Vivienda

Las materiales predominantes en la construcción de techos son: concreto (8.10%), palma (79.92%), madera (0.34%) y otros (0.34%). En los muros los materiales que predominan es el adobe, ladrillo, madera y embarro. Los pisos son básicamente de tierra (INEGI, 1992).

Población económicamente activa

La población económicamente activa es del 31.18% de la total del municipio; siendo la actividad económica más desarrollada la de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Dentro de la actividad industrial, existe una fábrica de hielo y una planta purificadora de agua, la primera surte principalmente al sector pesquero y la segunda abastece de agua al municipio (INEGI, 1992).

DATOS OCEANOGRAFICOS

Temperatura: La temperatura superficial del agua, desde el Norte de Veracruz a Port Aransas, Texas, varían de 19.4 a 20.5°C durante enero y febrero; y de 27.7 a 28.8°C en los meses de julio y agosto. Los límites anuales de temperatura superficial normal del mar varían de 8.3 a 11.0°C en la porción Norte del Golfo, mientras que en la parte Central y Sur, el límite es aproximadamente de 5.5°C (Humm, 1961; Kim, 1964)

Mareas: En el Golfo de México, las mareas son principalmente del tipo diurno, con una alta y una baja cada veinticuatro horas.

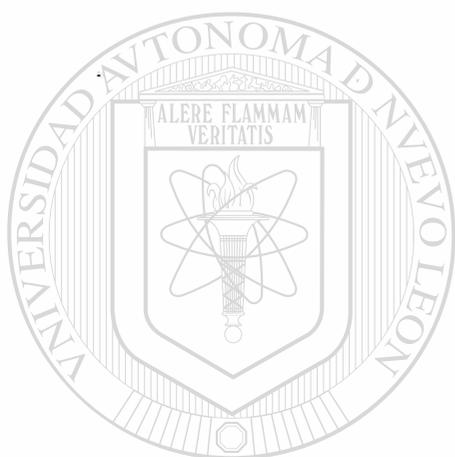
No existen datos sobre los planos de mareas en las áreas de estudio, por lo que se presentan las dos más próximas; hacia el Norte Matamoros y hacia el Sur Ciudad Madero, Tamaulipas.

	Matamoros	Cd. Madero
	Lat. 25°52.8'N	Lat. 22°13.0'N
	Long. 97°31.2'W	Long. 97°51.3'W
Pleamar máxima registrada	0.633 m	0.917 m
Nivel de pleamar media	0.183 m	0.181 m
Nivel medio del mar	0.000 m	0.000 m
Nivel de media marea	-0.037 m	-0.037 m
Nivel de bajamar media	-0.258 m	-0.256 m
Bajamar mínima registrada	-0.738 m	-0.699 m

Salinidad: En la parte Sur del Golfo de México es generalmente más alta que en la parte Norte (Humm, 1961). Con una concentración de aproximadamente 36.5%, el agua fluye desde el Mar Caribe por el canal de Yucatán al Golfo de México. Durante las estaciones secas, la salinidad puede volverse alta en las lagunas estuarinas, en la parte Norte de la Laguna Madre, se han citado salinidades de más del 100% (Hildebrand, 1958).

Corrientes superficiales: El Golfo de México es influenciado por una corriente que se mueve por el estrecho de Yucatán, proveniente desde el Mar Caribe. La corriente se bifurca al entrar al Golfo de México, una parte se mueve al Oeste y la otra al Este del Golfo. La región de Soto la Marina se encuentra dentro de la vía de la rama Occidental, que proviene del estrecho de Yucatán, dirigiéndose hacia el Norte del Golfo. Como resultado de estas corrientes, la distribución de algas marinas es desde el Mar Caribe hasta el Canal de Yucatán, hacia el Oeste y Norte del mismo, si no es afectada por otros factores ambientales (Humm, 1961; Kim, 1964).

Turbidez: En el área la turbidez se relaciona con las aguas negras, las cuales transportan sedimentos de granos finos en las bahías y mantienen las partículas de materia en suspensión, por lo que las bahías generalmente tienen una turbidez más alta que en el Golfo y consecuentemente el agua en el paso entre los malecones es generalmente menos turbia en mareas altas que en mareas bajas (Edwards, 1969; Kapraun, 1974).



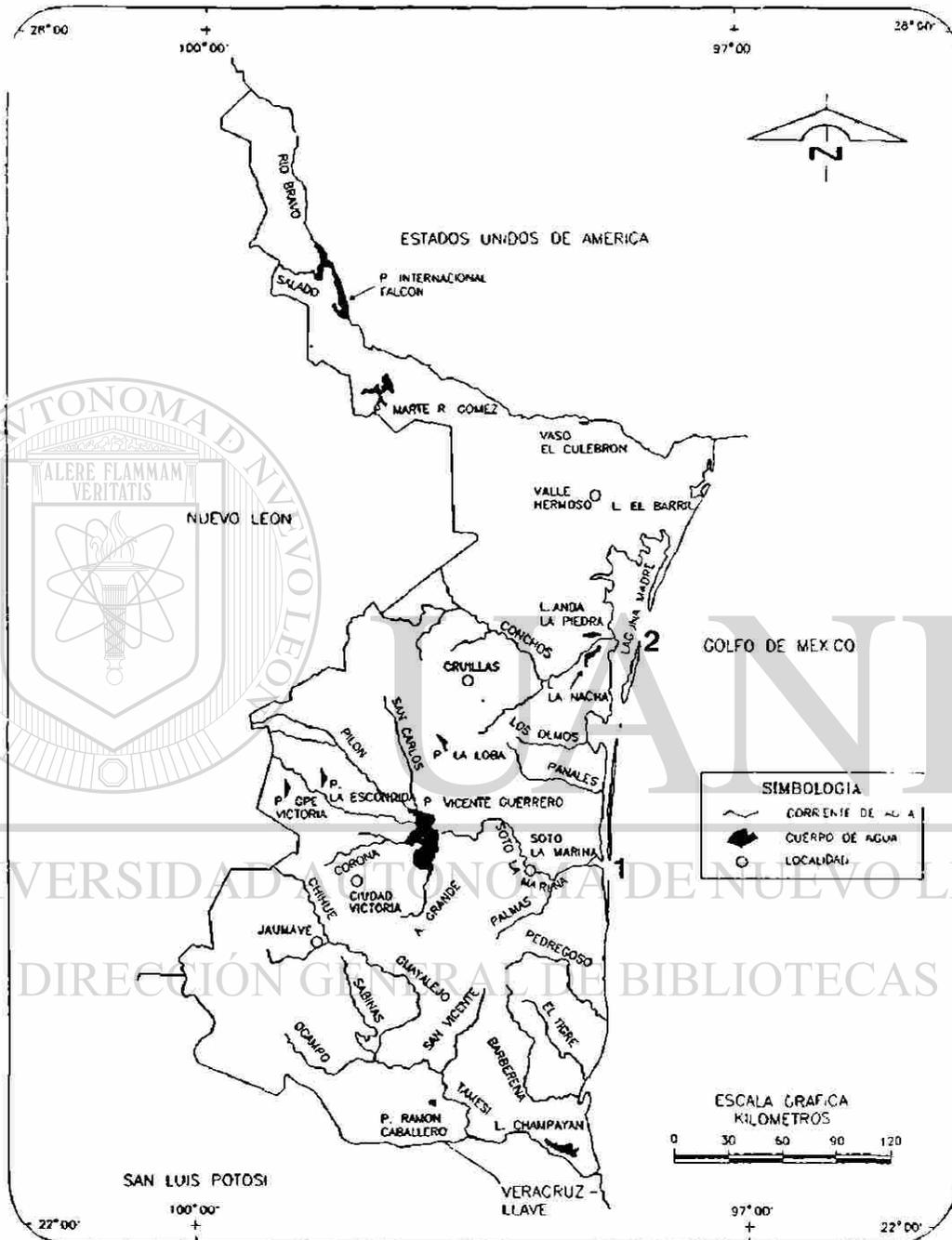
UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

MAPA 1. AREA DE ESTUDIO



FUENTE: INEGI. Carta Topográfica, 1:1 000 000 (segunda edición)

1. LA PESCA, SOTO LA MARINA, TAMP.
2. LA CARBONERA, SNA FERNANDO, TAMP.

METODOLOGIA

SELECCIÓN DEL AREA

Las áreas donde se colectaron los especímenes fueron seleccionadas de acuerdo a los lugares donde existe principalmente sustrato para que las algas crezcan, como son escolleras o áreas rocosas y a la accesibilidad a los mismos; por lo que se colectó material en las escolleras de "La Carbonera", en el municipio de San Fernando y "La Pesca", Soto La Marina, Tamaulipas (Mapa 1).

TRABAJO DE CAMPO

Las colectas de campo se efectuaron en 1994, cubriendo diferentes épocas del año. Las plantas se colectaron manualmente, principalmente en la región litoral y en la infralitoral cuando el tiempo lo permitió, colectándose con ayuda de herramientas para desprenderlas desde la base. Durante la colecta se tomaron algunos parámetros como son: temperatura, sustrato, asociaciones. Los ejemplares se colocaron en bolsas de plástico y se transportaron en agua de mar con hielo, para su secado posterior y análisis.

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

La ubicación taxonómica se llevó a cabo mediante el uso de bibliografía especializada de los siguientes autores: Taylor, 1928, 1935, 1940, 1941, 1942, 1943, 1945, 1954, 1955, 1957, 1960,

1969, 1972; Abott & Kurogi, 1972; Abott & Hollenberg, 1976; Agardh, 1824; Borgesen, 1913, 1914, 1916; Dawes, 1974; Dawson, 1949, 1953, 1960, 1961, 1962, 1966; Feldmann, 1939, 1942; Joly, 1957, 1965, 1967; Kapraun, 1970, 1972, 1974, 1977, 1978, 1979, 1980; Kim, 1964; Kutzing, 1845, 1871; Kylin, 1956; Lemoine, 1964; Setchell, 1915, 1919; Setchell y Gardner, 1924, 1925; y con la ayuda del microscopio compuesto y el estereoscopio. Las especies que existían en mayor abundancia fueron separadas para su posterior tratamiento, determinándose características agronómicas como base, largo y ancho del talo y número de ramificaciones.

OPERACIONES FISICAS.

Secado de las plantas:

Las plantas se secaron en el laboratorio utilizando aire o abanicos por el tiempo necesario y dependiendo de la especie.

Almacenado:

A fin de conservar el material para su posterior análisis se realizó una partición primaria y se transfirió a un molino; las muestras se secaron en la estufa a 40°C durante cuatro horas y se colocaron en recipientes herméticos, a fin de que la harina algal no tenga degradaciones.

Determinación de Metales:

Debido a que se considera que las algas son fijadoras de metales se realizó un análisis preliminar tanto en agua como en las tres especies seleccionadas; para determinar la existencia de metales (aluminio, cadmio, plomo, zinc, mercurio, entre otros) y la posible contaminación del agua en las áreas de colecta. El método empleado fue por absorción atómica de acuerdo al manual de Perkin Elmer (1976), en un Zeiss FMD-4.

ANALISIS QUIMICOS.

Análisis Proximal. Fueron determinados de acuerdo a AOAC:

Humedad (Método 7.003; AOAC, 1984)

Cenizas (Método 7.009; AOAC, 1984)

Proteínas (Método Kjeldahl, 955.04; AOAC, 1990)

Fibra cruda (Método 7.066, 7.077; AOAC, 1984)

Extracto etéreo o grasas (Método Soxhlet 7.009; AOAC, 1984)

Extracto libre de nitrógeno (ELN por diferencia)

Digestibilidad in vitro (AOAC, 1990)

ANALISIS DE AMINOACIDOS

La hidrólisis de la muestra se manejó con ácido clorhídrico sin ácido per fórmico e hidrólisis con oxidación con ácido per fórmico (Arrieta, 1990). El procedimiento cromatográfico se efectuó siguiendo el manual del autoanalizador de aminoácidos Beckman, Modelo 119.

La determinación del triptofano se efectuó por el método colorimétrico modificado Spice Chambers; las muestras fueron filtradas a través de una capa de carbón activado para eliminar la interferencia por los pigmentos, al momento de la determinación.

ALGINATOS.

Método de obtención (Haug, 1964)

Para la extracción de alginatos se tomaron 60 g de muestra seca de Sargassum fluitans, se pusieron a agitar en 600 ml. de agua con cal, se calentó a 90°C por diez minutos, se lavó y se colocó el residuo en 600 ml de H₂SO₄ 2 N por dos horas a 20°C; se agregaron 18 g de Na₂CO₃, se diluyó en 600 ml de agua, se agitó por 8 hr, se filtró a presión y se trató el filtrado con solución de CaCl₂ al 10% hasta que el alginato de calcio precipitó completamente.

El alginato de calcio insoluble ascendió y la solución que contenía la sal soluble fue separada. Se lavó el alginato de calcio con agua destilada y se blanqueó con hipoclorito de sodio hasta que se tornó de un color crema o beige. El alginato de calcio se convirtió en ácido algínico por tratamiento con solución de ácido clorhídrico al 5%. De la mezcla soluble, fueron desechados el cloruro de calcio y el exceso de ácido.

El ácido algínico en forma sólida se lavó con agua acidulada para remover el calcio y convertirlo en alginato de sodio, agregando Na₂CO₃ al 3%, se agitó hasta que se disolvió completamente y se

precipitó con alcohol etílico al 95%.

El precipitado formó fibras que se adhirieron al agitador de vidrio, de esta manera se separó la mayor parte del producto y el líquido remanente se filtró para obtener el resto del alginato.

El producto se lavó dos veces con alcohol etílico y posteriormente se procedió al secado.

Cuantificación:

Secos los alginatos se procedió a pesarlos en una balanza analítica, obteniéndose el peso para sacar la relación en base a la muestra procesada (%).

Determinación de Viscosidad:

Se pesó un gramo de la muestra de alginatos obtenida y se aforó a 100 ml, se dejó embeber y luego se procedió a llevar la suspensión a agitación constante, la lectura se realizó en un viscosímetro Brookfield RVT, con aditamento para ultraviscosidad, con aguja 21/13 a 60° C.

Determinación de pH:

Para las determinaciones de pH en los alginatos, se trabajó con soluciones a la misma concentración que la utilizada para la viscosidad relativa, en un potenciómetro Corning, modelo 475076.

Determinación parcial de ácidos urónicos en alginatos:

Para la determinación de los ácidos urónicos contenidos en los alginatos extraídos, se llevó a cabo por el proceso de hidrólisis, aplicando la técnica de Haug (1969), a una concentración de 1% en ácido clorhídrico (0.3 N); se procedió a la cuantificación de los carborhidratos reductores (ácidos urónicos) y para tal efecto se utilizó el método del ácido fenol-sulfúrico de Dubois, *et al.* (1956). Las lecturas se hicieron en un fotocolorímetro Klett-Summerson a 485 nm y los valores fueron referidos en relación con la curva de calibración, expresados en porciento de ácidos urónicos.

FUCOIDAN

Obtención de Fucoïdan: (McNelly, 1959)

Una muestra de 50 g de planta se puso a calentar a 70°C por espacio de una hora en 500 ml, de agua destilada, que fue ajustada a un pH entre 2.0 y 2.5, utilizando HCl concentrado; con NaOH se neutralizó la muestra dejándose reposar por 24 hr y se filtró; al filtrado se le adicionó alcohol etílico absoluto, se filtró nuevamente y el residuo se preparó a una concentración de 20%, determinándose el sulfato por la prueba del sulfato de bario.

Determinación de sulfatos por el método del sulfato de bario:

Se tomaron 10 ml del extracto de cenizas, se agregaron unas gotas del indicador naranja de metilo y 1 ml de HCl concentrado. Se

calentó, añadiéndose gota a gota un exceso de cloruro de bario, revolviendo constantemente. Se dejó enfriar y reposar por 24 h. El precipitado de sulfato de bario se paso por un filtro sin cenizas y se lavó con agua destilada. A continuación se dobló el papel filtro, se colocó en un crisol de porcelana, se quemó en la mufla y se pesó.

Factores de conversión:

(Peso de sulfato de bario) (0.137) = Peso de azufre

(Peso de sulfato de bario) (0.412) = Peso de sulfato (mg de sulfato de bario) (0.00855) = meq de sulfato

LAMINARAN

Obtención de Laminaran por el procedimiento insoluble en agua fría:
Black, 1965)

Se colocaron 125 g, de muestra seca y molida en un vaso de precipitado con 250 ml, de HCl 1.25 N y 0.5 ml, de formaldehído al 40%. Se calentó a 70°C y se dejó reposar por 48 hr. El precipitado se recogió por centrifugación, lavándose con etanol y éter y secándose al aire libre; obteniéndose el producto en forma de pentóxido de fósforo. Para demostrar la presencia de este elemento, se realizó la prueba de fósforo.

Determinación de Fósforo en Extracto de cenizas por el Método de Fiske y Subbarow:

Curva de calibración: Se preparó una curva de calibración, utilizando fósforo monopotásico seco, agua destilada y cloroformo como conservador. En una serie de tubos se colocó respectivamente: 0, 2, 4, 6, 8 y 10 ml, de la solución de fósforo monopotásico al 0.001% y se le añadieron 10, 8, 6, 4, 2 y 0 ml, de agua destilada, para llevar los tubos a un volumen de 10 ml, cada uno.

Se pasaron 5 ml, de cada tubo a otro tubo de ensaye, anotándole sus respectivos valores, se le agregó 1 ml de molibdato de amonio, se agitó y se añadió 0.4 ml, de ácido 1-amino 2-naftol 4-sulfónico y 3.6 ml, de agua destilada. Se mezclaron y se dejaron reposar 15 minutos. La lectura se tomó en un espectrofotómetro Collen Junior a 660 nm. El tubo de concentración cero se utilizó como blanco para ajustar 0 absorbancia.

Determinación de fósforo: Se tomó 1 ml del extracto de ceniza y se aforó a 100 ml, de agua destilada; de dicha dilución se tomaron 5 ml, y se colocaron en un tubo de ensaye, se agregaron: 1 ml, de molibdato de amonio, se agitó, 0.4 ml, de ácido 1-amino 2-naftol 4-sulfónico y 3.6 ml, de agua destilada. Se dejó reposar 15 minutos y se procedió a tomar la lectura en el espectrofotómetro a 660 nm. Los valores obtenidos se compararon con la curva de calibración. La cuantificación de fósforo resulta de multiplicar el % de la muestra por el % de cenizas.

A G A R.

Método de extracción de agar para Gracilaria sp. (Agronomía Marina 1987):

A 100 g de alga seca se agregó 300 ml de NaOH al 5%, dejándose reposar por cuarenta minutos, posteriormente esta mezcla se mantiene a 90° C por 3 h, lavar el alga con agua corriente; agregar 800 ml de agua acidificada pH 5.5 con ácido acético por cinco minutos, lavar con agua corriente; hervir el alga por 1 h, mezclar y calentar otra vez durante 2 hr, filtrar, el residuo se lava con 200 ml de agua caliente, el filtrado se pone a enfriar, cortar el gel en cubos, congelar toda la noche, lavar con agua y luego con isopropanol o etanol al 85 y 95% dos veces, secar a 60°C, moler en molino Wiley.

b) **Pruebas de carbohidratos totales** por el método de Dubois et al. (1956).

c) **Presencia de sulfatos** por el método de Semesi y Misdhigeni (1976).

Fuerza del gel y temperatura de gelificación: Por el método de Kim y Humm (1965).

RESULTADOS

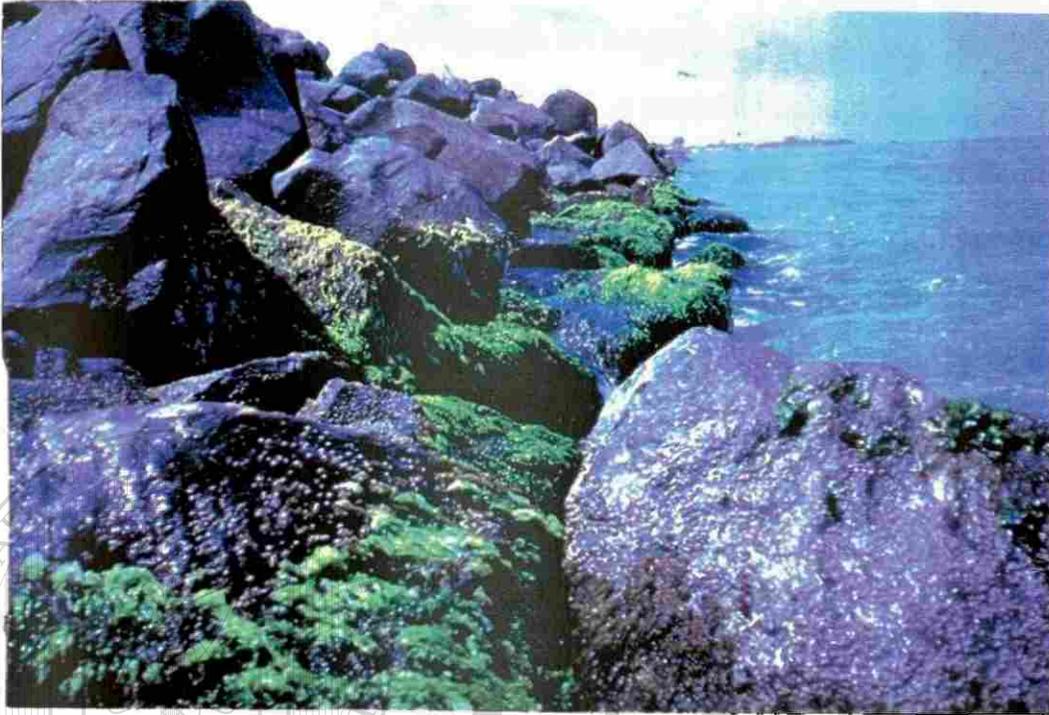
FLORISTICA.

Se realizaron tres colectas en diferentes épocas del año, en las dos localidades seleccionadas: "La Pesca", Soto La Marina y "La Carbonera", San Fernando, Tamaulipas.

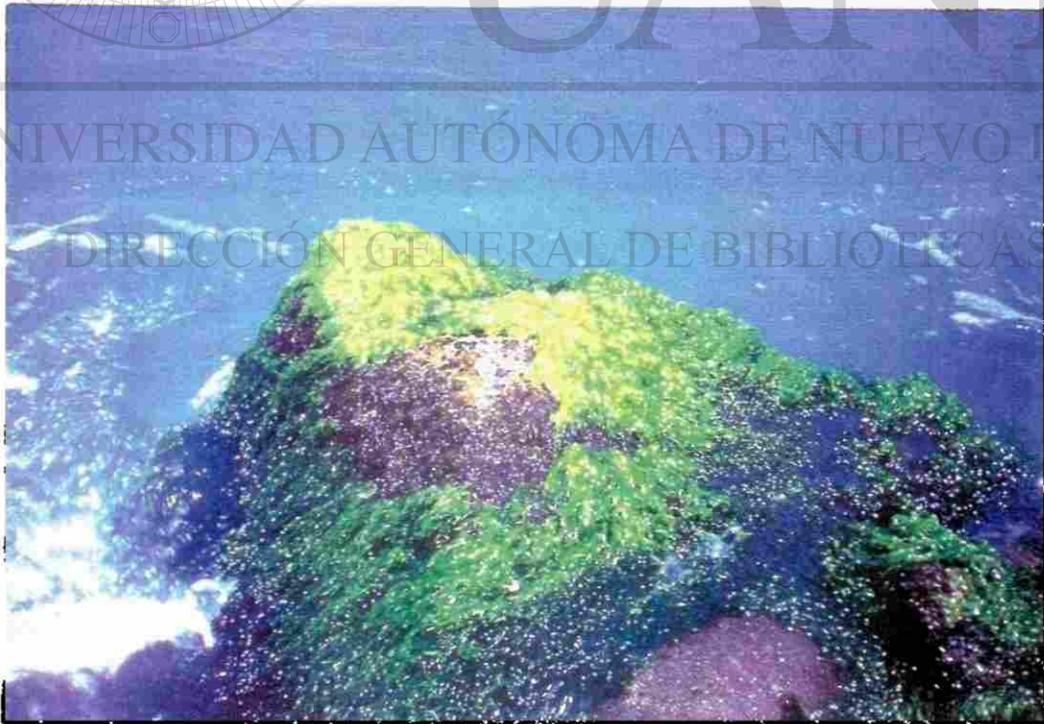
En las escolleras de "La Pesca", Soto La Marina, los sustratos para el desarrollo de las especies algales lo constituye la barra, construida por rocas y areniscas, la arena y conchas de animales marinos, las algas mismas, cuerdas y maderas. La Barra posee una superficie externa compuesta de piedras de arenisca de diferentes tamaños, por lo que hay grandes hendiduras y cavidades que proveen protección a plantas y animales. La Barra posee dos flancos disímiles entre sí, la cara Norte, presenta un perfil que desciende rápidamente al mar, el cual es más azotado por el oleaje, en cambio, el lado Sur (hacia el río Soto La Marina) está compuesto por un perfil con rocas más pequeñas, que descienden paulatinamente hacia el río, formando en ocasiones pequeñas planicies de rocas y arena, cubiertos y descubiertos durante las mareas, y con un oleaje más tranquilo en comparación con el flanco anterior (Fotografía 1).

Para las escolleras de "La Carbonera" (Boca de Jesús María), San Fernando Tamaulipas las características de sustrato son similares a las escolleras de "La Pesca", Soto La Marina, diferenciándose únicamente en que la cara Norte de la Barra desciende hacia la Boca de la "Laguna Madre", y la cara Sur hacia la Playa (Fotografía 2).

Fotografía 1. Escollera "La Pesca", Soto La Marina, Tam.



Fotografía 2. Escollera de "La Carbonera", San Fernando, Tam.



Se reportan un total de 77 especies para las dos localidades estudiadas; 26 especies (34%) son en común para ambas localidades y 51 especies sólo aparecieron en una u otra localidad; pertenecen 4 especies al grupo de las cianofitas (5.19%), 17 especies son clorofitas (22.07%), 10 especies son feofitas (12.98%) y 46 rodofitas (59.74%). Agrupadas en 28 familias de las cuales 2 (7.14%) son cianofitas, 6 (21.42%) clorofitas, 4 (14.28%) feofitas y 16 (57.14%) rodofitas. Tabla 1 (Anexo).

En las escolleras de "La Pesca", Soto La Marina, Tamaulipas; se reportan 55 especies, de las cuales 37 se encontraron en la primera colecta, 36 en la segunda y 30 en la tercera (diferentes épocas del año). Fig. 1.

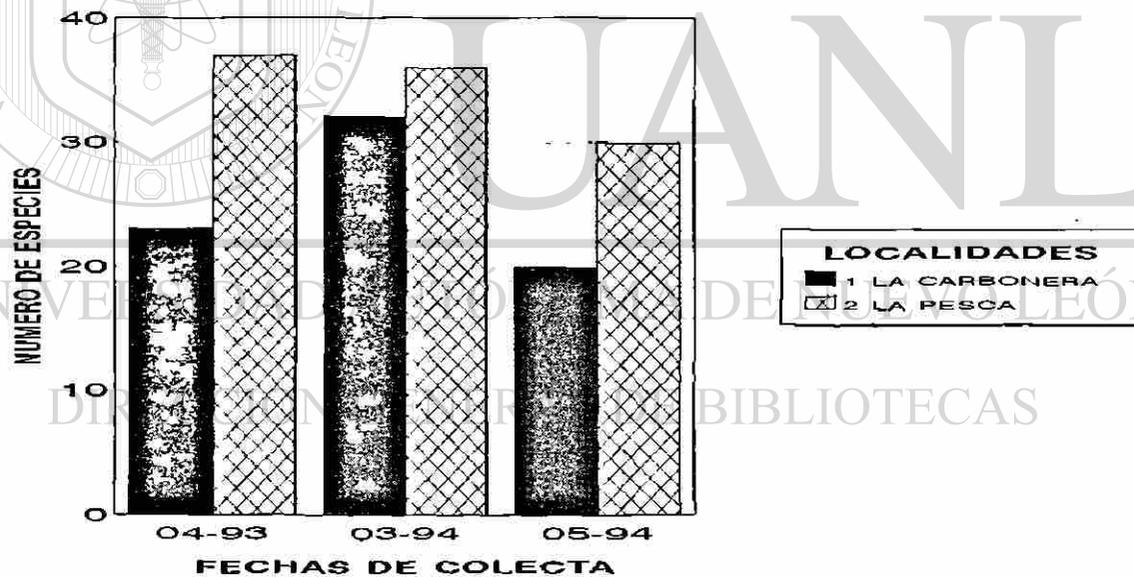
Cabe mencionar que 20 especies (36%) se presentaron en todas las colectas efectuadas, entre las cuales podemos mencionar: Ulva fasciata, Cladophora vagabunda, Sargassum fluitans, Centroceras clavulatum. Se encuentran representadas en 23 familias; 2 son cianofitas con dos especies (3.6%), 4 clorofitas con 14 especies (25.45%), 4 feofitas con 9 especies (16.36%) y 13 rodofitas con 30 especies (54.54%). Tabla 2 (Anexo).

En las escolleras de "La Carbonera", San Fernando, Tam., se encontraron 49 especies, 23 la primera colecta, 32 en la segunda y

20 en la tercera (diferentes épocas del año). Fig. 1.

Cabe mencionar que Ulva fasciata, Sargassum fluitans, Centroceras clavulatum entre otras especies, estuvieron presentes en todas las colectas. Las especies están agrupadas en 25 familias de las cuales 2 son cianofitas con 2 especies (4.08%), 6 clorofitas con 12 especies (24.48%), 3 feofitas con 4 especies (8.16%) y 14 rodofitas con 31 especies (63.26%).

FIG. 1. NUMERO DE ESPECIES POR LOCALIDAD Y FECHA DE COLECTA



Abundancia:

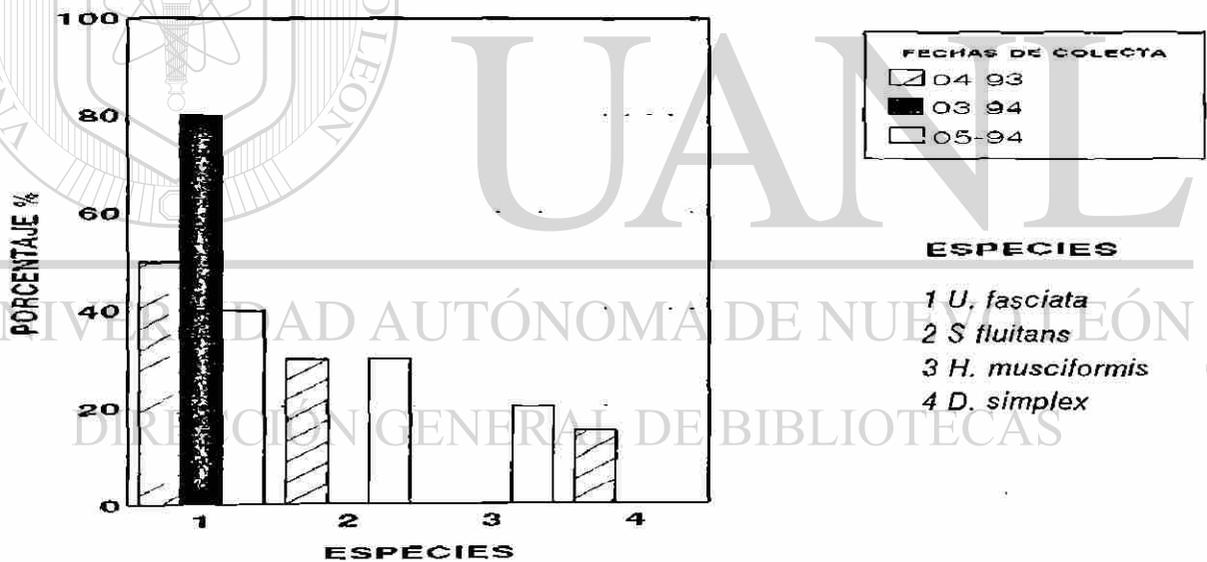
Las condiciones ambientales influyen directamente sobre la distribución y abundancia de cada una de las especies de algas marinas, al respecto en la localidad "La Carbonera" durante el mes de abril de 1993, *U. fasciata* se encontraba en un 36%, *S. fluitans* en un 60% y otras especies en un 4%, en esta misma localidad, pero en el mes de marzo de 1994, se encontraron *U. fasciata* 35%, *S. fluitans* 30%, *G. foliifera* 30% y otras especies 5%; durante el mes de Mayo de 1994 *U. fasciata* constituía el 50%, *G. foliifera* 30%, *P. americana* 10% y otras especies 10%. Fig. 2.

FIG. 2. ABUNDANCIA DE ESPECIES POR FECHA DE COLECTA LA CARBONERA, SAN FERNANDO TAMPS.



En la localidad "La Pesca", la especie más abundante resultó ser *U. fasciata*, ya que se encontró en un 50% durante el mes de abril 1993, 80% en Marzo de 1994 y 40% en Mayo 1994. La abundancia de *S. fluitans* durante estas fechas no sobrepasó del 30%, en tanto que la de otras especies (*H. musciformis* y *D. simplex*) fué menor al 20%. Fig. 3

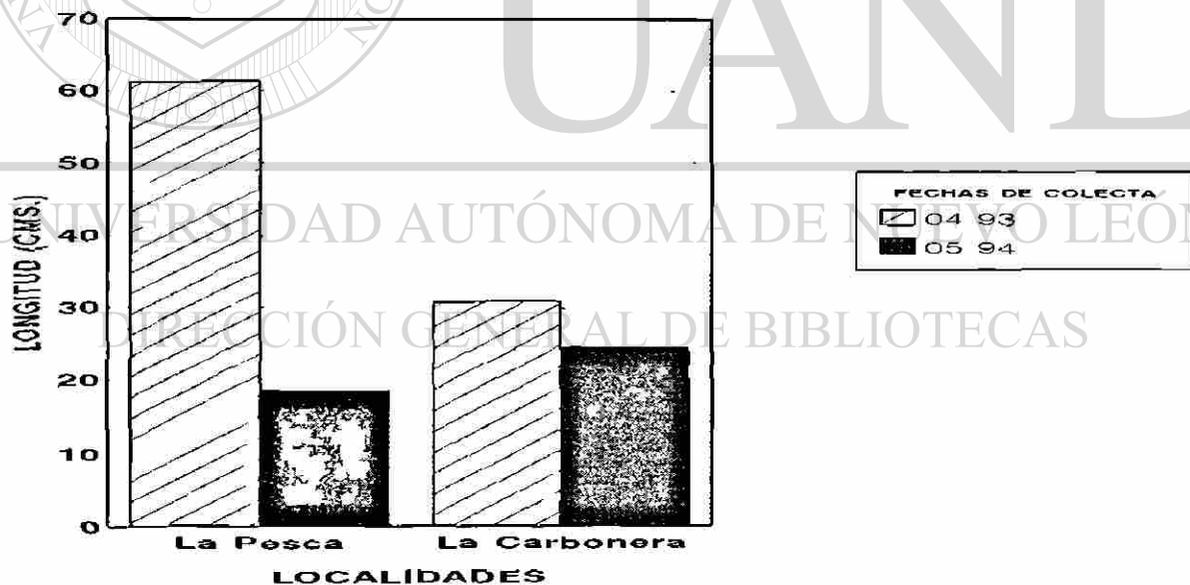
FIG. 3. ABUNDANCIA DE ESPECIES POR FECHA DE COLECTA LA PESCA, SOTO LA MARINA, TAMPS.



Tamaño:

Con respecto al crecimiento (longitud) que logran desarrollar estas especies, considerando la época de colecta y las localidades, se encontró durante el mes de abril de 1993 en la localidad "La Pesca", que *U. fasciata* alcanza los 60 cm, en tanto que para esta misma fecha pero en la localidad "La Carbonera" alcanza únicamente los 30 cm. En el mes de mayo de 1994 en ambas localidades esta especie alcanza únicamente entre los 10 y 20 cm respectivamente. Fig. 4

FIG. 4. LONGITUD DE *Ulva fasciata* EN DOS LOCALIDADES



DESCRIPCION DE ESPECIES SELECCIONADAS

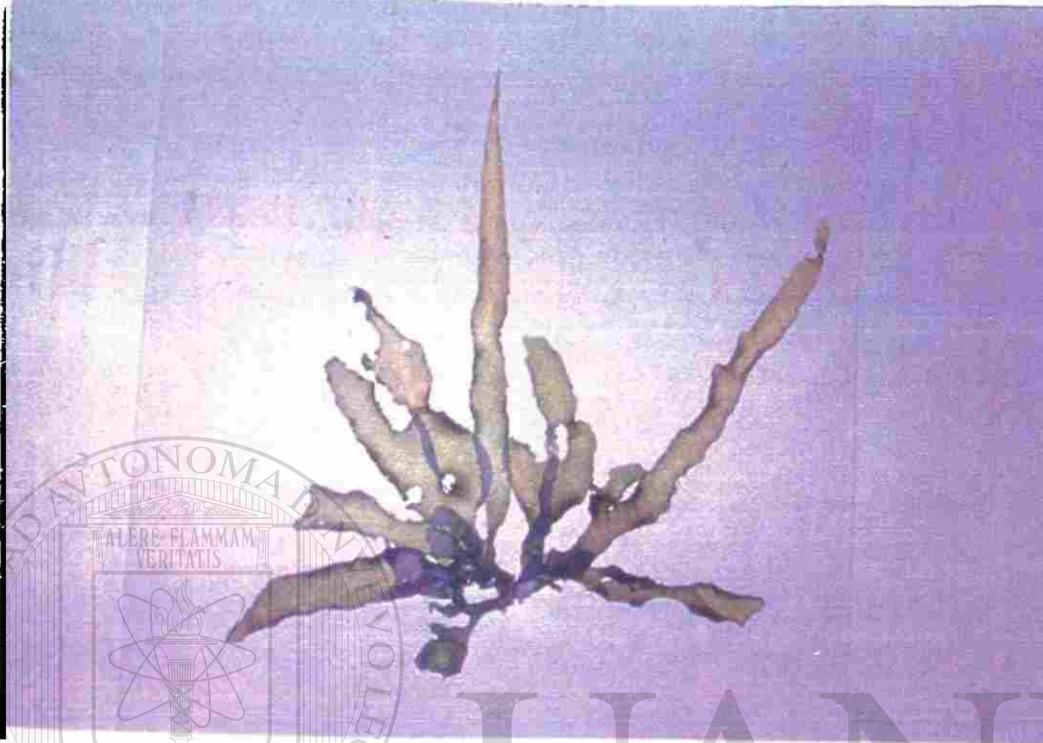
Ulva fasciata Delile

Plantas con un talo foliáceo, de color verde brillante, irregularmente lobado, con lóbulos expandidos en forma de cinta, de 11 a 38 cm de alto, constituido por dos hileras de células, más altas que anchas, midiendo de 11.5 a 15.3 μm de ancho y de 23 a 30.6 μm de largo. Células en vista superficial de contorno polígono-redondeado, de paredes gruesas. Zona basal del talo reforzada con rizoides de células que se alargan cerca de la base (Fotografía 3).

Sargassum fluitans Borgesen

Plantas ramificadas ampliamente y de tamaño variable, usualmente de color café dorado, pelágicas. Ejes lisos o ligeramente espinulosos, con hojas cortamente pediceladas, gruesas y firmes, lanceoladas, de 2 a 8 mm de ancho y 35 a 80 mm de largo, con una base asimétrica y márgenes serrados, los dientes agudos y anchos en la base. Criptostomatas usualmente ausentes. Vesículas ovales a subesféricas, no apiculadas, de 3 a 5 mm de diámetro, sobre pedicelos de 2 a 5 mm de largo (Fotografía 4).

Fotografía 3. *Ulva fasciata* Delile



Fotografía 4. *Sargassum fluitans* Borgesen



Gracilaria foliifera (Forsskal) Borgesen

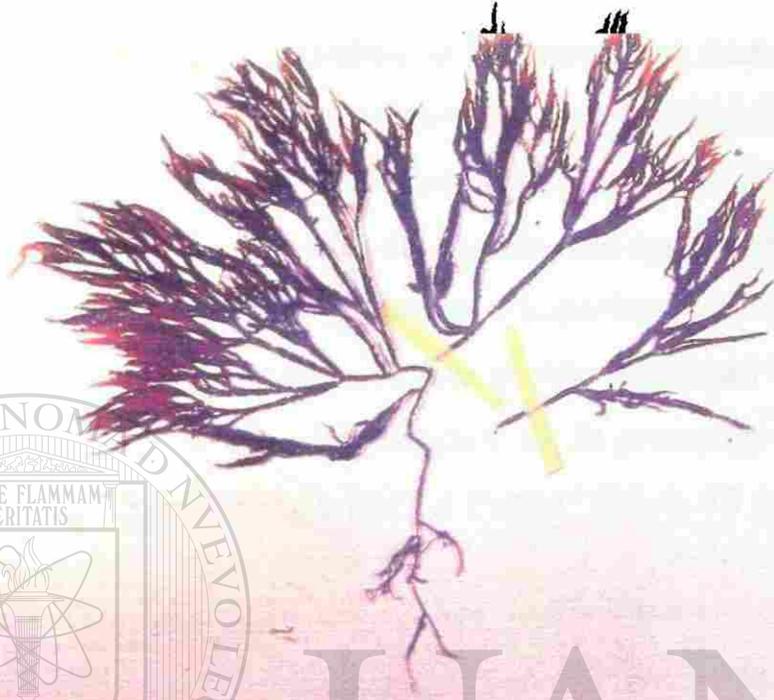
Plantas agrupadas en motas de 15 a 30 cm de altura, de color púrpura a descoloridas; la parte inferior un poco más delgada, arriba más ancha, subcilíndrica a compresada o algo expandida, con las ramas cilíndricas de 0.5 a 1.5 mm de diámetro, y las ramas más aplanadas de 2.5 a 4 mm de anchura principalmente en las bifurcaciones; margen generalmente prolifero. Ramificación dicotómica, tricotómica a alterna. Tetrasporangios inmersos en el talo, midiendo de 25 a 30 μm de ancho y de 30 a 40 μm de largo. Cistocarpos prominentes, salientes, de hasta 2 mm. de diámetro (Fotografía 5).

Digenia simplex (Wulfen) C. Agardh

Plantas erectas, de color rosado, miden hasta 21 cm de largo.

Poco ramificada, con los ejes de consistencia cartilaginosa. Ramas densamente envueltas con ramillas delgadas y rígidas, originadas a partir de una célula apical, presentando cerca de su ápice pequeños tricoblastos deciduos, ramillas midiendo de 2 a 3.5 mm de largo. Región cortical de pequeñas células con cromatóforos, región medular de células grandes e incoloras, sin una estructura polisifónica visible. Tetrasporangios tetraédricos, en las partes superiores de las ramillas irregularmente hinchadas y sin corticación, midiendo de 50 a 65 μm de diámetro (Fotografía 6).

Fotografía 5. Gracilaria foliifera (Forsskal) Borgesen



Fotografía 6. Digenia simplex (Wulfen) C. Agardh



Análisis en Diferentes Especies. La determinación del contenido de metales se realizó para las especies D. simplex, S. fluitans y U. fasciata, de la localidad "La Pesca", encontrándose que el Cd, Mn y Cu se presentan en cantidades insignificantes, comparadas con el contenido de Fe, el cual es de 3,475 ppm, 599 ppm y 446 ppm para cada una de las especies respectivamente. (Tabla 2)

TABLA 2. DETERMINACION DE METALES EN 3 ESPECIES COLECTADAS EN "LA PESCA", SOTO LA MARINA, TAMPS. (ppm)

ESPECIES	CADMIO	FIERRO	MANGANESO	COBRE
<u>D. simplex</u>	0	3,475	92	7
<u>S. fluitans</u>	3.6	599	20	3
<u>U. fasciata</u>	2.7	446	24	5

En las especies de la localidad "La Carbonera", el Fe es el metal que presentó las mayores concentraciones, siendo de 411 ppm en S. fluitans y 390 ppm en U. fasciata; el contenido del resto de los metales es mínimo, en Cd 0.99 ppm y 1.89 ppm para cada especie respectivamente. (Tabla 3)

TABLA 3. DETERMINACION DE METALES EN DOS ESPECIES EN "LA CARBONERA", SAN FERNANDO, TAMPS. (ppm)

ESPECIES	CADMIO	FIERRO	MANGANESO	COBRE
<u>S. fluitans</u>	0.99	411	14	2
<u>U. fasciata</u>	1.89	390	21	5

En Ulva fasciata colectada en el mes de mayo de 1994, se encontró que el contenido de metales en general es mayor en los ejemplares colectados en la localidad "La Carbonera", destacando el Al con 22.14 ppm, Fe 15.75 ppm, Mg 819.70 ppm y Si con 89.32 ppm, en tanto que en la localidad "La Pesca" para esta misma especie las concentraciones fueron: Al 9.90 ppm, Fe 6.71 ppm, Mg 444.10 ppm y Si con 36.92 ppm. (Tabla 4)

TABLA 4. COMPARACION DEL CONTENIDO DE METALES EN Ulva fasciata
(Colectadas Septiembre de 1994)

Metales (ppm)	"LA PESCA"	"LA CARBONERA"
Al	9.90	22.14
As	3.36	4.60
B	1.41	2.86
Ba	0.06	0.16
Be	0.00	0.01
Ca	5600.80	5600.8000
Cd	0.09	0.13
Co	0.09	0.13
Cr	0.17	0.24
Cu	0.13	0.20
Fe	6.71	15.750
Li	0.87	0.13
Mg	444.10	819.700
Mn	1.24	2.59
Mo	0.15	0.21
Ni	0.28	0.39
Pb	0.62	0.86
Sb	0.70	0.97
Se	1.19	1.56
Si	36.92	89.32
Sn	1.20	1.57
Zn	0.23	0.45
Ag	0.10	0.14

En la localidad "La Pesca" (Soto la Marina), *Cladophora* presentó 6.67 ppm de Al, 5.30 ppm de Fe, 368.200 ppm de Mg y 26.200 ppm de Si; mientras que *Ulva fasciata* en la misma localidad, obtuvo valores de 9.90 ppm, 6.71 ppm, 444.10 ppm. y 36.92 ppm para cada uno de los elementos antes mencionados. (Tabla 5)

TABLA 5. CONTENIDO DE METALES EN DIFERENTES ESPECIES DE ALGAS, "LA PESCA", SOTO LA MARINA, TAMPS. (Colectadas Septiembre de 1994)

Metales (ppm)	<i>Cladophora</i>	<i>Ulva</i>	Blanco
Al	6.665	9.903	1.2090
As	2.974	3.358	0.3355
B	1.430	1.413	0.1882
Ba	0.053	0.058	0.0137
Be	0.004	0.004	0.0027
Ca	5600.800	5600.800	1.2450
Cd	0.082	0.091	0.0126
Co	0.098	0.094	0.0577
Cr	0.185	0.170	0.0769
Cu	0.141	0.134	0.0686
Fe	5.307	6.711	0.0540
Li	0.097	0.836	0.0569
Mg	368.200	444.100	0.7106
Mn	0.626	1.244	0.0042
Mo	0.143	0.150	0.0584
Ni	0.254	0.279	0.0646
Pb	0.660	0.615	0.3826
Sb	0.705	0.704	0.3342
Se	1.096	1.190	0.3642
Si	26.200	36.920	5.2710
Sn	1.057	1.201	0.1423
Zn	0.170	0.229	0.0471
Ag	0.134	0.103	0.1118

Gracilaria foliifera, registró 48.580 ppm de Al; 32.100 ppm de Fe, 155.800 ppm de Magnesio y 205.000 ppm de Sílice; en comparación con Ulva fasciata que presentó 22.140 ppm. de aluminio, 15.750 ppm. de fierro, 819.700 ppm de magnesio y 89.320 ppm de sílice, en "La Carbonera", San Fernando, Tamaulipas. (Tabla 6)

TABLA 6. CONTENIDO DE METALES EN DIFERENTES ESPECIES DE ALGAS, "LA CARBONERA", SAN FERNANDO, TAMPS. (Colectadas Septiembre de 1994)

Metales (ppm)	<u>Ulva</u>	<u>Gracilaria</u>	Bianco
Al	22.140	48.580	1.209
As	4.600	2.553	0.335
B	2.857	3.772	0.188
Ba	0.162	0.188	0.013
Be	0.006	0.005	0.002
Ca	5600.800	5600.800	1.245
Cd	0.129	0.057	0.012
Co	0.134	0.087	0.057
Cr	0.237	0.190	0.076
Cu	0.201	0.127	0.068
Fe	15.750	32.100	0.054
Li	0.126	0.112	0.056
Mg	819.700	155.800	0.710
Mn	2.528	2.293	0.004
Mo	0.212	0.137	0.058
Ni	0.387	0.216	0.064
Pb	0.858	0.709	0.382
Sb	0.971	0.738	0.334
Se	1.564	1.016	0.364
Si	89.320	205.000	5.271
Sn	1.565	0.858	0.142
Zn	0.446	0.373	0.047
Ag	0.137	0.108	0.111

En todas las especies estudiadas el contenido de calcio fue de 5,600.8 ppm. (Tablas de la 1 a 6).

Análisis Proximal:

En el inicio del trabajo se determinó el análisis de nueve especies, aún cuando de algunas no teníamos suficiente material vegetal. Encontrándose variación en el contenido de proteína con un 23.62% para Ulva fasciata como mayor y la menor Enteromorpha lingulata con 4.55%. En el caso de fibra cruda se obtuvo 17.00% en Caulerpa prolifera y 3.24% en Hypnea musciformis; en el contenido de humedad y cenizas Gracilaria foliifera reportó 8.21% y Caulerpa prolifera 13.80%, como en menor cantidad en ambos parámetros; Ulva fasciata fué la que mayor contenido de humedad reportó 14.11%, mientras que en cenizas Hypnea musciformis obtuvo un 41.53% (Tabla 7)

TABLA 7. ANALISIS BROMATOLOGICO DE NUEVE ESPECIES DE ALGAS MARINAS

ESPECIE	PROTEINA	FIBRA CRUDA	HUMEDAD	CENIZAS
	%	%	%	%
<u>Hypnea musciformis</u>	13.65	3.24	10.12	41.53
<u>Spatoglossum schroedori</u>	14.17	12.69	10.10	34.08
<u>Ulva fasciata</u>	23.62	4.20	14.11	22.50
<u>Gracilaria foliifera</u>	12.41	5.20	8.21	14.18
<u>Enteromorpha lingulata</u>	4.55	3.71	11.74	46.63
<u>Sargassum filipendula</u>	10.23	10.48	12.45	18.31
<u>Caulerpa prolifera</u>	21.35	17.00	13.73	13.80
<u>Styopodium zonale</u>	5.86	5.85	9.20	35.60
<u>Digenia simplex</u>	12.80	5.80	10.20	28.70

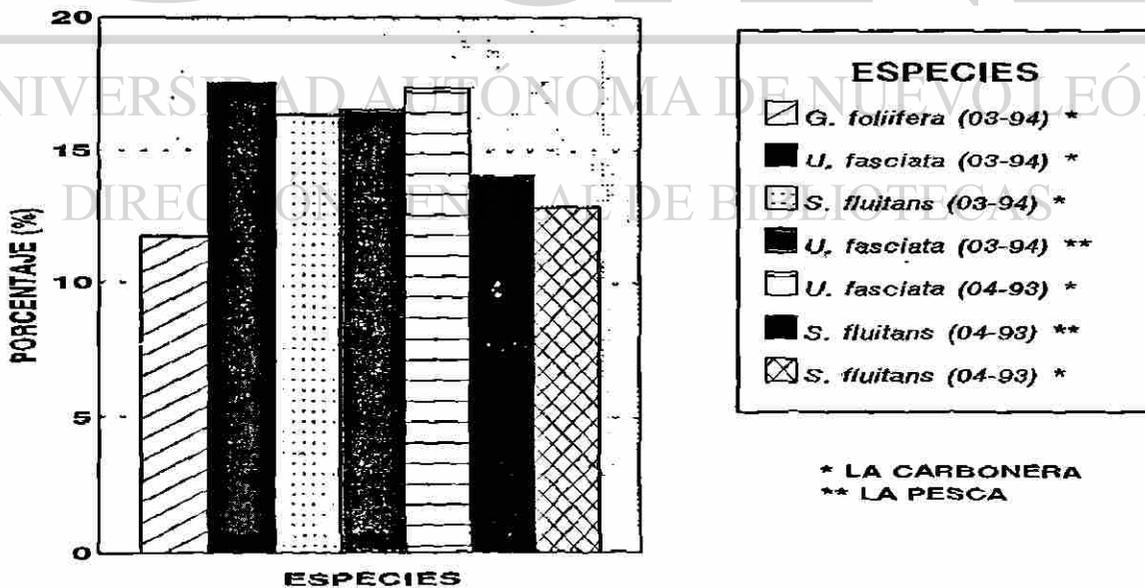
En base a los resultados obtenidos en este trabajo y a la abundancia de las especies, fueron seleccionadas Ulva fasciata, Gracilaria foliifera, Sargassum fluitans para ser analizadas en las dos localidades y en diferentes colecta.

Contenido de Humedad

El contenido de humedad no varía significativamente entre las especies, fechas de colecta y localidades, presentándose el valor máximo en U. fasciata colectada en la localidad "La Carbonera" tanto en el mes de abril de 1993 como en el mes de marzo de 1994.

El mínimo porcentaje se presenta en G. foliifera colectada en el mes de marzo de 1994, en la localidad "La Carbonera". (Fig. 5)

FIG. 5. CONTENIDO DE HUMEDAD EN DIFERENTES ESPECIES, COLECTAS Y LOCALIDADES

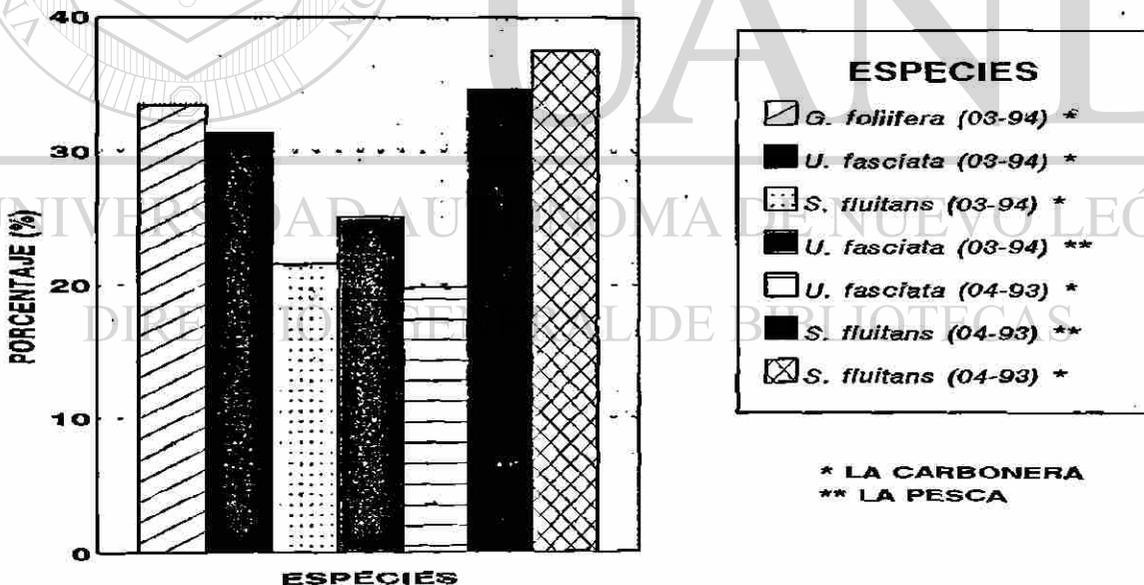


Contenido de Ceniza.

Varía significativamente, presentándose un rango de 17.73%, el valor máximo lo posee Sargassum fluitans colectado en "La Carbonera" durante el mes de abril de 1993, y el mínimo Ulva fasciata colectada en la misma localidad durante el mes de marzo de 1994.

El contenido se cenizas a nivel de localidades en Ulva fasciata fue en San Fernando 31.44% y en "La Pesca" con 25.14% en la misma fecha de colecta (Fig. 6)

FIG. 6. CONTENIDO DE CENIZA EN DIFERENTES ESPECIES, COLECTAS Y LOCALIDADES

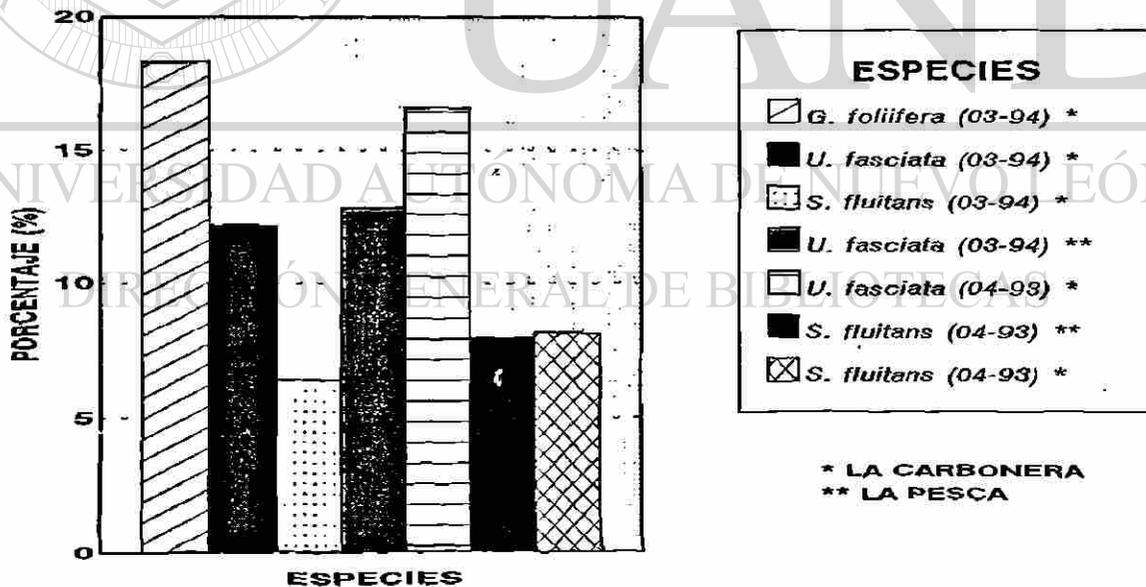


Contenido de Proteína

Existe un amplio rango de variación en el contenido de proteína; el menor lo presenta Sargassum fluitans con 6.44%, colectada en la localidad "La Carbonera" durante el mes de marzo de 1994; el valor máximo se presenta en Gracilaria foliifera con 18.3%, que se colectó en la misma localidad y en la misma fecha.

Ulva fasciata colectada en marzo de 1994 presentó para la localidad "La Pesca" un promedio de 12.84% y para "La Carbonera" 12.20%, no existiendo gran variación; sin embargo en la muestra tomada en abril de 1993 reportó 16.60% de proteína. (Fig. 7)

FIG. 7. CONTENIDO DE PROTEINA EN DIFERENTES ESPECIES, COLECTAS Y LOCALIDADES

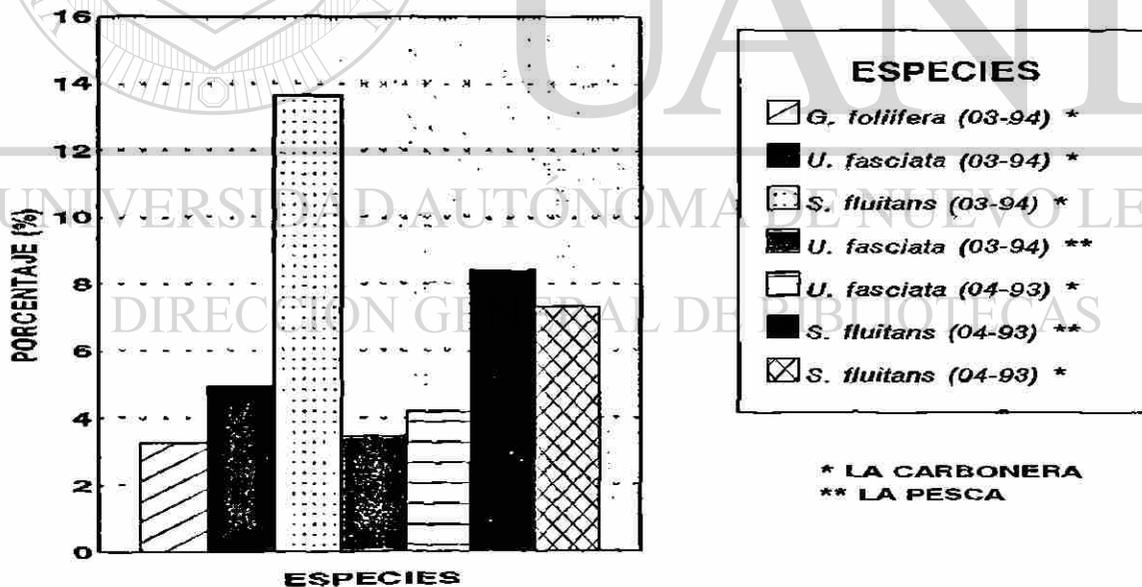


Contenido de Fibra Cruda.

Con respecto al contenido de fibra cruda, presenta un amplio rango de variación, el cual va desde un 3.28% en Gracilaria foliifera colectada en la localidad "La Carbonera" durante el mes de marzo de 1994, hasta un 13.65% en Sargassum fluitans colectada en las mismas fechas y localidad.

Sargassum fluitans colectada durante el mes de abril de 1993 en la localidad "La Pesca", presenta un 8.42% de fibra. (Fig. 8)

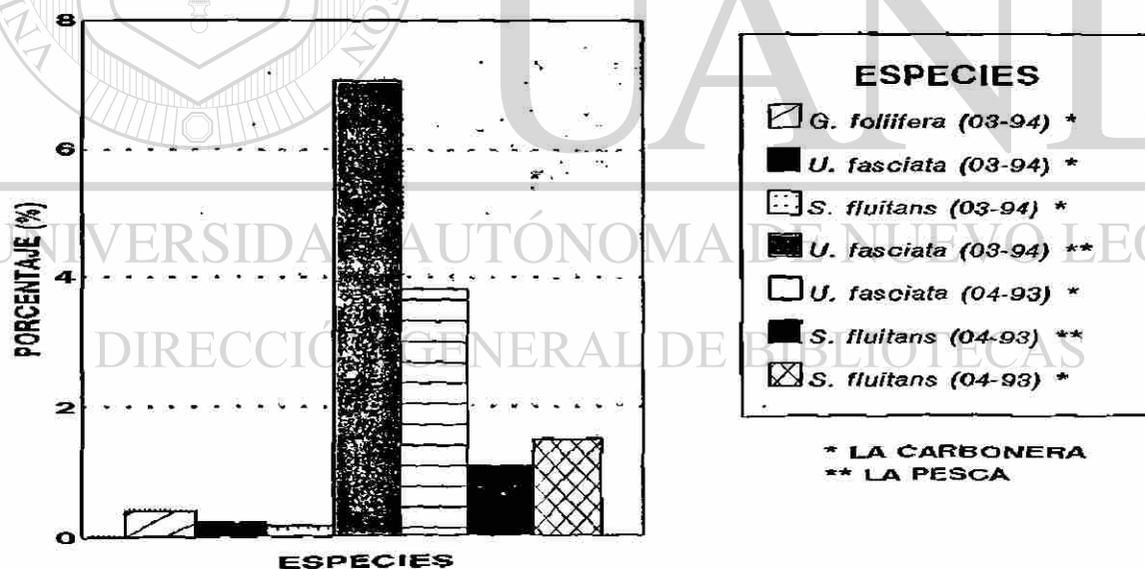
FIG. 8 CONTENIDO DE FIBRA EN DIFERENTES ESPECIES, COLECTAS Y LOCALIDADES



Contenido de Extracto Etéreo (Grasas)

Respecto al extracto etéreo se puede observar que destacan en contenido Ulva fasciata colectada en San Fernando con 7.07% en abril de 1993 y con 3.82% en marzo de 1994; Sargassum fluitans colectada en "La Pesca" con 1.09% y 1.50% en "La Carbonera" colectadas durante el mes de abril de 1993. Gracilaria foliifera, Ulva fasciata y Sargassum fluitans colectadas en la localidad "La Carbonera" en marzo de 1994 no difieren significativamente. (Fig. 9)

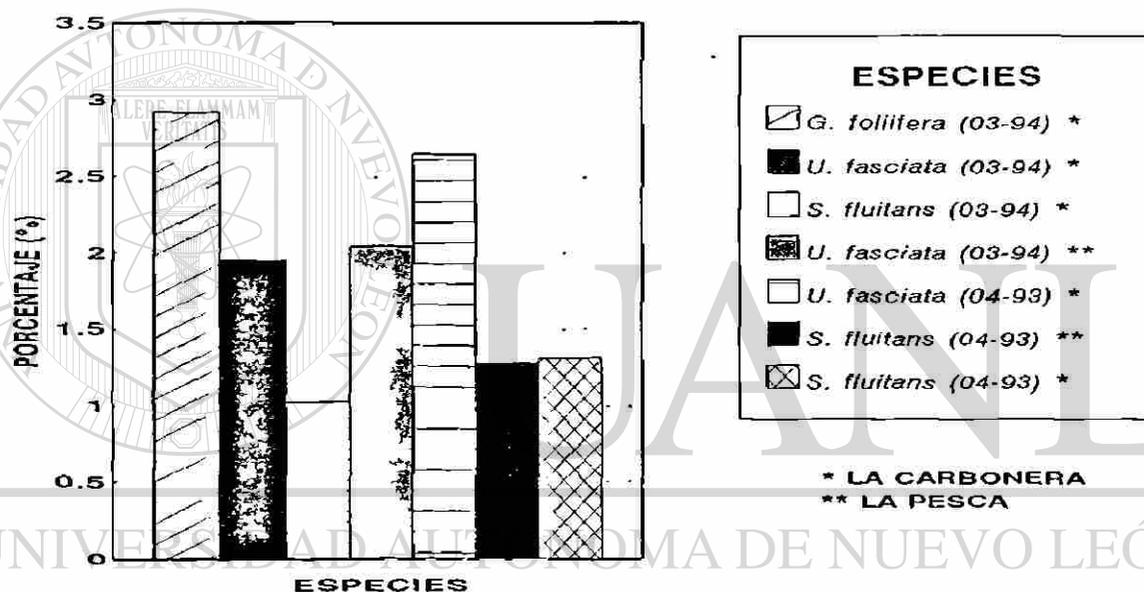
FIG. 9 CONTENIDO DE EXTRACTO ETEREO EN DIFERENTES ESPECIES, COLECTAS Y LOCALIDADES



Contenido de Nitrógeno

El contenido de nitrógeno varía de 2.92% en *Gracilaria foliifera* a 1.03% en *Sargassum fluitans*, colectadas durante el mes de marzo de 1994 en la localidad "La Carbonera". (Fig. 10)

FIG. 10. CONTENIDO DE NITROGENO EN DIFERENTES ESPECIES, COLECTAS Y LOCALIDADES

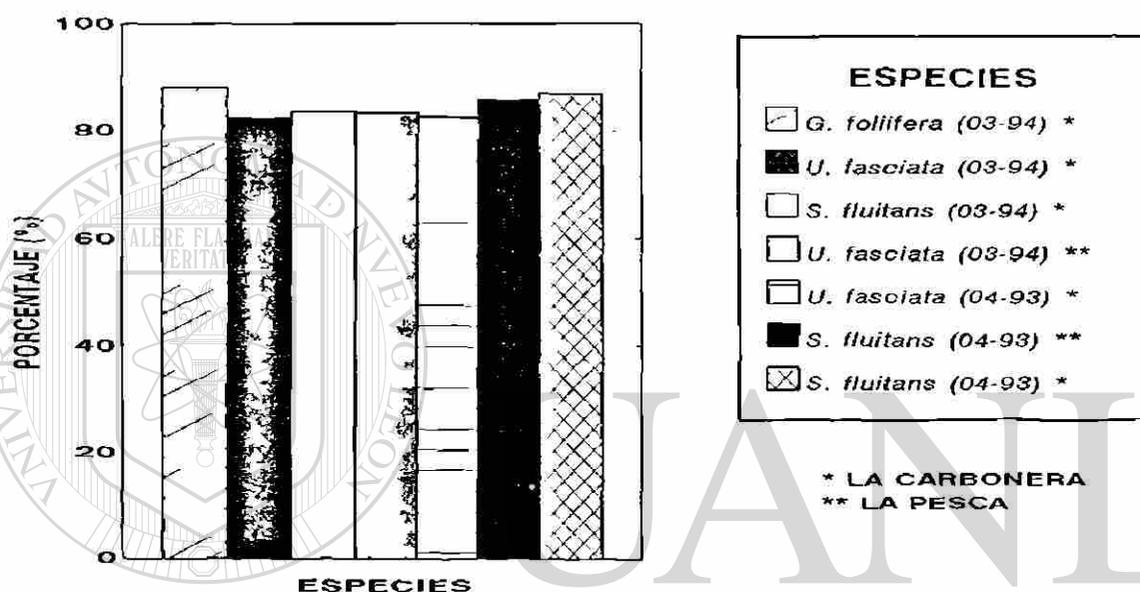


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Contenido de Materia Seca

Existe poca variación con respecto a la materia seca, ya que todas las especies estudiadas registran entre el 80 y 90%. (Fig. 11)

FIG. 11. CONTENIDO DE MATERIA SECA EN DIFERENTES ESPECIES, COLECTAS Y LOCALIDADES



Digestibilidad

El porcentaje de digestibilidad fue determinado en Ulva fasciata, Sargassum fluitans y Gracilaria foliifera

Tabla 8. PORCIENTO DE DIGESTIBILIDAD EN TRES ESPECIES DE ALGAS.

<u>Ulva fasciata</u>	99.88%
<u>Sargassum fluitans</u>	99.98%
<u>Gracilaria foliifera</u>	99.95%

Contenido de Aminoácidos.

Fueron determinados 18 aminoácidos entre esenciales y no esenciales en Gracilaria foliifera, Sargassum fluitans y Ulva fasciata; encontrándose que existe variación en el contenido en las tres especies. En Gracilaria foliifera el mayor contenido fue de ácido aspártico con 4.7% y el triptofano con 0.02% como menor; Sargassum fluitans obtuvo 1.10% de ácido glutámico como el más alto contenido y el más bajo fue de triptofano con 0.006%; Ulva fasciata mostró 2.3% de ácido aspártico y 0.003% de triptofano como valores máximos y mínimos respectivamente (Tabla 9).

TABLA 9. CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN TRES ESPECIES DE ALGAS MARINAS

AMINOACIDO	<u>Gracilaria foliifera</u>	<u>Sargassum fluitans</u>	<u>Ulva fasciata</u>
Acido aspártico	4.7	1.05	2.3
Treonina	2.0	0.35	1.0
Serina	2.5	0.56	1.5
Acido glutámico	3.5	1.10	1.8
Prolina	0.6	0.50	0.9
Glicina	1.9	0.57	1.3
Alanina	1.7	0.60	1.8
Cisteína	0.1	0.13	0.1
Valina	1.1	0.07	0.4
Metionina	0.2	0.22	0.7
Isoleucina	0.9	0.40	0.8
Leucina	1.3	0.70	1.4
Tirosina	0.4	0.26	0.7
Fenilalanina	1.0	0.44	1.7
Histidina	0.6	0.32	0.8
Lisina	1.0	0.58	0.8
Arginina	1.3	0.54	1.1
Triptofano	0.02	0.006	0.003

g de a.a./100 gr de muestra

ALGINATOS, LAMINARAN Y FUCOIDAN.

La determinación de alginatos, laminaran y fucoidan fue realizada en Sargassum fluitans, encontrándose gran variabilidad en el contenido de estos polisacáridos: en alginatos se obtuvo 28.40% como el rendimiento más alto en septiembre de 1994, en relación al peso seco de la muestra, teniendo un contenido de ácidos urónicos de 2.61% y con 0.165% de proteína (Tabla 10)

TABLA 10. CONTENIDO DE ALGINATOS EN Sargassum fluitans.

	03/94	09/94
ALGINATOS	18.20%	28.40 %
Ac. Urónicos	1.76%	2.61 %
Calcio	1.08 mg/l	1.24 mg/100
Fósforo	0.65%	0.58 %
Sodio	8.24 Meq.	8.39 Meq.
Potasio	3.60 Meq.	3.79 Meq.
Nitrógeno	0.012%	0.010 %
Proteína	0.185%	0.165 %

La determinación de la viscosidad de los alginatos se realizó a una temperatura de 60°C en concentración de 1% y a diferente pH; obteniéndose 3.05 centipoise a una razón de corte de 122.36 seg^{-1} en 100 revoluciones por minuto y a un pH de 8.6; en un pH de 10 se obtuvo 12.50 centipoise a razón de corte de 0.093 seg^{-1} en 100 rpm.

El contenido de fucoidan fue mínimo obteniéndose 0.32% con 0.28% de S y 0.85% de sulfatos (Tabla 11). En relación al laminaran se obtuvo 0.6%, el cual presenta 0.04% de fosfato (Tabla 12).

TABLA 11. CONTENIDO DE FUCOIDAN EN Sargassum fluitans

FUCOIDAN	0.32 %
Azufre	0.28 %
Sulfato	0.85 %

TABLA 12. CONTENIDO DE LAMINARAN EN Sargassum fluitans

LAMINARAN	0.6 %
Fosfato	0.04 %

AGAR.

Para la obtención de agar se trabajó con Hypnea muciformis y Gracilaria foliifera, obteniendo un 36.5% en Gracilaria foliifera conteniendo un 22.2 de sulfatos; en cambio Hypnea musciformis tuvo 31.7% de agar y este un contenido de 47.58% en sulfatos, teniendo el gel poca firmeza. Si comparamos a Gracilaria foliifera colectada en "La Carbonera" en diferente fecha, podemos observar que el contenido de agar varía en un rango de 5.8% (Tabla 13)

TABLA 13. CONTENIDO DE AGAR EN DOS ESPECIES RODOFITAS

ESPECIE	FECHA DE COLECTA	AGAR %	CALCIO %	SULFATOS %	PUNTO DE FUSION °C	PUNTO DE SOLIDIFICACION °C
<u>Hypnea musciformis</u>	05/94	31.7	2.25	47.58	68	---
<u>Gracilaria foliifera</u>	05/94	36.5	1.17	22.2	70	43
<u>Gracilaria foliifera</u>	09/94	42.3	2.03	20.6	72	41

DISCUSION

ASPECTOS ECOLOGICOS

Florística y su afinidad

Se realizaron colectas durante diferentes épocas del año, en dos localidades: "La Pesca", Soto La Marina y "La Carbonera", San Fernando, Tamaulipas, encontrándose un total de 77 especies de las cuales, 26 (34%) son comunes para ambas localidades y 51 sólo aparecieron en una u otra localidad. El grupo dominante lo constituyó el de las rodofitas con 46 especies en un 59.74% de la flora total, presentando las siguientes familias más importantes: Corallinaceae, Gracilariaceae, Ceramiaceae y Rhodomelaceae.

La afinidad florística de una región esta basada en que el porcentaje de Phaeophyta decrece y el de Rodophytas aumenta, del Artico hacia aguas tropicales; por lo que puede determinarse usando el Radio R/P ($R = \text{Rodophyta}$, $P = \text{Phaeophyta}$), sugerido por Feldmann (1938). Existen algunos reportes en los que muestran el radio R/P en algunas regiones geográficas de las Costas Americanas, por ejemplo: Luisiana = 1.6 (Kapraun, 1974); Dry Tortugas = 4 (Kapraun, 1974); Noroeste de los Estados Unidos de América = 1.2 (Taylor, 1957). En base a los porcentajes obtenidos en Rodophytas y Phaeophytas, provenientes de las escolleras de "La Pesca" Soto La Marina, se obtuvo un cociente R/P de 3.3 y para "La Carbonera" en

San Fernando, Tamaulipas un cociente de 7.75, lo cual indica que la afinidad florística en la región está estrechamente relacionada con la de las regiones tropicales.

La ficoflora encontrada en las dos localidades estudiadas muestra una relación marcada con la flora conocida en Las Antillas y el Mar Caribe, ya que la mayoría de las taxas se encuentran presentes en el Caribe. Este resultado fitogeográfico es aceptable ya que la zona es bañada por corrientes provenientes del Mar Caribe, que atraviesan el Estrecho de Yucatán, y pueden distribuir de esta manera la flora algológica desde el Mar del Caribe hasta el Golfo de México. Taylor (1954 a, 1954 b) menciona a la flora del Golfo de México como esencialmente tropical y con estrecha afinidad a la flora Caribeña, admitiendo que el área es poco conocida y considera la flora como pobre, con el número de especies disminuyendo hacia el Norte del Golfo de México, sin sustitución de especies templadas. Los resultados de este trabajo muestran una flora relativamente alta en número de especies tropicales, sustituida por flora templada presente en los meses más fríos.

Cambios estacionales

De acuerdo a las características de la flora durante las diferentes colectas, resulta notable la presencia de cambios estacionales en las especies encontradas, demostrándose estos cambio en: máximo

desarrollo en algunos especímenes durante cierta época del año; especies que se encontraron en todas las colectas. En las escolleras de "La Pesca"; de 55 especies reportadas, 37 se encontraron en la primera colecta, 36 en la segunda y 30 en la tercera, cabe mencionar que 20 especies (36%) se presentaron en todas las colectas, de las cuales podemos citar a: Ulva fasciata, Cladophora vagabunda, Sargassum fluitans, Centroceras clavulatum. Por otra parte en las escolleras de "La Carbonera", se enlistan 49 especies, 23 en la primera colecta, 32 en la segunda y 20 en la tercera, siendo Ulva fasciata, Sargassum fluitans, Centroceras clavulatum algunas de las que estuvieron presentes en todas las colectas. En un intento por explicar los factores causales de la alteración estacional de la flora de Port Aransas, Texas, Edwards (1969) realizó estudios de cultivo en 12 algas pardas y rojas, provenientes de esa localidad, sus resultados sostienen que la temperatura es de importancia primaria en la distribución estacional, además las variaciones estacionales de los ciclos diurnos-nocturnos pueden actuar separados o en conjunto con la variación de temperatura.

Polimorfismo

Al respecto, algunas especies como Ulva fasciata y Gracilaria foliifera mostraron variabilidad morfológica notable, de acuerdo a los habitats protegido y expuesto al oleaje, afectando también su abundancia.

Ulva fasciata se encontró en los dos habitats, pero esta más desarrollada y en mayor cantidad en áreas protegidas por el oleaje; al respecto, Kingsbury (1962) demostró la importancia del grado de acción de las olas sobre las algas. Se observó que Gracilaria foliifera crece en mayores proporciones en zonas protegidas donde existe poco oleaje (Laguna Madre) que en las partes expuestas al oleaje (escolleras).

Sustratos.

Las algas registran preferencia de acuerdo al sustrato donde se desarrollan. Especies que tuvieron afinidad a un sustrato sólido, como rocas, se encuentra Bryocaldia cuspidata, Corallina cubensis. Dentro de las algas que se desarrollaron en sustrato arenoso figuran Enteromorpha sp. y Centroceras clavatum. Entre las plantas que se localizan creciendo en forma epizoica es principalmente Chaetomorpha media y Ulva fasciata. Las plantas colectadas en forma flotante es Sargassum fluitans y entre las rocas intermareales es Gracilaria foliifera.

Análisis de Metales.

Análisis de Agua.- El contenido de metales en el agua se realizó para conocer el tipo de contaminantes, sin embargo se deben realizar estudios más profundos para determinar la contaminación existente de acuerdo a las diferentes épocas del año.

En los resultados obtenidos en el análisis de metales en las muestras de agua, se pudo observar que el contenido de metales varió para cada una de ellas en las dos localidades estudiadas: "La Pesca" y "La Carbonera" (en esta localidad se colectó agua en la escollera y en el interior de la Laguna Madre), existiendo también diferencias.

La variación en el contenido de metales en las dos localidades, se debe probablemente a la procedencia del agua en las dos desembocaduras. En las escolleras de "La Pesca" en Soto La Marina, el Río Soto La Marina tiene como afluentes los Arroyos Lagartos, el Pedregón y Palmas y desemboca directamente al mar (INEGI, 1988), existiendo una recombinación del agua del río con la del mar por lo que es más fácil la dilución de los metales, comparando los resultados con la NOM-ECOL-031/95, en el contenido de aluminio se encuentra en 0.81 ppm, permitiéndose una descarga de 10 - 20 mg/l; en cadmio se encontró .098 ppm, estando dentro de los límites de tolerancia (0.5 - 1.0 ppm); sin embargo arsénico (4.18 ppm) y mercurio (0.24 ppm) sobrepasaron considerablemente los parámetros establecidos (0.5 - 1.0 y 0.01 - 0.02 mg/l respectivamente).

El Río San Fernando tiene su origen en el estado de Nuevo León y atraviesa los municipios de Burgos, Méndez y San Fernando, Tamaulipas, desembocando en la "Laguna Madre", en esta localidad denominada "La Carbonera" los mismos parámetros, arsénico (3.93 - 4.00 ppm) y mercurio (0.19 - 0.20 ppm) sobrepasaron los límites

permitidos por la NOM-ECOL-031/95, siendo más bajos en esta localidad que en "La Pesca"; esto probablemente a la gran longitud del Río San Fernando y al poder de autopurificación que tiene.

Análisis de plantas.- En el análisis que se realizó en Ulva fasciata, se encontró gran variación en el contenido de metales en las dos localidades y aún con respecto al agua, por ejemplo en aluminio para "La Pesca" se reporta 9.9 ppm, mientras que para "La Carbonera" 22.1 ppm, lo que equivale a un 223% más; no comportándose igual para los demás elementos.

Importancia económica

Entre las algas estudiadas existen especies como Enteromorpha clavata, Sargassum fluitans, Gracilaria foliifera y Digenia simplex, que por su abundancia y cantidad podrían ser utilizadas en la preparación de harinas, para su evaluación como complemento alimenticio, lo que ha dado buenos resultados en otros países (Díaz-Piferrer y López, 1959; Dawes, 1986); o bien en la extracción de ácido algínico en el caso de Sargassum y como fuente de agar Gracilaria, Kim y Humm (1965) reportan de Gracilaria foliifera un producción del 43 al 57% de agar en relación al peso de materia seca.

2. VALOR ALIMENTICIO

COMPLEMENTO ALIMENTICIO

Respecto a la composición química, tanto las algas marinas como las plantas terrestres contienen carbohidratos, proteínas, grasas, sales minerales y diversas sustancias promotoras de crecimiento. Su contenido depende específicamente de cada especie y de los factores como: habitat, etapa de crecimiento, temperatura, etc.

Proteínas:

Las proteínas son de los componentes más importantes en la dieta; en las algas marinas se obtuvo desde 4.6% en Enteromorpha lingulata hasta 23.6% en Ulva fasciata, quedando dentro de los rangos de proteínas que reporta Díaz-Piferrer y López (1959) en un total de doce especies estudiadas.

Ulva fasciata varió su contenido de proteínas de 12.2 a 16.6% para la localidad de "La Carbonera" en diferente colecta, mientras que para "La Pesca" se obtuvo un valor de 12.8%; en cambio Gracilaria foliifera reportó un 18.3%; y Sargassum fluitans se obtuvo 6.4% y 8.0% en diferente colecta y en "La Pesca" 8.2%. El reporte de Díaz-Piferrer (1959) para Ulva es 22.0% de proteína, superando el valor reportado en este trabajo, sin embargo concuerda con los datos obtenidos por Zamora et al. (1991) y Hurtado et al. (1994), de 16.8 y 15.5% respectivamente.

Analizando en forma global las tres especies estudiadas [Ulva fasciata (16.6%), Gracilaria filifera (18.3%) y Sargassum fluitans (8.05%)] y relacionándolas con los reportes de Hurtado, *et al.* (1994) y Cuevas (1992), podemos observar que Ulva y Gracilaria superan al maíz (10.1%), sorgo (11.4%) y mijo perla (11.1%) y Sargassum queda muy cercano a los valores del maíz.

Humedad

El contenido de humedad no varió significativamente entre las especies, fechas de colecta y localidades, presentándose el valor máximo en U. fasciata con 17.6% y el mínimo se presenta en G. foliifera con 11.8%.

Ceniza

Los datos obtenidos en el contenido de cenizas variaron dependiendo de la especie. El valor máximo lo posee Sargassum fluitans con 37.6%; Ulva fasciata con 19.8%, ambas colectadas en "La Carbonera" pero en diferente época; sin embargo estos resultados son superiores a los reportados por Hurtado, *et al.* (1994), para Ulva (15.2%) y Sargassum (15.9%); superando también al contenido de maíz, sorgo y pasta de soya.

Extracto Etéreo (Grasa)

Respecto al extracto etéreo Ulva fasciata reporta 7.1% (03/94 "La Pesca") y 3.8 % (04/93 "La Carbonera"); S. fluitans con 1.1 y 1.5% y G. foliifera con 0.4%; quedando las dos primeras con valores superiores a los reportados por Zamora, et al. (1991) y G. foliifera con un valor inferior reportado por el mismo. Cabe mencionar que U. fasciata sobrepasa los valores del contenido de maíz (4.3%) y sorgo (3.0%); S. fluitans se encuentra a la par del contenido de pasta de soya (1.5%), Hurtado, et al. (1994).

Fibra

Con relación al contenido de fibra, se presenta un amplio rango de variación el cual va desde un 3.9% en Gracilaria foliifera a 13.7% en Sargassum fluitans y Ulva fasciata con 4.2 y 4.9%, dato muy semejante para esta especie al reportado por Díaz-Piferrer (1959).

Carbohidratos

La energía de un alimento es proporcionada por todos los ingredientes, especialmente por los carbohidratos; en el caso de las especies estudiadas estuvo en el rango de 44.6% a 58.1%, resultados que concuerdan con los obtenidos por Zamora, et al. (1991) y Hurtado, et al. (1994); sin embargo el maíz y sorgo superan el contenido de carbohidratos reportados.

Aminoácidos.

Fueron determinados 18 aminoácidos entre esenciales y no esenciales en Gracilaria foliifera, Sargassum fluitans y Ulva fasciata; encontrándose que existe variación en el contenido en las tres especies con respecto al mismo elemento; por ejemplo en Gracilaria foliifera el mayor contenido fue de ácido aspártico con 4.7 y el triptofano con 0.02 como menor ; Sargassum fluitans obtuvo 1.10 de ácido glutámico como el de más alto contenido y el más bajo fue de triptofano con 0.006; Ulva fasciata reportó 2.3 de ácido aspártico y 0.003 de triptofano como valores máximos y mínimos respectivamente.

3. PRODUCTOS INDUSTRIALES ALGINATOS, LAMINARAN Y FUCOIDAN.

La aplicación de alginatos esta muy relacionada con la industria textil (42%), de alimentos (34%), del papel (9.4%), farmacéutica y dental (5.3%) entre otras (Rees, 1986). Sin embargo la explotación de las algas productoras de ácido algínico esta restringida a cinco especies; siendo Macrocystis pyrifera la que actualmente se explota en México como materia prima en la costa del Pacífico; teniendo un rendimiento en la extracción de alginatos de 42% (Villarreal, 1979), 38.04% (Casas Valdéz, 1975), superiores al obtenido en este trabajo en Sargassum fluitans, que fue del 18.2% al 28.4%, variando el

rendimiento, dependiendo de la estación de colecta, lo cual concuerda con los estudios de Umamaheswara Rao y Kalimuthy (1972) y Kaliaperumal y Kalimuthy (1976), quienes trabajaron con especies de Sargassum y Turbinaria en la India, encontrando que existe variación estacional en crecimiento, en relación con los cambios cuantitativos en el contenido de ácido algínico en diferentes especies.

Se considera que el rendimiento y calidad de Sargassum fluitans, no es despreciable dado los altos costos que tiene la importación de alginatos en México. Zertuche (1993) reporta que en 1989, se importaron 117,024 kg de alginatos y derivados con un valor de 1'500,000.00 U.S. Dlls.

AGAR.

El agar tiene utilización en microbiología como soporte para los medios de cultivo, en la industria farmacéutica y alimenticia. En México se explota como materia prima Gracilaria pacifica como fuente de agar, cosechada en la costa del Pacífico (Zertuche, 1993). El rendimiento de este producto esta en base al método utilizado y varía de acuerdo a la época de colecta (Díaz-Piferrer y Caballer, 1964; Tetsujiro, 1972). Gracilaria foliifera e Hypnea musciformis colectadas en la localidad "La Carbonera" fueron procesadas para la extracción de agar de acuerdo al método recomendado por Agronomía Marina Botanica (1987), el cual está basado en las variaciones en el pH,

obteniéndose de un 36.5% a 42.3% en la primera especie y 31.7% en la segunda. El agar extraído de Gracilaria foliifera tuvo una consistencia más firme que el de Hypnea musciformis el cual no logró solidificar por el alto contenido de sulfatos, lo que es considerado como un agaroides de acuerdo a Díaz-Piferrer (1964).

FERTILIZANTES

Las algas marinas son una fuente importante de materia orgánica que contiene gran cantidad de minerales que pueden servir de fertilizantes a la tierra destinada para la agricultura, o bien como mejoradores orgánicos de suelo ya que tienen la capacidad de fácil degradación, no poseen semillas de malezas y retienen humedad.

En las costas de México, existe gran cantidad de recursos algales que pueden aprovecharse ya sea en extractos o como agregados en los cultivos; las especies estudiadas en este trabajo reportan un considerable contenido de nitrógeno, trazas de metales, sales (calcio, fósforo, potasio) y materia seca, que son indispensables para el crecimiento de las plantas. Gracilaria foliifera, reportó 2.92% de nitrógeno; siendo más bajo en Sargassum fluitans con 1.0%; ensayos que se han realizado probando algas como fertilizantes, reportan un incremento en su producción en comparación con fertilizantes químicos; independientemente del modo de aplicación, foliar o granular (Trainor, 1978)

IMPACTO SOCIAL

Conociendo el bajo nivel de vida que tienen los habitantes de las dos localidades estudiadas: "La Pesca", Soto La Marina y "La Carbonera", San Fernando, Tamaulipas; el aprovechamiento de las especies de Ulva fasciata, Gacilaria foliifera y Sargassum fluitans, como complemento forrajero a pollos y gallinas, podrían brindarles algunos ingresos en su economía familiar; Díaz-Piferrer (1959), realizó ensayos probando diversas especies de algas marinas, entre las que se encontraban los mismos géneros estudiados en este trabajo, obteniendo resultados favorables en el crecimiento de los pollos.

INVESTIGACIONES A FUTURO

Realizar ensayos con diferentes dosificaciones de harinas de algas marinas en diversos grupos de animales para determinar su efectividad.

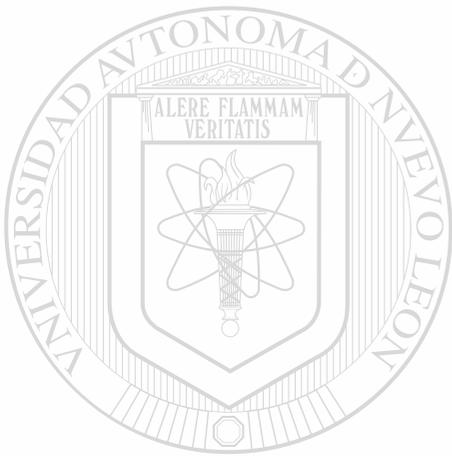
Crear un programa para incentivar a los habitantes de los lugares cercanos a las costas para que utilicen las algas como fuente de forraje.

Realizar la evaluación cualitativa sobre la disponibilidad de algas productoras de ficocoloides para contar con un banco de información que permita definir acciones prioritarias.

Una vez identificadas las especies de valor comercial, se debería evaluar su disponibilidad en biomasa a partir de bancos naturales.

Establecer un plan de manejo donde se determine cuales especies de algas tienen valor económico y si sus mantos algales poseen características para una explotación rentable.

Aunque en el cultivo de algas la inversión es mayor que en las pesquerías de algas, a largo plazo garantiza la producción y calidad.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CONCLUSIONES

En el estado de Tamaulipas existe una diversidad florística significativa, encontrándose 55 especies para la localidad "La Pesca", Soto La Marina y 49 especies en la localidad "La Carbonera", San Fernando, Tam.

La abundancia y crecimiento de las plantas varía de acuerdo a espacio temporal, sustrato y exposición.

En base a la abundancia y crecimiento de las plantas fueron seleccionadas Ulva fasciata, Gracilaria foliifera y Sargassum fluitans, para su análisis químico y de gomas algales según el caso.

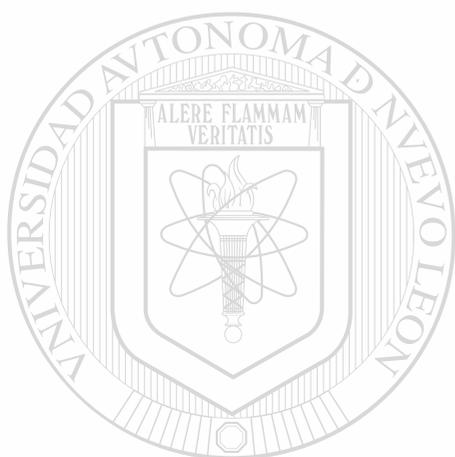
Las especies Ulva fasciata, Gracilaria foliifera y Sargassum fluitans, contienen gran cantidad de micronutrientes, por lo que se recomienda utilizarlas como complemento alimenticio y/o fertilizante.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

En base a su rendimiento, Sargassum fluitans es una fuente importante de materia prima para la extracción de alginatos.

Gracilaria foliifera es una especie productora de agar, la cual debe ser explotada como materia prima en esta zona.

En el caso de las dos localidades estudiadas, la diversidad florística ofrece incentivos para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región, siempre que se realice un buen programa de manejo de estos recursos.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LITERATURA CITADA

- Abbott, I. & Kurogi, M. (Eds.). 1972. Contributions to the systematics of benthic marine algae of the North Pacific. Japanese Society of Phycology. Kobe, Japan. pp. 179.
- Abbott, I. & Hollenberg, G. 1976. Marine algae of California. Stanford Univ. Press. Stanford, Calif. XII(2): 827.
- Aboul-Fald, M. y Col. 1967. The effect of the nitrogen fixing blue green algae. Tolypothrix tenuis on the field of paddy. J. of Microbiol. URA. 2: 241-249.
- Acleto, C. 1981. Explotación de algas marinas en el Perú. Phycol. Lat. Amer. 1: 19-25.
- Agardh, C.A. 1824. Systema algarum. Literis Berlingianis. Lundae. pp. 312.
- Agardh, C.A. 1847. Nya Alger fran Mexico. Ofvers. Kingl. Vetensk. Akad. Forhandl. 4:5-17.
- Agronomia Marina Botanica. 1987. Métodos de obtención de agar.
- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis. 12th. ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. USA.
- Arrieta, H. 1990. El uso de las algas marinas como alimento en humanos, ganado, peces y su empleo como fertilizante. Tesis Inédita. Fac. Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, N.L. México.

- Baardseth, E. 1968. Investigaciones sobre algas marinas de importancia industrial. Centro Regional de UNESCO para la Ciencia de América Latina. Montevideo, Uruguay.
- Barrales, H. & C.S. Lobban. 1975. The comparative ecology of Macrocystis pyrifera, with emphasis in the forest of Chubut, Argentina. *J. of Ecology*. 63: 657 - 677
- Black, W.A.P. 1965. Seaweed and their contents in food for man and animal. *Chemistry and Industry*. p. 1642
- Blunden, G.; Challen, S.B. & Woods, D.R. 1968. Seaweed extracts as fertilizers. *J. Sci. Fd. Agric*. 19.
- Borgesen, F. 1913. Marine algae of the Danish West Indies. I. Chlorophyceae. *Dansk. Bot. Arkiv*. 1(4):1-158.
- Borgesen, F. 1914. Marine algae of the Danish West Indies. II. Phaeophyceae. *Dansk. Bot. Arkiv*. 2(2):1-66.
- Borgesen, F. 1916-1920. Marine algae of the Danish West Indies III. Rhodophyceae. *Dansk. Bot. Arkiv*. 3(1a-1f):1-498.
- Casas Valdéz, Ma. M. 1975. Extracción, cuantificación y caracterización de alginatos procedentes de seis especies de Phaeophytas de las costas de México. Tesis Inédita, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México. pp. 38.
- Castro, M. 1983. Aspectos preliminares en la determinación del contenido de ácido algínico, fucoidan y laminaran en tres

especies de algas Phaeophytas. Tesis Inédita, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, pp 39

Chapman, V. J. 1970. "Seaweeds and their uses". Methuen, London. pp. 304.

Cuevas Hernández, B. 1992. Estudio preliminar del mijo perla (Penisetum americanum (L.)Leeke), y su utilización en alimentación de pollos. Tesis Doc. Inédita, especialidad en C. de los Alimentos. Fac. de C. Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, pp. 49

Dawes, C.J. 1974. Marine algae of the west coast of Florida. Univ. of Miami Press, Coral Gables, Florida. U.S.A. pp. 210.

Dawes, J.C. 1986. Botánica marina. Editorial Limusa. México. pp. 38-64.

Dawson, E.Y. 1949. Studies of northeast Pacific Gracilariaceae. All Hancock Fund. Publs. 7:1-105.

Dawson, E.Y. 1953. On the occurrence of Gracilariopsis in the Atlantic and Caribbean. Bull. Torrey Bot. Club. 80(4):314-316.

Dawson, E.Y. 1960. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 3. Cryptonemiales, Corallinaceae subfam. Melobesioideae. Pac. Nat. 2(1):1-125.

Dawson, E.Y. 1961. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 4. Gigartinales. Pac. Nat. 2(5-6):191-343.

- Dawson, E.Y. 1962. Marine red algae of Pacific Mexico. Part 7. Ceramiales: Ceramiaceae, Delesseriaceae. Allan Hancock Pacific. Exped. 26(1):1-108, 50 pls.
- Dawson, E.Y. 1966. Marine botany: An introduction. Holt, Rinehart and Winston, New York, U.S.A. pp. 371.
- Dayton, P.K. 1985. The structure and regulation of some south american kelps communities. Ecol. Monogr. 55: 447 - 468.
- Díaz-Piferrer, M. y López, H. 1959. Taxonomía, ecología y valor nutrimental de algas marinas. I. Mem. Inst. Cubano Invest. Technol. 6:1-51.
- Díaz-Piferrer, M.; Navia de la Campa, J. y Saavedra, C. 1961. Taxonomía, ecología y valor nutrimental de algas marinas cubanas. II. Utilización de las algas en la alimentación de aves. Estudios sobre trabajos de Investigación # 6. Instituto Cubano de Investigaciones Tecnológicas.
- Díaz-Piferrer, M. y C. Caballer de Pérez. 1964. Taxonomía, y valor nutricional de algas marinas de Puerto Rico. I. Algas productoras de agar. Instituto de Biología Marina. Universidad de Puerto Rico. pp. 145.
- Del Sol, P. & J. M. Aguilera. 1989. Análisis de la industria de Gracilaria y sus derivados. 126.
- Dubois, M.; Gilles, K.A.; Hamilton, J.K. Rebers, P.A. & Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and

- related substances. *Analytical Chemistry* 28(3):350-356.
- Dunlop, G. 1953. Feeding of seaweed meal to lacting cows. *Nature* 171 (4349): 439-440
- Edwards, P. 1969. Field and cultural studies on the seasonal periodicity of growth and reproduction of selected Texas benthic marine algae. *Cont. Mar. Scfi.* 14:59-114.
- Ernest, S. 1989. Shelf-life alginic/calcium restructured turkey products held under aerobic and anaerobic conditions. *Journal of Food Science.* 54(5).
- Feldmann, J. 1938. Recherches sur la vegetation marine de la Mediterranee. La Cote des Albères. *Rev. Algol.* 10:1-339.
- Feldmann, J. 1939. Les algues marines de la Cota des Albères. IV. Rhodophycees. *Rev. Algol.* 11(3-4):247-330.
- Feldmann, J. 1942. Les Algues marines de la Cote des Albères. IV Rhodophycées (fin). Lab. Cryptogamie du Muséum National D'Historie Naturelle. *Travaux Algologique* 1:29-113.
- Ferreira, M., S. Pereira, F. De Carvalho, G. Teixeira, E. Guedes, I. Paes de Melo, S. Mattos, R. da Silva, M. Pedrosa & G. Carvalho. 1988. Prospeccao dos bancos de algas marinas dos Estaos da Paraiba de Pernambuco e de Alagoas (Profundidade de 0 a 10 m). *Gayana, Bot.* 45 (1-4): 413 - 422.
- Garza, B. A., S. Martínez y M. Escalante. 1984. Contribución al conocimiento de las algas marinas bentónicas de Cd. Madero

- Tamps. México. Phycol. Bot. Amer. 2. J. Cramer-D-3330
- Garza, B. Y González, A. 1984. Agar procesado de la planta agarofita Gracilaria debilis de Yucatán México. Biótica.
- Grassi, M.M. 1972. Notas de clase-Algas II, Editorial Tucumán, Argentina. pp. 265-268.
- Haug, A. & Larsen, B. 1962. Quantitative determination of the uronic acid composition de alginates. Acta Chemica Scandinavica. **XVII(8):1908-1918.**
- Haug, A. 1964. Composition and properties of alginates. Norwegian of Seaweed Research. pp. 123.
- Haug, A.; Larsen, B. & Smidsrod, O. 1966. A study of the constitution of alginic acid by partial acid hydrolysis. Acta Chemica Scandinavica **XX(1):183-190.**
- Haug, A.; Larsen, B. & Smidsrod, O. 1967 a. Studies on the sequence of uronic acid residues in alginic acid. Acta Chemica Scandinavica. **XXI(3):691-704.**
- Haug, A.; Larsen, B. & Smidsrod, O. 1967 b. Alkaline degradation of alginate. Acta Chemica Scandinavica. **XXI(10): 2859-2870.**
- Haug, A.; Larsen, B. & Baardseth, E. 1969. Comparison of the constitution of alginates from different sources. Proc. Intl. Seaweed Sympo. 6. pp. 443-451.
- Hildebrand, H. H. 1958. Estudios biológicos preliminares sobre la Laguna Madre de Tamaulipas, Méx. Ciencia, **17(7-9):151-173.**

- Humm, H. J. 1961. Algae of the southern Gulf of Mexico. Proc Intl. Seaweed Symp. 4:202-206
- Hurtado González, M., R. M. Margáin Hernández, E. González de M. & E. González Hernández. 1994. Evaluación biológica de las algas marinas Ulva fasciata Delile y Sargassum filipendula C. Agardh para determinar su potencialidad de uso como ingrediente alimenticio en raciones para codorniz. Inst. de Ecología y Alimentos. Univ. Autónoma de Tamaulipas. pp. 123
- Indergaard, M. 1991. From ice cream to champagne: New applications for alginates. Applied Phycology Forum 8 (1): 2-4
- INEGI. 1988. Los municipios de Tamaulipas. Colección Enciclopedia de los municipios. Gobierno del Estado de Tamaulipas. 164-175
- INEGI. 1992. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Tamaulipas Resultados Definitivos, Aguascalientes, México. 215.
- Joly, A.B. 1957. Contribucao ao conhecimento da flora ficologica marinha da Bahia de Santos e Arredores. Bol. Fac. Fil. Cienc. Let., U.S.P. 17. Botánica 14:1-99.
- Joly, A.B. 1965. Flora marinha do litoral norte do Estado de Sao Paulo e regioes circunvizinhas. Bol. Fac. Fil. Cienc. Let. U.S.P. Botánica 21:1-267.
- Joly, A.B. 1967. Generos de algas marinhas da costa atlantica latinoamericana. Edit. Universidade de Sao Paulo. Brasil. pp. 464.

- Kaliaperumal, N. S. Kalimuthy. 1976. Changes in growth, reproduction, alginic acid and manitol content of Turbinaria decurrens Bory. Bot. Marina XIX: 157 - 159.
- Kapraun, D. 1970. Field and cultural studies of Ulva and Enteromorpha in the vicinity of Port Aransas, Texas. Contr. Mar. Sci. Univ. Tex. 15:205-285.
- Kapraun, D. 1972. Notes on the benthic marine algae of San Andrés, Colombia. Carib. J. Sci. 12(3-4);199-203.
- Kapraun, D. 1974. Seasonal periodicity and spacial distribution of benthic marine algae in Louisiana. Contr. Mar. Sci. 18:139-167.
- Kapraun, D. 1977a. Asexual propagules in the life history of Polysiphonia ferulacea (Rhodophyta, Ceramiales). Phycologia 16(4):417-426.
- Kapraun, D. 1977b. The genus Polysiphonia en North Carolina, USA. Bot. Mar. 20(5); 313-331.
- Kapraun, D. 1978. Field and cultural studies on selected North Carolina Polysiphonia species. Bot. Mar. 21(3):143-153.
- Kapraun, D. 1979. The genus Polysiphonia (Ceramiales, Rhodophyta) in the vicinity of Port Aransas, Texas. Contrib. Mar. Sci. 22:105-120.
- Kapraun, D. 1980. Summer aspecto of algal zonation on a Texas jetty in relation to heavy exposure. Contr. Mar. Sci. 23:101-109.

- Kim, C.S. 1964. Marine algae of Alacran Reef, Southern Gulf of Mexico. Ph D. Thesis. Duke University. pp. 213. 7 pls.
- Kim, C. S. & Humm, H.J. 1965. The red alga, *Gracilaria foliifera*, with special reference to the cell wall polysaccharides. Bull. Mar. Sci. 15:1036-1050.
- Kingsbury, J. M. 1962. The effect of waves on the composition of a population of attached marine algae. Bull. Torrey Bot. Club. 89:143-160.
- Kutzing, F. T. 1845-1871. Tabulae Phycologicae. I-XX. Nordhausen.
- Kylin, H. 1956. Die Gattungen der Rhodophyceen. C.W.K. Gleerup Forlag. Lund. I-XV. pp. 673.
- Lemoine, M. 1964. Contributions a l'étude des Melobesiées de l'Archipel Du Cap Vert. Proceed. Intl. Seaweed Symp. 4:234-239.
-
- López, M. A. 1977. Algas marinas como suplemento alimenticio. Campo Moderno y Chocra. pp. 52-54.
- Matrínéz L., S. 1974. Determinación de ficocoloides, B- carotenoides y vitamina B12 en algunas algas marinas de las Penínsulas de Yucatán y Baja California, México. Tesis Inédita. F.C.B. U.A.N.L., Monterrey, N.L.
- Martínez, L. S. y J.M. López. 1981. Estudio florístico de las algas marinas bentónicas de la escollera norte del río Soto La Marina, Tamaulipas. VIII Congreso Mexicano de Botánica, Morelia, Mich.

- Martínez L. S. y L. Villarreal R. 1983. Flora marina del municipio de Matamoros, Tamaulipas. 1er Simposio de la flora Mexicana del Noreste. I.N.I.R.E.B. Cd. Victoria, Tam.
- Martínez L. S. y L. Villarreal R. 1984. Flora ficológica de las escolleras El Catán. IX Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México, México, D.F.
- Martínez L. S. Y O. Guajardo. R. 1990. Estudio florístico y datos ecológicos de las algas marinas en la escollera norte del Puerto El Mezquital, Matamoros, Tamaulipas. XI Congreso Mexicano de Botánica, México, D.F.
- McHaugh, D. J. 1984. Marine phycoculture and its impact on the seaweed colloid industry. *Hydrobiologia*. 116/117: 351 - 354.
- McHugh, D. J. 1991. Worldwide distribution of comercial resource of seaweeds including Gelidium. International workshop on Gelidium. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands: 19-30.
- McLachlan, J. L. & M. A. Ragan. 1990. Visit to USSR marine phycology laboratories. *Applied Phycology Forum*. 7(2): 3-10.
- McNelly, W. H. 1959. Industrial gums polisaccharides and derivates. Academic Press. New York and London. Chapters VI-VII. pp 117-133.
- Naylor, J. 1976. Production, trade and utilization of sea weed products. *FAO Fisheries Technical paper No. 159*:25-38.
- Norma Oficial Mexicana NOM-031-ECOL-1993. Establece los límites

máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria, actividades agroindustriales, de servicio y el tratamiento de aguas residuales a los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal. Diario Oficial. Octubre 18 de 1993. pp. 114-119

Oliveira Filho, E. & E. J. De Paula. 1977. Potenciality for alginate production in Sao Paulo littoral (Brazil). J. Phycol. (Supl) 1:5-18

Percival, E. and R. H. McDowell. 1967. Chemistry and enzymology of marine algal polysaccharides. Academic Press. London.

Perkin, E. 1976. Analytical methods for anatomic absorption spectrometry, the Perkin Elmer Corp. Norwalk, C.V. USA. pp. A y 1-2, GN-2.

Racca, E., R. Hurtado, Cris Dawes, C. Ballesteros y J. Rubio. 1993. Desarrollo de cultivo de Graclarias en la Península de Araya,

Venezuela. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Documento de Campo No. 13. 39-47.

Rees, D.A. 1976. Structure, conformationa and mechnims in the formation of polysaccharides gels and networks. University of Edimburg. pp. 279-296.

Rees, W. M. 1986. Alginate marketing in the 1980. Monografías Biológicas (Chile) 4:13- 28.

- Santelices, B. 1989. Algas marinas de Chile: Distribución, ecología, utilización, diversidad. Ediciones Univ. Católica de Chile. pp. 399.
- Santelices, B. & Ojeda, F. P. 1984. Effects of canopy removal on the understory algal community structure of coastal forest of Macrocystis pyrifera from Southern South America. Mar. Ecol. Prog. Ser. 14:165 - 173.
- Seater, E.A. y Jensen, A. 1957. Forsk med tangmel som tilskuddfor til sau. Rapport Num. 17
- Semesi A. K. and Misdhigeni K.E. 1976. Contribution on the content and nature of phycocolloids from Halymenia venusa Boergesen (Rhodophyta, Cryptonemiales). Botánica Marina. XX pp. 233-237.
- Setchell, W.A. 1915. The law of temperature conected with the distribution of the marine algae. Ann. Mo. Bot. Gardn. 2:287-305.
- Setchell, A. and N. Gardner. 1919. The marine algae of the Pacific coast of North America. I. Myxophyceae. Univ. Calif. Publ. Bot. 8(1):1-138.
- Setchell, W.A. and N. Gardner. 1924. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. The Marine Algae. Proceed. Calif. Acad. Sciences (Fourth Ser.) 12(29):695-949.

- Setchell, W. A. and N. Gardner. 1925. The marine algae of the Pacific coast of North America. III. Melanophyceae. *Unv. Calif. Publ. Bot.* 8:383-398.
- Setchell, W.A. and N. Gardner. 1930. Marine algae of the Revillagigedo Islands expedition in 1925. *Proceed. Calif. Acad. Sciences (Fourth Ser.)* 19(11):109-215.
- Stephenson, W. A. 1968. *Seaweed in agriculture*. Ed. Faber & Faber. London, pp. 80-86.
- Taylor, W. R. 1928. Marine algae of Florida with special reference to the Dry Tortugas. *Publ. Carneg. Inst.* 397. *Pap. Tortugas Lab.* 25:1-219.
- Taylor, W. R. 1935. Botany of the Maya area: Miscellaneous paper VII. Marine Algae from the Yucatan Peninsula. *Publ. Carneg. Inst. Washington* 461:115-124.
- Taylor, W. R. 1940. Marine algae from the Smithsonian-Hastford expedition to the West Indies, 1937. *Contr. U. S. Nat. Herb.* 28(3):549-562.
- Taylor, W. R. 1941(a) Notes on the marine algae of Texas. *Pap. Mich. Acad. Sci.* 26:69-79.
- Taylor, W. R. 1941(b). Tropical marine algae of the Arthur Schott herbarium. *Field. Mus. Nat. Hist., Bot. Ser.* 20(4):87-104.
- Taylor, W. R. 1942. Caribbean marine algae of the Allan Hancock expedition, 1939. *Rep. Hancock Atlant. Exped.* 2:1-193.

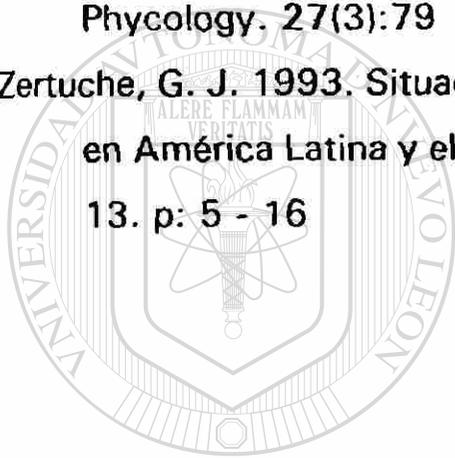
- Taylor, W. R. 1943. Marine algae from Haiti collected by H. Bartlett in 1941. *Pap. Mich. Acad. Sci.*, 28:143-163.
- Taylor, W. R. 1945. Pacific marine algae of the Allan Hancock expeditions to the Galapagos Island. *Alland Hancock Pacif. Exped.* 12:1-528.
- Taylor, W. R. 1954a. Distribution of marine algae in the Gulf of Mexico. *Pap. Mich. Acad. Sci.*, 39:85-109.
- Taylor, W. R. 1954b. Sketch of the character of the marine algae vegetation of the shores of the Gulf of Mexico. In: Galtsoff, P., *The Gulf of Mexico, its origins, waters, and marine life.* Fish, Bull. Fish Wildlife Serv. 55(89):177-192.
- Taylor, W. R. 1955. Marine algal flora of the Caribbean and its extension into neighboring seas. In: *Essays in the natural sciences in honor of Captain Allan Hancock.* Univ. S. Calif. Press. Los Angeles, Calif. 259-270.
- Taylor, W. R. 1957. Marine algae of the northeastern coast of North America. 2nd ed. Univ. Mich. Press. Ann. Arbor, Mich. 509 pp.
- Taylor, W. R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas. Univ. Mich. Press. Ann. Arbor, Mich. 870 pp.
- Taylor, W. R. 1969. Notes on the distribution of West Indian marine algae particularly in the lesser Antilles. With a bibliography of recent works on Eastern American Tropical Algae. *Contrib. univ.*

- Mich. Herb. 9(2):125-204.
- Taylor, W. R. 1972. Marine algae of the Smithsonian-Bredin expedition to Yucatan-1960. Bull. mar. Sci. 22(1):34-44.
- Tetsujiro, M. 1972. Agar procesado de Gracillaria foliifera de Florida. Agr. Biol. Chem. 36(9):1543-1552
- Trainor, F. R. 1978. Introductory phycology. Ed. John Wiley & Sons, New York, pp. 442-449.
- Umamaheswara Rao, M. 1969. Seasonal variations in growth, alginic acid and manitol contents of Sargassum wightii and Turbinaria conoides, from the Gulf of Mannar, India Proc. Intl. Seaweed Symp 6:579-584.
- Umamaheswara Rao, M. S. Kalimuthy. 1972. Changes in manitol and alginic acid contents of Turbinaria oronata (Turner) J. Ag. in relation to growth and fruiting. Bot. Marina. 15:57-59
- Velázquez, T. G. 1971. Studies and utilization of the Philippine marine algae. Proc. Intl. Seaweed Symp. 7, 64.
- Vela, M. 1984. Calidad para uso bacteriológico de los agares extraídos de Gracilaria debilis y Gracilaria foliifera. Tesis Inédita. Fac. de Ciencias Biológicas, U. A. N. L., Monterrey, N.L. pp. 53
- Villarreal R. L. 1979. Determinación preliminar de alginatos contenidos en diez especies de algas Phaeophytas de las Costas de México. Tesis Inédita. Fac. de Ciencias Biológicas. U. A. N. L., Monterrey, N.L. pp. 49

Yamamoto, T. and M. Ishibashi. 1972. The content to trace elements of seaweed in Japan . Seventh Proc. Seaweed Symp.

Zamora-Tovar, C., Margáin Hernández, R., Del Angel Hernández, F. y González Hernández, E. 1991. Nutricional value of some marine algae from Tamaulipas, México. Proceeding of Fourth International Phycological Congress. Suplement to Journal of Phycology. 27(3):79

Zertuche, G. J. 1993. Situación actual del cultivo de algas agarofitas en América Latina y el Caribe. FAO. Documento de Campo No. 13. p: 5 - 16

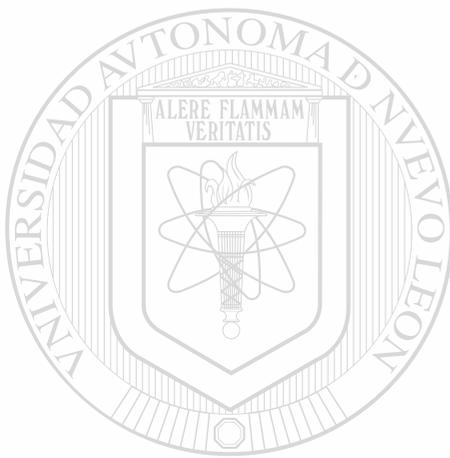


UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



ANEXOS

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LISTA FLORISTICA DE LAS ESCOLLERAS DE LA PESCA, SOTO LA MARINA
Y LA CARBONERA, SAN FERNANDO, TAMAULIPAS.

1 = LA PESCA, SOTO LA MARINA

2 = LA CARBONERA, SAN FERNANDO

1 2
LA PESCA CARBONERA

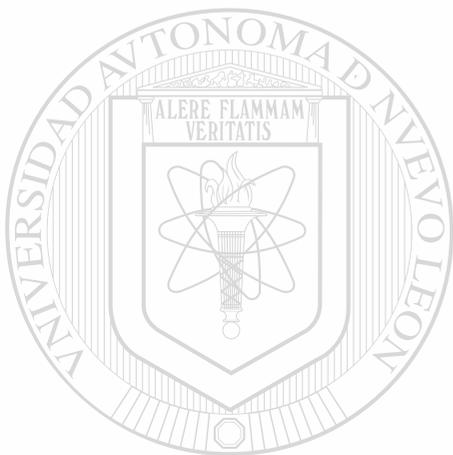
CYANOPHYTA		
Oscillatoriales		
Oscillatoriaceae		
<u>Oscillatoria laetevirens</u> Govan ex Gamont		*
<u>Microcoleus lyngbyaceus</u> (Kutzing) Crouan	*	
Myxophyceae		
Nostocaceae		
<u>Calothrix crustaceae</u> Schausboe and Thuret		*
<u>Nostoc spumigena</u> (Mertens) Drouet	*	
CHLOROPHYTA		
Ulotrichaceae		
Ulotrichales		
<u>Ulvella lens</u> P. y H. Crouan	*	*
<u>Ulothrix flacca</u> (Dliwyn) Thuret	*	
Ulvales		
Ulvaceae		
<u>Enteromorpha clathrata</u> (Roth) Grellive	*	
<u>Enteromorpha flexuosa</u> (Roth) J. Agardh	*	*
<u>Enteromorpha lingulata</u> J. Agardh	*	*
<u>Enteromorpha salina</u> Kutzing	*	
<u>Ulva fasciata</u> Delile	*	*
<u>Ulva lactuca</u> Linneus	*	*
Cladophorales		
Cladophoraceae		
<u>Chaetomorpha linum</u> (Muller) Kutzing	*	*
<u>Chaetomorpha media</u> (C. Agardh) Kutzing	*	
<u>Cladophora dalmatica</u> Kutzing	*	

<u>Cladophora vagabunda</u> (Linneus) U.D. Hoek	*	*
Siphonales Bryopsidaceae <u>Bryopsis hypnoides</u> Lamouroux	*	*
<u>Bryopsis pinnata</u> Lamouroux		*
<u>Bryopsis plumosa</u> (Hudson) C. Agardh	*	*
Caulerpales Caulerpanceae <u>Caulerpa mexicana</u> Sonder ex Kutzing		*
Dasycladales Polyphysaceae <u>Acetabularia crenulata</u> Lamouroux		*
PHAEOPHYTA Isogenerate Ectocarpales Ectocarpaceae <u>Giffordia indica</u> (Sonder) Pappenfuss	*	
<u>Giffordia mitchelliae</u> (Harvey) Hamel	*	
<u>Giffordia rallsiae</u> (Vickers) Taylor	*	*
Dictyotales Dictyotaceae <u>Dictyota dichotoma</u> (Hudson)		*
<u>Dictyopteris delicatula</u> Lamouroux	*	
<u>Padina vickersiae</u> Hoyt	*	
<u>Spatoglossum schroederi</u> (C. Agardh) Kutzin	*	*
Heterogeneratae Dictyosiphonales Punctariaceae <u>Petalonia fascia</u> (Muller) Kuntze	*	
Cyclosporae Fucales Sargassaceae <u>Sargassum fluitans</u> Borgesen <u>Sargassum natans</u> (Linnaeus) S. Meyen	*	*
RODOPHYTA Rodophyceae		

Goniotrichales		
<u>Goniotrichum alsidii</u> (Zunardini) Howe	*	
Bangiales		
Bangiaceae		
<u>Bangia artopurpurea</u> (Roth) C. Agardh		*
<u>Bangia fuscopurpurea</u> (Dillwyn) Lyngbye	*	
Erythropeltiadaeae		
<u>Erithrocladia subintegra</u> Rossenunge	*	
<u>Erithrotrichia cornea</u> (Dillwyn) J. Agardh	*	*
Nemalionales		
Chantransiaceae		
<u>Kylinia crassipes</u> (Borgesen) Kylin	*	
<u>Acrochaetium flexuosum</u> Vickers	*	*
<u>Acrochaetium seriatum</u> Borgesen	*	
<u>Audovinella microscopica</u>		*
Chaetangiaceae		
<u>Scinaia furcellata</u> Bivona	*	*
Gelidiales		
Gelidiaceae		
<u>Gelidium crinale</u> (Turner) Lamouroux	*	
<u>Gelidium americanum</u> (W. Taylor) Santelices		*
<u>Pterocladia capillacea</u> (Gmelin) Bornet et T	*	*
Cryptonemiales		
Corallinales		
Corallinaceae		
<u>Dermatolithon pustulatum</u> (Lamouroux) Foslie	*	
<u>Halptilon cubense</u> (Montagne ex Kutzing)		*
<u>Corallina cubensis</u> (Montagner) Kutzing	*	
<u>Jania capillacea</u>	*	
<u>Jania adhaerens</u> Lamouroux		*
Gigartinales		
Gracilaceae		
<u>Gracilaria foliifera</u> (Forskal) Borgesen	*	*

<u>Gracilaria verrucosa</u> (Hudson) Papenfuss	*	*
Hypneaceae		
<u>Hypnea musciformis</u> (Wulfen) Lamouroux	*	*
<u>Hypnea valentiae</u> (Turner) Montagne		*
Solieriaceae		
<u>Solieria filiformis</u> (Kutzing) Gabrielsen		*
Halymeniaceae		
<u>Grateloupia filicina</u> (Lamouroux)	*	*
Rhodymeniales		
Rhodymeniaceae		
<u>Rhodymenia pseudopalmata</u> Lamouroux Silva	*	*
Champiaceae		
<u>Champia parvula</u>		*
Ceramiales		
Ceramiaceae		
<u>Callithamnion cordatum</u> Borgesen		*
<u>Ceramium fastigiatum</u> (Roth) Harvey	*	*
<u>Ceramium flaccium</u> H.E. Peterson	*	
<u>Ceramium strictum</u> (Kutzing) Montagne	*	
<u>Centroceras clavatum</u> (C. Agardh) Montagne	*	*
<u>Spyridia aculeata</u> (Schimpre) Kutzing	*	
<u>Spyridia clavata</u> Kutzing		*
<u>Spyridia hypnoides</u> (Bory in Belanger) Papen		*
Rhodomelaceae		
<u>Chondria cniophylla</u> (Metuill) de Toni		*
<u>Bryocladia cuspidata</u> (J. Agardh)	*	*
<u>Bryocladia thyrsigera</u> (J. Agardh) de Toni	*	*
<u>Digenea simplex</u> (Wulfen) Agardh	*	*
<u>Laurencia microcladia</u> Kutzing		*
<u>Laurencia obtusa</u> (Hudsen) Lam.		*
<u>Lophocladia trichocladus</u> (C. Agardh)		*

<u>Polysiphonia cuspidata</u>	*	
<u>Polysiphonia ferulacea</u> Suhr	*	*
<u>Polysiphonia subtilissima</u> Montagne	*	
<u>Wrightiella blodgettii</u> (Harvey) Schmitz		*
Dasyaceae <u>Dasya baillouviana</u>	*	



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LISTA FLORISTICA DE LAS ESCOLLERAS DE LA PESCA, SOTO LA MARINA
TAMAULIPAS.

03/94 05/94 09/94

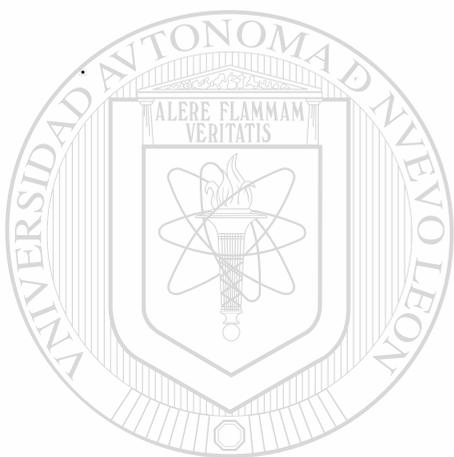
CYANOPHYTA			
<u>Microcoleus lyngbyaceus</u> (Kutzing) Crouan		*	
Myxophyceae			
Nostocaceae			
<u>Nostoc spumigena</u> (Mertens) Drouet	*		
CHLOROPHYTA			
Ulotrichaceae			
Ulotrichales			
<u>Ulothrix flacca</u> (Dilwyn) Thuret		*	
<u>Ulvella lens</u> P. y H. Crouan	*	*	*
Ulvales			
Ulvaceae			
<u>Enteromorpha clathrata</u> (Roth) Grellive	*	*	*
<u>Enteromorpha flexuosa</u> (Roth) J. Agardh	*		
<u>Enteromorpha lingulata</u> J. Agardh	*		
<u>Enteromorpha salina</u> Kutzing	*		
<u>Ulva fasciata</u> Delile	*	*	*
<u>Ulva lactuca</u> Linneus	*		*
Cladophorales			
Cladophoraceae			
<u>Chaetomorpha linum</u> (Muller) Kutzing			*
<u>Chaetomorpha media</u> (C. Agardh) Kutzing	*		*
<u>Cladophora dalmatica</u> Kutzing	*	*	*
<u>Cladophora vagabunda</u> (Linneus) U.D. Hoek	*	*	*
Siphonales			
Bryopsidaceae			
<u>Bryopsis hypnoides</u> Lamouroux			*
<u>Bryopsis plumosa</u> (Hudson) C. Agardh			*
PHAEOPHYTA			

Isogenerate			
Ectocarpales			
Ectocarpaceae			
<u>Giffordia indica</u> (Sonder) Pappenfuss	*	*	*
<u>Giffordia mitchelliae</u> (Harvey) Hamel	*	*	*
<u>Giffordia rallsiae</u> (Vickers) Taylor	*	*	*
<u>Dictyopteris delicatula</u> Lamouroux		*	
<u>Padina vickersiae</u> Hoyt		*	*
<u>Spatoglossum schroederi</u> (C. Agardh) Kutzin		*	
Heterogeneratae			
Dictyosiphonales			
Punctariaceae			
<u>Petalonia fascia</u> (Muller) Kuntze	*		
Cyclosporae			
Fucales			
Sargassaceae			
<u>Sargassum fluitans</u> Borgesen	*	*	*
<u>Sargassum natans</u> (Linnaeus) S. Meyen	*	*	*
RODOPHYTA			
Goniotrichales			
Gonotrichaceae			
<u>Goniotrichum alsidii</u> (Zunardinii) Howe	*		
Bangiaceae			
<u>Bangia fuscopurpurea</u> (Dillwyn) Lyngbye	*		
Erythropeltiadaeae			
<u>Erithrocladia subintegra</u> Rossenunge	*	*	*
<u>Erithrotrichia cornea</u> (Dillwyn) J. Agardh		*	*
Nemalionales			
Chantransiaceae			
<u>Kylinia crassipes</u> (Borgesen) Kylin	*	*	*
<u>Acrochaetium flexuosum</u> Vickers	*	*	*
<u>Acrochaetium seratium</u> Borgesen		*	
Chaetangiaceae			
<u>Scinara furcelltata</u> Bivona	*	*	
Gelidiales			
Gelidiaceae			

<u>Gelidium crinale</u> (Turner) Lamouroux	*	*	*
<u>Pterocladia capillacea</u> (Gmelin) Bornet et T	*		
Cryptonemiales			
Corallinales			
Corallinaceae			
<u>Dermatolithon pustulatum</u> (Lamouroux) Foslie	*	*	*
<u>Corallina cubensis</u> (Montagner) Kutzing		*	*
<u>Jania capillaceae</u>		*	
Grateloupiaceae			
<u>Grateloupia filicina</u> (Wulfen) C. Agardh	*	*	*
Gigartinales			
Gracilaceae			
<u>Gracilaria foliifera</u> (Forsk.) Borgesen	*	*	*
<u>Gracilaria verrucosa</u> (Hudson) Papenfuss	*		
Hypneaceae			
<u>Hypnea musciformis</u> (Wulfen) Lamouroux	*	*	*
Rhodymeniales			
Rhodymeniaceae			
<u>Rhodymenia pseudopalmata</u> Lamouroux Silva			*
<u>Ceramium fastigiatum</u> (Roth) Harvey	*	*	
<u>Ceramium flaccida</u> H.E. Peterson	*		
<u>Ceramium strictum</u> (Kutzing) Montagne		*	
<u>Centroceras clavatum</u> (c. Agardh)	*	*	*
<u>Spyridia aculeata</u> (Schimpre) Kutzing	*	*	
Rhodomelaceae			
<u>Bryocladia cuspidata</u> (J. Agardh)		*	*
<u>Bryocladia thyrsigera</u> (J. Agardh) de Toni	*	*	*
<u>Digenea simplex</u> (Wulfen) Agardh	*	*	
<u>Polysiphonia cuspidata</u>	*		
<u>Polysiphonia ferulacea</u> Suhr	*		
<u>Polysiphonia subtilissima</u> Montagne	*	*	

Dasyaceae
Dasya baillouviana

*



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

LISTA FLORISTICA DE LAS ESCOLLERAS DE LA CARBONERA, SAN FERNANDO, TAMAULIPAS.

2 = LA CARBONERA, SAN FERNANDO

03/95 05/95 09/95

CYANOPHYTA Oscillatoriales Oscillatoriaceae <u>Oscillatoria laetevirens</u> Govan ex Gamont	*		
Myxophyceae Nostocaceae <u>Calothrix crustaceae</u> Schausboe and Thuret		*	
CHLOROPHYTA Ulotrichaceae Ulotrichales <u>Ulvella lens</u> P. y H. Crouan		*	*
Ulvales Ulvaceae <u>Enteromorpha flexuosa</u> (Roth) J. Agardh			*
<u>Enteromorpha lingulata</u> J. Agardh	*	*	
<u>Ulva fasciata</u> Delile	*	*	*
<u>Ulva lactuca</u> Linneus			*
Cladophorales Cladophoraceae <u>Chaetomorpha linum</u> (Muller) Kutzing		*	*
<u>Cladophora vagabunda</u> (Linneus) U.D. Hoek	*		
Siphonales Bryopsidaceae <u>Bryopsis pinnata</u> Lamouroux		*	
<u>Bryopsis hypnoides</u> Lamouroux		*	*
<u>Bryopsis plumosa</u> (Hudson) C. Agardh		*	*
Caulerpales Caulerpanceae <u>Caulerpa mexicana</u> Sonder ex Kutzing		*	
Dasycladales Polyphysaceae <u>Acetabularia crenulata</u> Lamouroux		*	

PHAEOPHYTA Isogenerate Ectocarpales Ectocarpaceae <u>Giffordia rallsiae</u> (Vickers) Taylor	*		
Dictyotales Dictyotaceae <u>Dictyota dichotoma</u> (Hudson)			*
<u>Spatoglossum schroederi</u> (C. Agardh) Kutzin		*	
Cyclosporaes Fucales Sargassaceae <u>Sargassum fluitans</u> Borgesen	*	*	*
RODOPHYTA Bangiales Bangiaceae <u>Bangia artopurpurea</u> (Roth) C. Agardh			*
Composognales <u>Erithrotrichia cornea</u> (Dillwyn) J. Agardh		*	*
Nemalionales Chantransiaceae <u>Acrochaetium flexuosum</u> Vickers		*	
<u>Audoniella microscopica</u>		*	
Chaetangiaceae <u>Scinaia furcellata</u> Bivona	*	*	
Gelidiales Gelidiaceae <u>Gelidium americanum</u> (W. Taylor) Santelices		*	*
<u>Pterocladia capillacea</u> (Gmelin) Bornet et T	*	*	
Cryptonemiales Corallinales Corallinaceae <u>Haliptilon cubense</u> (Montagne ex Kutzing)		*	*
<u>Jania adhaerens</u> Lamouroux	*		
Gigartinales Gracilaceae <u>Gracilaria folifera</u> (Forsk.) Borgesen	*	*	

<u>Gracilaria verrucosa</u> (Hudson) Papenfuss	*	*	
Hypneaceae			
<u>Hypnea musciformis</u> (Wulfen) Lamouroux	*	*	
<u>Hypnea valentiae</u> (Turner) Montagne		*	
Solieriaceae			
<u>Solieria filiformis</u> (Kutzing) Gabrielsen			*
Halymeniaceae			
<u>Grateloupia filicina</u> (Lamouroux)	*	*	
Rhodymeniales			
Rhodymeniaceae			
<u>Rhodymenia pseudopalmata</u> Lamouroux Silva	*	*	
Champiaceae			
<u>Champia parvula</u>	*		
Ceramiales			
Ceramiaceae			
<u>Callithamnion cordatum</u> Borgesen	*	*	
<u>Centroceras clavatum</u> (C. Agardh)	*	*	*
<u>Ceramium fastigiatum</u> (Roth) Harvey		*	
<u>Spyridia clavata</u> Kutzing			*
<u>Spyridia hypnoides</u> (Bory in Belanger) Papen			*
Rhodomelaceae			
<u>Chondria cniophylla</u> (Metuill) de Toni			*
<u>Bryocladia cuspidata</u> (J. Agardh)		*	
<u>Bryocladia thyrsigera</u> (J. Agardh) de Toni		*	*
<u>Digenea simplex</u> (Wulfen) Agardh			*
<u>Laurencia microcladia</u> Kutzing	*		
<u>Laurencia obtusa</u> (Hudsen) Lam.	*		
<u>Lophocladia trichocladus</u> (C. Agardh)		*	
<u>Polysiphonia ferulacea</u> Suhr	*		
<u>Wrightiella blodgettii</u> (Harvey) Schmitz	*		

