

00381 <sup>15</sup> 21



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**LAS MACROALGAS MARINAS COMO FUENTE DE  
SUSTANCIAS BIOLÓGICAMENTE ACTIVAS : UNA  
EVALUACION PARA LAS COSTAS MEXICANAS**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE  
**DOCTORA EN CIENCIAS  
(BIOLÓGIA)**

**P R E S E N T A  
GRACIELA DE LARA ISASSI**

**DIRECTORA DE TESIS: DRA. LIGIA COLLADO VIDES**

**ASESOR: DR. ARSENIO JOSE ARECES MALLEA**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A la memoria de mi madre, cuyo ejemplo de amor, prudencia y fortaleza, me guiará siempre.**

**A mis hijos, Miguel y Mariana, la principal razón de mi existencia.**

# ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>PRÓLOGO</b> .....	<b>iii</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>II. ANTECEDENTES</b> .....	<b>7</b>
II.1 Actividad antibiótica .....	7
II.2 Actividad tóxica .....	18
II.3 Actividad aglutinante .....	24
II.4 Actividad anticoagulante .....	33
<b>III. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	<b>45</b>
III.1 Localidades de colecta .....	45
III.2 Procesamiento del material colectado .....	46
III.3 Preparación de extractos .....	48
III.4 Evaluación de la actividad biológica de los extractos ..	49
III.5 Métodos matemáticos y estadísticos empleados .....	53

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b> . . . . .	57
<b>IV.1 Actividad antibiótica.</b> . . . . .	57
<b>IV.2 Actividad tóxica.</b> . . . . .	76
<b>IV.3 Actividad aglutinante.</b> . . . . .	87
<b>IV.4 Actividad anticoagulante.</b> . . . . .	99
<b>IV.5 Análisis comparativo de los dendrogramas.</b> . . . . .	104
<b>IV.6 Relación entre las actividades.</b> . . . . .	106
<b>IV.7 Análisis de variabilidad anual y geográfica.</b> . . . . .	111
<b>V. CONCLUSIONES.</b> . . . . .	118
<b>VI. CONSIDERACIONES FINALES.</b> . . . . .	120
<b>VII. LITERATURA CITADA.</b> . . . . .	125
<b>VIII.TABLAS.</b> . . . . .	146

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi mas sincero agradecimiento a la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, lugar donde se realizó este trabajo.

Al Dr. José Luis Arredondo Figueroa y a la Dra. Margarita Gallegos Martínez, Director de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la UAM-Iztapalapa y jefa del Departamento de Hidrobiología respectivamente, por su impulso, apoyo constante y sobre todo por su amistad.

Mi mas sincero agradecimiento para el Dr. Arsenio José Areces Mallea y para la Dra. Ligia Collado Vides, quienes además de dirigir este trabajo de investigación, siempre han tenido la paciencia para escucharme, aclarar mis dudas, impulsarme y tener una palabra de amistad y cariño en los momentos difíciles.

A los Doctores Jorge González González, Antonio Lot Helgueras, Francisco Cruz Sosa, Margarita Gallegos Martínez y Guillermo Laguna Hernández, que formaron parte del jurado de mi examen de grado e hicieron la revisión crítica de esta Tesis, por sus valiosas sugerencias y comentarios, que sirvieron para enriquecer la obra.

Agradezco a mis colaboradores del laboratorio de ficología aplicada, especialmente al Hidrobiol. Sergio Alvarez Hernández, por su constante apoyo.

A mis compañeros y amigos del laboratorio de macroalgas marinas, Kurt M. Dreckmann y Abel Senties por su colaboración y apoyo en la colecta e identificación del material ficológico.

Un agradecimiento muy especial merece el Biol. Antonio Rodríguez Canto, por su paciencia y ayuda desinteresada en la edición de esta obra.

A todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron en la elaboración de este trabajo.

## RESUMEN

El uso potencial de compuestos con actividad biológica específica que contienen las algas marinas, es muy amplio; existen sustancias con propiedades antibióticas, aglutinantes, anticoagulantes, antifúngicas, antitumorales, citotóxicas, entre otras. En este trabajo, primero en su tipo realizado con especies mexicanas, se determinaron mediante pruebas específicas cuatro tipos de actividad biológica: antibiótica, tóxica, aglutinante y anticoagulante, en 106 especies colectadas en 52 localidades del litoral mexicano, con el fin de detectar a las especies con mayores posibilidades de ser aprovechadas como fuente de sustancias biológicamente activas, para iniciar la evaluación del potencial farmacológico de la ficoflora marina mexicana. Se observó que 61 especies, inhiben en alguna medida el crecimiento bacteriano de cepas Gram+ y/o Gram-, mostrando algunas mayor o igual actividad que los controles de antibióticos comerciales. Los extractos de 60 especies tuvieron efectos tóxicos sobre los organismos de prueba. En 45 especies se detectó algún grado de actividad aglutinante, siendo relevante la que se presentó en los extractos de *Codium giraffa*. Solo en 12 especies se presentó actividad anticoagulante significativa, siendo la actividad del extracto de *Halimeda discoidea* semejante a la de la heparina. Se comprobó en los extractos de algunas especies, que existen variaciones anuales y geográficas en cuanto a la presencia y potencia de las diferentes actividades biológicas estudiadas. Se pudo comprobar también que las algas marinas, por los distintos tipos de actividad biológica que presentan, son un recurso natural susceptible de ser explotado con fines farmacológicos y médicos.

## ABSTRACT

The potential use of algal compounds with specific biological activity is wide. There are substances with antibiotic activity, agglutinant activity, anticoagulant activity, antitumoral activity, among others. This work is the first one dealing with biological activity of Mexican marine algae. In this research it was determined the antibiotic, toxic, agglutinant and anticoagulant activities of 106 algal species collected in 52 localities of the Mexican coast in order to detect some species with possibilities of being approach as a source of biological active compounds, to start with the evaluation of the pharmacological potential of the mexican marine algae. It was observed that 61 species inhibited to some degree the bacterial growth. Some of them showed the same or bigger activity than the commercial controls. The extracts of 60 species showed some degree of toxic effects against the control organisms. In 45 species was detected some degree of agglutinant activity, being relevant the activity of *Codium giraffa*. Only the extracts of 12 species showed significant anticoagulant response. The activity of *Halimeda discoidea* extract, was similar to that of heparine. It was observed in the extracts of some species, that annual and geographical variations do exist and they have influence on the presence and degree of the biological activity. It was tested that marine algae have compounds with specific biological activity with a potential use in pharmaceutical and medical products.

## PRÓLOGO

La importancia del estudio de la actividad biológica de las macroalgas marinas mexicanas se hizo evidente e indiscutible, cuando empiezan a aparecer, hace aproximadamente una década, en varios países del mundo, textos sobre esta área del conocimiento. Esta inquietud dio lugar a la formación de un laboratorio dedicado exclusivamente a hacer investigación en este campo, el laboratorio de Ficología Aplicada del Departamento de Hidrobiología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, en la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa. La presente Tesis constituye uno de los frutos del proyecto central de dicho laboratorio y de estos años de labor.

Por lo anterior, esta obra representa un trabajo al mismo tiempo pionero y antecedente, que pone de manifiesto el potencial de uso que tiene el recurso algal en nuestro país.

Han sido infinidad de estudiantes e investigadores los que, en un momento u otro han participado de nuestras actividades. Sin embargo, destacan por su constancia los profesores Sergio Alvarez Hernández, Cruz Lozano Ramírez y Norma Hernández Soto. Asimismo, los procedimientos metodológicos se han visto enriquecidos con la participación de especialistas extranjeros, por lo que el estilo de trabajo de esta obra refleja la forma en la que se hace ficología aplicada en cualquier institución de investigación. Una influencia positiva para el establecimiento de un estilo de trabajo de índole internacional, ha sido la presencia y asesoría permanente del Dr. Arsenio José Areces Mallea, distinguido ficólogo del Instituto de Oceanología de la Habana, Cuba.

Como en todo trabajo con organismos, la identidad taxonómica de los mismos resulta fundamental para la coherencia de los resultados. Por lo que el laboratorio de ficología aplicada ha procurado mantener una estrecha relación con especialistas en taxonomía algal, miembros del laboratorio de macroalgas marinas, de nuestro departamento particularmente con el Biol. Kurt M. Dreckmann. Es por esto, que esta obra representa, también, la capacidad de colaboración con disciplinas aparentemente no relacionadas.

Este proyecto ha sido financiado, totalmente, por la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la UAM-Iztapalapa.



# I. INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años, a los extractos de plantas y animales se les reconoció su actividad biológica. Posteriormente se supo que esta actividad era debida a la presencia de compuestos químicos conocidos como metabolitos primarios o metabolitos secundarios, en dependencia de su relación con los procesos metabólicos de las especies que los producen (Fenical, 1982).

Se definen como metabolitos primarios aquellos compuestos que son esenciales para la vida de cualquier organismo, es decir, los que intervienen tanto en reacciones enzimáticas propias del metabolismo intermediario, o bien son parte constitutiva de la estructura celular; las proteínas, los carbohidratos y los lípidos son ejemplos de metabolitos primarios. Los metabolitos secundarios están integrados por todas aquellas moléculas producidas o acumuladas por un organismo que no intervienen directamente en las reacciones esenciales de su metabolismo (Muñoz *et al.*, 1992).

Fenical en 1982, explica que debido a que no se les ha encontrado a estos metabolitos secundarios una función específica en los procesos celulares, los mismos son concebidos como productos derivados de procesos metabólicos o de excreción. Dicho autor también discute la interpretación que se le otorga a la función de los metabolitos secundarios en las plantas, de ser un mecanismo de supervivencia para la especie que los contiene. Estos compuestos complejos son ampliamente estudiados en la actualidad debido a las diversas

actividades biológicas que presentan y que han determinado que se les haya considerado esenciales en las industrias agroquímica y farmacéutica.

Se ha confirmado que los metabolitos secundarios constituyen una fuente de productos naturales, con actividad biológica diversa, comprobándose entre otras, su actividad antibacteriana, antifúngica, antiviral, antineoplásica, anticancerígena, anticoagulante, citotóxica, hipocolesterolémica, antihelmíntica, insecticida, neurotóxica, molusquicida, inhibidoras o promotoras de crecimiento vegetal. Esta gama de propiedades hace que estos compuestos tengan una gran potencialidad de aplicación, ya sea aislando y usando directamente el compuesto al que se le ha detectado una actividad biológica específica, empleándolo como precursor en la síntesis de compuestos orgánicos, o para caracterizar la estructura de sus centros activos con el fin de modelar nuevas sustancias con propiedades preestablecidas.

Los organismos marinos son contemplados como una fuente potencial de sustancias con posibilidades farmacológicas y médicas. Aunque sabemos que muchas de estas sustancias nunca serán usadas como tales en el campo de la farmacología o de la medicina, sin embargo, ellas pueden servir como modelos para sintetizar muchos compuestos útiles para el hombre (Nigrelli *et al.*, 1967).

La necesidad constante de encontrar nuevas sustancias con propiedades curativas más efectivas que las que se conocen actualmente, ha generado que la investigación farmacológica considere a los recursos renovables del mar como una fuente alternativa en la

búsqueda de medicamentos (Baslow, 1977). Por tal motivo, las investigaciones farmacológicas con organismos marinos se han organizado y sistematizado, enfocándose principalmente hacia la detección, aislamiento y caracterización química de compuestos específicos.

Una gran cantidad de sustancias potencialmente útiles han sido aisladas de numerosas especies marinas, lo cual estimula la realización de un número mayor de estudios bioquímicos con plantas y animales procedentes del mar. En dichas especies se han detectado sustancias con propiedades antimicrobianas, anticoagulantes, antivirales, antihelmínticas, inhibidoras de tumoraciones, neurotrópicas, entre otras.

A pesar de la gran extensión del océano mundial, las formas de vida marina permanecen aún poco exploradas como una fuente de sustancias farmacológicas (Pesando, 1990), siendo las plantas terrestres las que constituyen todavía la fuente principal de estudio con este fin. La mayor parte de la investigación biomédica marina ha sido desarrollada en animales, principalmente invertebrados tales como: esponjas, poliquetos, moluscos y equinodermos (Nigrelli *et al.*, 1958; Bakus, 1968 y 1969; Ruggieri, 1976; Green, 1977; Bakus *et al.*, 1986). Las algas marinas no han sido consideradas en la búsqueda de productos naturales biológicamente activos en correspondencia con su gran diversidad y abundancia. No obstante, las mismas constituyen un recurso muy importante para éste tipo de investigación.

La medicina tradicional china ya utilizaba a las algas marinas para aliviar los trastornos menstruales e intestinales, además de emplearlas como vermífugos, antiespasmódicos, en el

tratamiento de la hidropesía y de la hipertensión, entre otros (Schwimmer y Schwimmer, 1955; Hoppe, 1979).

En la dieta humana se han usado como alimento, o de manera indirecta, en forma de aditivos como el agar, los alginatos y la carragenina, para diversos productos alimenticios, principalmente en los países orientales (Bold y Wynne, 1984). También se emplean como enriquecedores de alimentos balanceados para peces (Appler y Jauncey, 1983), en la elaboración de forrajes o para la extracción de gomas hidrosolubles de uso comercial y con amplia aplicación en la industria alimenticia mundial (Santelices y Doty, 1989). Algunas especies han sido utilizadas en farmacología y medicina por sus propiedades ionotrópicas, hipotensivas, sedantes, antiinflamatorias, anticonvulsivas y colinérgicas, entre otras (Baker, 1984), sin considerar que existen muchas alternativas de uso y aprovechamiento de este recurso.

Se ha detectado en las macroalgas marinas sustancias con actividad antibiótica (Martínez-Nadal *et al.*, 1963, 1964 y 1966; Hornsey y Hide, 1974; Glombitza, 1979; Glombitza y Klapperich, 1985; Rao *et al.*, 1988; Pesando, 1990; Sastry y Rao 1994), con actividad antifúngica (Pesando y Caram, 1984; Campos-Takaki *et al.*, 1988; Moreau *et al.*, 1988); anticancerígena (Cassady, 1990), anticoagulante (Deacon-Smith *et al.*, 1985; Nishino y Nagumo, 1991; Güven *et al.*, 1991), insecticida (Subramonia y Kathiresan, 1988 y 1991), hemaglutinante (Boyd *et al.*, 1966; Fábregas *et al.*, 1985, 1986 y 1992; Hori *et al.*, 1988), citotóxica (Targett, 1979; Mayer *et al.*, 1987; Numata *et al.*, 1992), antiviral (Garg *et al.*, 1972; Ehresmann *et al.*, 1977; Kamat *et al.*, 1992; Premnathan *et al.*, 1992), y como

promotoras del crecimiento de algunas plantas vasculares (Blunden, 1977; Jeannin *et al.*, 1991) .

México cuenta con mas de 10,000 km de litoral, donde se encuentran recursos marinos de origen animal y vegetal que no han sido aprovechados en su totalidad. Dentro de estos, el recurso algal, a pesar de tener una gran abundancia y con aproximadamente 2062 especies distribuidas a lo largo del litoral continental e insular de los océanos Pacífico y Atlántico (Pedroche *et al.*, 1993; González-González *et al.*, 1994), se encuentra poco aprovechado debido al escaso desarrollo que aún tiene el campo de la Ficología aplicada.

En México una parte de las investigaciones sobre actividad biológica de las especies marinas, se ha realizado, al igual que en otros países, con invertebrados, principalmente esponjas, corales, poliquetos, moluscos y equinodermos. (Green 1977; Bakus *et al.*, 1991), de ahí que exista un déficit de información acerca de los diversos tipos de actividad biológica que puedan presentar las algas, en particular las especies mexicanas.

A partir de la investigación fitoquímica en plantas vasculares y no vasculares, una gran cantidad de fármacos han sido aislados obteniéndose muy buenos resultados en la caracterización de los principios activos responsables del efecto curativo contra diversas enfermedades que sufre el hombre. Este hecho ha motivado a la industria farmacéutica, a dirigir algunos de sus esfuerzos y recursos de investigación a prospecciones de este tipo. Sin embargo no se ha puesto suficiente atención a las macroalgas marinas, organismos que ofrecen posibilidades de extracción de numerosas sustancias con actividad biológica. A nivel

**mundial ya existen investigadores que se han dedicado a explorar la presencia de metabolitos secundarios en las algas marinas con el fin de encontrarles una posible aplicación farmacológica.**

**Por lo anteriormente expuesto, resulta importante detectar a las macroalgas del litoral mexicano que presenten algún tipo de actividad biológica, lo cual permitirá poder evaluar su potencial farmacológico y realizar un diagnóstico sobre la factibilidad de uso y aprovechamiento de este recurso con vista a su aplicación en la industria farmacéutica.**

**El objetivo general de este trabajo es evaluar el potencial farmacológico de la ficoflora marina mexicana, con el fin de aportar información sobre el recurso algal comprobando su actividad antibacteriana, tóxica, anticoagulante y aglutinante.**

**Los objetivos particulares planteados son: detectar las especies presentes en el intermareal rocoso con mayores posibilidades de ser aprovechadas como fuentes de sustancias biológicamente activas. Evaluar los tipos de actividad biológica en las Divisiones Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta, analizando y comparando dicha actividad en función de la afinidad taxonómica de las algas estudiadas. Determinar si existen diferencias en la intensidad de la actividad biológica de dichas algas debidas a su ubicación geográfica o a variaciones anuales.**

## II. ANTECEDENTES

En este capítulo se presentan los antecedentes generales de trabajos hechos a nivel mundial relacionados con las cuatro actividades evaluadas. Por otro lado, en la tabla 1 se enlistan los estudios sobre actividades biológicas diversas efectuados con 56 de las 106 especies analizadas en este trabajo y colectadas en otras partes del mundo.

### II.1 Actividad antibiótica

El primer reporte que se tiene acerca de las propiedades antibióticas de las algas fue hecho por Shirahama en 1942 citado por Pratt *et al.*, (1951) el cuál aisló un pigmento de *Cystophyllum hakodatense* Yendo, que inhibía el crecimiento de *Lactobacillus bulgaricus* y *L. helveticus*. Este trabajo inicia una serie de experimentos cuyo objetivo principal fue el de investigar la presencia de alguna sustancia con propiedades antibióticas en las macroalgas marinas.

McCutcheon *et al.*, (1949), citados por Pratt *et al.*, (1951), encontraron que los extractos hechos de *Cymathære triplicata* (Postels *et* Ruprech) J. Agardh, inhibían el crecimiento de *Bacillus subtilis*. Pratt *et al.*, (1951) observaron que extractos solubles en eter de varias algas colectadas en la costa de California, entre San Francisco y Santa Cruz, inhibían el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*.

Bargallo *et al.*, (1979), evaluando la actividad antibacteriana de los extractos de siete especies algales de la costa este de Sicilia, comprobaron la relevante actividad de *Nereia filiformis* (J. Agardh) Zanard, la cual inhibió el crecimiento de las cuatro cepas bacterianas usadas.

En su investigación sobre las algas de la costa este de Sicilia, Caccamese y Azzolina (1979), reportaron 25 especies algales, de las 63 probadas, que inhibieron en algún grado el crecimiento bacteriano.

Naqvi *et al.*, (1980) probaron la actividad biológica (antibacteriana, antifúngica, antiviral, anestésica y diurética) de extractos de 25 algas de la costa de la India; trece extractos inhibieron en alguna proporción el crecimiento bacteriano.

Caccamese *et al.*, (1980 y 1981), continuaron con sus estudios de la actividad antimicrobiana y antiviral de extractos de algas del mediterráneo (costa este de Sicilia), entre las 30 especies analizadas, encontraron actividad en 16 de ellas.

Rao y Parekh (1981) obtuvieron extractos crudos de 42 especies algales de la costa de la India y probaron su actividad contra siete cepas bacterianas. Del total de especies evaluadas, 19 mostraron actividad en contra de las bacterias Gram positivas. Entre las especies activas citaron a *Caulerpa sertularioides* (S.G. Gmelin) Howe, *Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Link, *Halimeda tuna* (Ellis & Solander) Lamouroux, *Dictyota dichotoma* (Hudson) Lamouroux, *Padina gymnospora* (Kützinger) Sonder, *Gelidiella acerosa* (Forsskål)



J. Feldmann & Hamel, *Corallina officinalis* Linnaeus, *Hypnea musciformis* (Wulfen in Jacquin) Lamouroux y *Laurencia papillosa*. (C. Agardh) Greville. *Hypnea musciformis* también presentó actividad contra *Salmonella typhosa* (Gram negativa).

En el año de 1984, Padma *et al.*, estudiaron siete especies algales colectadas en la costa de Vishakapatnam, India, para conocer sus efectos antibacterianos, así como su habilidad para inactivar *in vitro* la enzima penicilinas. *Staphylococcus aureus* resultó la bacteria más sensible a la actividad de los extractos.

Pesando y Caram (1984) probaron extractos etanólicos de algas marinas recolectadas en la costa francesa del Mediterráneo contra bacterias Gram positivas, Gram negativas y hongos patógenos. De 31 especies algales, 11 fueron biológicamente activas, tres manifestaron actividad antibacteriana, tres actividad antifúngica y cinco presentaron ambas actividades.

En 1984, Jing-wen y Wei-ci estudiaron la actividad antimicrobiana de 60 especies de algas marinas de la costa de Qingdao, China; de las cuales diez presentaron actividad antibacteriana.

Reichelt y Borowizka reportaron en 1984 los resultados de un programa a gran escala de detección de actividad antibiótica de 159 algas marinas australianas. Dicho programa se llevó a cabo por el Instituto de Investigación Roche de Farmacología Marina (RRIMP). En la mayoría de las algas estudiadas (74.2 %) se observó actividad sobre una o más de las bacterias usadas.

En Blanes, España, Ballesteros *et al.*, (1992), hicieron un estudio de 71 especies de plantas acuáticas del Mediterráneo central con el fin de detectar su producción de compuestos con actividad biológica (antibacteriana, antifúngica, antiviral, citotóxica y antimitótica). Encontraron actividad antifúngica en el 70 % de las plantas, pero la incidencia de actividad antibacteriana fue extraordinariamente baja (6 %). Las especies que la presentaron fueron: *Caulerpa prolifera* (Forsskål) Lamouroux, *Flabellia petiolata* (Turra) Nizamuddin, *Palmophyllum crassum* (Naccari) Robenhorst, *Cystoseira compressa* (Esper) Gerloff & Nizamuddin y *Falkenbergia rufolanosa* (Harv.) F. Schmitz.

Un aspecto importante que se ha detectado en el estudio de las propiedades antibióticas de los extractos algales es el hecho de que no siempre se presentan éstas propiedades; la actividad depende del sitio de recolecta o de la estación del año en que se obtiene el material algal. El primer trabajo donde se revisa este fenómeno fue el de Hornsey y Hide (1976), los cuales estudiaron las algas marinas inglesas y encontraron 54 especies con efectos antibióticos. En la mayoría de los casos, la intensidad de estos efectos estaba relacionada con la estación del año en que las algas eran colectadas.

Posteriormente, Vidyavathi y Srihar (1991) trabajaron con algas de la costa Mangalore de la India, y encontraron variaciones estacionales y geográficas en cuanto a sus niveles de actividad antibacteriana. En las dos localidades de muestreo, los extractos de *Chaetomorpha antennina* (Bory) Kützinger, *Gracilaria corticata* J. Agardh, *Grateloupia filicina* (Lamouroux) C. Agardh y *Centroceras clavulatum* (C. Agardh in Kunth) Montange in

Durieu de Maisonneuve, colectadas en verano, fueron activos contra *Staphylococcus aureus*.

Han sido escasos los trabajos que resaltan las variaciones estacionales o geográficas en la aparición e intensidad de las propiedades antibióticas, más esto no les resta importancia.

También se ha investigado que tipo de solventes son los más adecuados para extraer las sustancias con poder antibiótico. Las investigaciones que específicamente resaltan esta particularidad son las de: Caccamese *et al.*, (1985) que al estudiar nuevamente la actividad antimicrobiana de algas rojas y cafés del sur de la costa italiana, analizaron los extractos lipídicos de 24 especies ante cuatro microorganismos. Algunos extractos inhibieron el crecimiento bacteriano y ninguno fue activo en contra de hongos y levaduras.

Entre los estudios más recientes en este campo pueden citarse los de Rosell y Srivastava (1987), los cuales reportan a los ácidos grasos algales como sustancias antimicrobianas. Los extractos de las feofitas colectadas en la costa de la isla de Vancouver, se hicieron con diversos solventes orgánicos de los cuales el más efectivo fue la acetona.

En 1988, Rao *et al.*, separaron por medio de sistemas de solventes acetona:metanol, dos fracciones de diferentes sustancias extraídas de 12 especies de *Sargassum* colectadas en la India. Ambas fracciones se probaron en contra de nueve cepas bacterianas, mostrando actividad contra las cepas Gram positivas y Gram negativas.

Sastry y Rao (1994) realizaron extracciones sucesivas con benceno, cloroformo y metanol en cinco especies algales, para obtener sustancias con actividad antibacteriana y llegaron a la conclusión que los extractos clorofórmicos presentaban la mayor actividad antibacteriana. Las algas estudiadas fueron: *Halimeda tuna*, *Padina tetrastromatica* Hauck, *Sargassum wightii* Greville, *Acanthophora delilei* Lamouroux y *Gracilaria corticata*.

Los esfuerzos por aislar los principios químicos responsables de la actividad antibiótica están representados por los trabajos de: Mautner (1953) que aisló un compuesto fenólico brominado de *Rhodomela larix* (Turn.) C. Agardh que inhibió el crecimiento *in vitro* de varias especies de bacterias patógenas Gram positivas y Gram negativas.

Más tarde, Fenical (1975) en su trabajo de revisión “Halogenación en las Rhodophyta” señala a la actividad antibiótica como una de las funciones de los halógenos cloro, bromo y yodo presentes en estructuras tan simples como las halocetonas alifáticas y los fenoles bromados hasta los más complejos mono, sesqui y diterpenos como los responsables de la actividad antibacteriana de las algas, desarrollados como un mecanismo que les da ventajas en el ambiente para evitar bacteriosis.

El último aspecto revisado por los investigadores del fenómeno “antibiosis” en las macroalgas marinas es la distribución de esta propiedad en los diferentes taxa del grupo. Por ejemplo: de los extractos de rodofitas hechos por Chester y Scott en 1956, varios probaron tener efectos inhibidores del crecimiento bacteriano. Estudios similares fueron realizados por Vacca y Walsh (1954), Ross (1957), Bryan (1957), Kamimoto (1955), Satto y Sameshima

(1958) y Nigrelli (1958) destacándose este grupo como un importante productor de sustancias con estas características.

Caccamese y Azzolina (1979) reportaron que la bioactividad presente en las especies algales no estaba uniformemente distribuida entre los diferentes órdenes, habiendo mayor número de especies activas de los ordenes Dictyotales, Fucales (Phaeophyta) y Ceramiales (Rhodophyta).

En 1980, Biard *et al.*, investigaron la actividad antimicrobiana de 91 especies de algas marinas recolectadas en la costa francesa del Atlántico, de ellas, 59 fueron activas, encontrándose la mayor proporción de especies activas en las familias Cystoseiraceae (Phaeophyta), Bonnemaisoniaceae y Rhodomelaceae (Rhodophyta).

Jing-wen y Wei-ci (1984) reportaron que las especies antibióticamente activas se concentraron en los ordenes Fucales (Phaeophyta) y Ceramiales (Rhodophyta).

En el trabajo realizado por Caccamese *et al.*, (1985) se reportó que en las familias Cystoseiraceae, Dictyotaceae y Rhodomelaceae, se observó la mayor incidencia de especies activas.

El primer trabajo donde se hace una revisión a nivel mundial sobre antibiosis fue el de Hoppe (1979), que analiza los diferentes artículos científicos sobre sustancias de origen algal con efectos antibióticos. Cabe señalar que el autor resalta el uso que se le ha dado a las

macroalgas en la medicina tradicional y folklórica además de mencionar los trabajos de investigación que se realizaron hasta antes de la publicación de su revisión.

Otro trabajo de revisión que se ha hecho de este aspecto es el de Pesando (1990) el cual analiza las propiedades antifúngicas y las propiedades antibacterianas de las algas marinas a partir de los datos mas importantes o significativos reportados por diversos autores; hace referencia de los primeros trabajos realizados con microalgas y, sobre macroalgas, destaca todos los trabajos realizados desde el trabajo de Pratt *et al.*, 1951 hasta los trabajos de 1986. El autor asevera que: los efectos inhibitorios no están restringidos a algún grupo particular de algas ni a alguna localidad en especial; que se presentan sustancias antimicrobianas en cinco grupos de algas: Rhodophyta, Phaeophyta, Chlorophyta Cyanophyta y en algunos dinoflagelados. Que la presencia de estas sustancias puede depender del ciclo de vida y debe tomarse en consideración este aspecto y concluye que aún se requiere investigación en este campo, ya que las macroalgas marinas pueden equipararse con las bacterias y hongos en la producción de sustancias con poder antimicrobiano.

### **Antecedentes para el continente americano**

Los trabajos realizados en el continente americano donde se destaca la presencia de actividad antibiótica en macroalgas marinas se iniciaron a principios de la década de los 60, por Burkholder *et al.*, que en 1960 estudiaron 150 algas marinas de Puerto Rico. Dichos autores comprobaron que 66 especies tenían actividad antibiótica, entre las cuales citaron a: *Chondria littoralis* Harvey, *Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux, *Falkenbergia*

*hillebrandii* (Boraet) Falkenberg, *Acanthophora spicifera* (Vahl) Børgsen, *Caulerpa sertularoides*, *C. taxifolia* (Vahl) C. Agardh, *Cymopolia barbata* (Linnaeus) Lamouroux, *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux y *Penicillus capitatus* Lamark.

Allen y Dawson (1960), trabajaron con algas marinas tropicales colectadas en abril de 1959, en la costa oeste de América Central y México, y probaron la actividad antibiótica de talos de 14 especies así como de los extractos acuosos de los mismos. Citaron entre otras a *Enteromorpha compressa* (Linnaeus) Greville, *E. kyllinii* Bliding, *E. prolifera* (O.F. Müller) J. Agardh, *Chnoospora minima* (Hering) Papenffus, *Dictyota divaricata* Lamouroux, *Padina crispata* Thivy in W. Taylor, *Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey in Hooker, con efectos antibióticos contra bacterias Gram positivas.

En Venezuela, Nuñez y Serpa (1975) evaluaron los extractos de 25 especies de algas colectadas en el litoral central, en contra de bacterias Gram+ y Gram- y encontraron ocho especies activas, entre las que citan a: *Caulerpa sertularoides*, *Cymopolia barbata* (Linnaeus) Greville, *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux y *Dictyota bartayresii* Lamouroux.

Henríquez *et al.*, (1979) probaron la actividad antibiótica de extractos en éter dietílico de 33 especies de algas bentónicas chilenas. De éste conjunto, 17 especies manifestaron actividad.

Espeche *et al.*, 1984 estudiaron la actividad antibiótica de ocho especies algales colectadas en Chubut y Santa Cruz, en el sudeste argentino y reportaron actividad significativa en *Macrocystis pirifera* (Linnaeus) J. Agardh.

También se ha reportado variaciones en la actividad antibacteriana debida a la estación del año en que se recolecta el material. En el trabajo de Almodovar (1964), se comprueban las fluctuaciones estacionales en la actividad antibiótica de ciertas algas.

El trabajo mas reciente sobre este aspecto es el de Robles *et al.*, 1996, los cuales demuestran variaciones mensuales de la actividad antibacteriana de extractos lipídicos de *Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey in Hooker, *S. hypnoides* (Bory in Belanger) Papenfuss, y *Wrangelia bicuspadata* Børgesen, colectadas en la costa de Puerto Rico. Estas variaciones estaban relacionadas con el habitat y la fase del ciclo de vida de la alga.

Sobre el tipo de solvente idóneo para la extracción de sustancias antimicrobianas se cuenta con el trabajo de Ballantine *et al.*, (1987) que recolectaron 102 especies algales de las costas de Puerto Rico durante un periodo de dos años, de las que hicieron extractos con cloroformo/metanol (2:1), para ser probados como inhibidores del crecimiento bacteriano. Sesenta y cinco especies mostraron algún grado de actividad, y en la mayoría la actividad fue sobre un solo organismo, generalmente Gram negativo.

Campos-Takaki *et al.*, (1988) probaron los extractos etanólicos de ocho especies de algas macroscópicas provenientes de la costa noreste de Brasil, como inhibidores del crecimiento microbiano. Dichos autores encontraron algún grado de actividad en siete de ellos, siendo los más activos los de *Caulerpa sertularioides*, *C. racemosa* (Forsskål) J. Agardh, *Padina gymnosperma* y *Sargassum vulgare* C. Agardh.



Como parte de un estudio llevado a cabo en 1984 por el Centro de Biotecnología Marina de Florida, E.U.A., acerca de la potencialidad de uso de las algas., Hodgson probó la actividad de extractos metanólicos, clorofórmicos y acuosos de 11 especies algales del sur de Florida. De éstas, 5 presentaron actividad inhibitoria del crecimiento bacteriano, entre ellas *Caulerpa prolifera* (Forssk.) J. Agardh, y *Spatoglossum schroederi* (C. Agardh) Kützing, siendo el metanol el solvente más efectivo en la extracción de sustancias antimicrobianas.

Destaca dentro de los compuestos químicos aislados y caracterizados de algas el complejo de sarganina-chonalgina aislado de *Cymopolia barbata* (Linnaeus) Lamouroux, *Sargassum natans* (Linnaeus) Gaillon y *Chondria littoralis* colectadas en Puerto Rico. Este complejo, aislado y caracterizado por Martínez-Nadal *et al.*, en 1964, ya había sido estudiado por el mismo autor en 1961 y 1963 en *S. natans* y en 1964 fue encontrado también en *Ch. littoralis* demostrando sus propiedades antibióticas.

Olesen *et al.*, investigaron, en 1964 la naturaleza de algunas sustancias con efectos antibióticos aisladas de algunas algas de la costa sur de Puerto Rico cuyos efectos habían sido reportados con anterioridad por Burkholder en 1960. Los autores utilizaron cromatografía en placa fina y electroforésis para concluir que la inhibición del crecimiento que producen los extractos de *Laurencia obtusa* es debida a la presencia de grupos indoles, cetoácidos y cationes orgánicos fosfatados. En el caso de *Falkenbergia hillebrandii*, los grupos responsables de la acción antimicrobiana fueron: indoles, grupos amino unidos a carbonos alifáticos y grupos ácido.

## II.2 Actividad tóxica

Las macroalgas marinas han desarrollado varios mecanismos de defensa en contra de la herbivoría (Paine y Vadas, 1969; Vadas 1979). Uno de ellos es químico, por medio de la producción de metabolitos secundarios que causan mal sabor o que puedan ser tóxicos a los depredadores.

Entre los estudios relacionados con la toxicidad de algas marinas, pueden citarse los de Doty y Aguilar-Santos (1966 y 1970) y Aguilar-Santos y Doty (1968), los cuales reportaron la actividad biológica del compuesto caulerpícin, que resultó ser tóxico a ratones.

Fenical y Norris (1975) realizaron otros estudios de toxicidad con extractos de *Laurencia caribica* Silva y *Laurencia obtusa* en peces arrecifales. Dichos autores interpretaron esta toxicidad como un mecanismo de defensa contra la herbivoría e indicaron que algunas especies del género *Laurencia*, contienen importantes metabolitos secundarios.

Fusetani *et al.*, (1976) determinaron que la mezcla de los ácidos grasos palmítico, palmitoléico, oléico y linoléico es la responsable de la ictiotoxicidad de *Chaetomorpha minima* Collins & Hervey (Chlorophyta).

A pesar de su delicada estructura, *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan (Rhodophyta) no parece ser utilizada como fuente de alimento en la naturaleza, debido a que las especies de este género producen una toxina de naturaleza bromada (McConnell y Fenical, 1976).

De esta especie, también se han aislado acetonas halogenadas, sustancias con composición similar a las producidas sintéticamente para ser usadas como gases lacrimógenos.

Posteriormente se ha observado que el género *Asparagopsis* no es ingerido por el pez *Acanthurus triostegus* ni se ha observado que sea ramoneada o comida por erizos. Se cree que esto sea debido a los metabolitos tóxicos que contiene (Norris y Fenical, 1982). Es interesante hacer notar que este género, siendo tóxico y/o poco apetecible a la mayoría de los depredadores herbívoros marinos es, no obstante, consumido por el hombre, constituyendo un platillo muy apreciado por los hawaianos.

Sun y Fenical (1979), demostraron los efectos letales y subletales que podían provocar algunos extractos algales en peces de la especie *Eupomacentrus leucostictus*.

Targett y Mitsui (1979) observaron que los metabolitos secundarios de algunas algas marinas tenían actividad biológica en contra de microorganismos y peces arrecifales, y provocaban efectos hemolíticos.

Al ir apareciendo más información acerca de los metabolitos secundarios de las algas, los ecólogos empezaron a correlacionar la baja susceptibilidad a la herbivoría que presentaban muchas macroalgas con la presencia en ellas de metabolitos secundarios biológicamente activos (Ogden, 1976; Anderson y Velimirov, 1982; Steinberg, 1985; Hay, 1986). Estas correlaciones sugieren que: a) muchas especies algales ricas en metabolitos secundarios tóxicos son resistentes a la herbivoría, b) sorprendentemente, algunas de ellas si son

susceptibles a la acción de los herbívoros, c) que la mayoría de las especies calcificadas (defensa morfológica) también contienen metabolitos secundarios biológicamente activos.

Numerosos son los estudios que avalan lo anterior. Hashimoto en 1979, estudió la toxicidad de los metabolitos secundarios presentes en las algas. Gerwick y Fenical (1981) aislaron siete metabolitos de *Styopodium zonale* (Lamouroux) Papenfuss, colectada en Carrie Bow Cay, Belice, que mostraron ser tóxicos y/o con potentes efectos narcóticos en el pez arrecifal herbívoro *Eupomacentrus leucostictus*. Uno de estos metabolitos, stipoldione, resultó ser un potente inhibidor de la división celular de huevos fertilizados de erizo.

La intoxicación humana conocida en Japón como “mozuku” es causada por la feoficea *Sphaerotrichia divaricata* (C. Agardh) Kylin, de la cual han sido aisladas dos peroxidasas dietilicas tóxicas (Fusetani y Hashimoto, 1981).

Norris y Fenical (1982), realizaron estudios con *Halimeda* sp., *Udotea flabellum* (Ellis & Solander) Lamouroux y *Udotea conglutinata* (Ellis & Solander) Lamouroux. Dichos autores encontraron que las tres especies tenían actividad biológica, además de observar que el compuesto elatol, aislado de *Laurencia obtusa*, inhibió el desarrollo total de los huevos de erizo. Ellos postularon que estos compuestos naturales con actividad biológica, son poco usuales o únicos; generalmente son terpenoides halogenados o no, que se producen en las algas marinas por la intensa presión de la herbivoría y que su función es minimizar las pérdidas en la población inhibiendo o repeliendo la acción de los herbívoros. Por ello, la

toxicidad en las macroalgas marinas se ha interpretado como un mecanismo químico de defensa en respuesta a la presión ejercida por la herbivoría.

La variada gama de respuestas provocada por estos metabolitos es notable. Se ha observado que el terpenoide “cymopol” producido por *Cymopolia barbata* reduce la herbivoría de peces arrecifales pero estimula el consumo por erizos del género *Diadema*. Con anterioridad se había demostrado que este metabolito impedía que el alga fuera consumida por el erizo tropical *Lytechinus variegatus* (McConnell *et al.*, 1982).

Ha sido reportado que el alga calcárea *Jania* sp. de la isla Ishigaki, Japón, contiene la toxina PSP causante del envenenamiento paralizante por mariscos GTX1, GTX2 y GTX3. Esta alga roja es la fuente de toxinas PSP encontradas en cangrejos tóxicos y gasterópodos de la región (Kotaki *et al.*, 1983).

Por otra parte las especies de *Halimeda* contienen “halimedatrial” un diterpenoide que mostró actividad antibiótica, inhibe la división celular y es ictiotóxico (Paul y Fenical, 1984)

Muchas especies de los géneros *Caulerpa* y *Halimeda* son ictiotóxicas (Norris y Fenical 1982; Russell, 1984), lo cual fundamenta el hecho de que algunos géneros de las familias Udoteaceae y Caulerpáceae sean altamente resistentes al pastoreo por peces (Lewis, 1985).

Fusetani y Hashimoto (1984) aislaron de *Gracilaria* sp. las prostaglandinas E<sub>2</sub> y A<sub>2</sub> las cuales, además de producir diarreas severas en ratones, se cree que sean las causantes del

envenenamiento humano por “Ogonori” que se caracteriza por diarrea, náusea, vómito y dolor estomacal.

Targett *et al.*, (1986) observaron que especies de *Halimeda* y *Caulerpa* producen terpenos que les evitan ser comidas por peces, aún cuando en los experimentos de campo, se envuelvan partes de estas algas en el alimento preferido de los mismos. Dichos autores, observaron también, que el pez fitófago *Sparisoma radians* evitaba el contacto con el exudado lechoso producido por las puntas cortadas de *Halimeda incrassata* (Ellis) Lamouroux.

La “caulerpenina”, un sesquiterpenoide acetilénico, impide en condiciones de laboratorio la herbivoría, tanto por parte del pez *Sparisoma radians*, como por erizos y gasterópodos (Targett *et al.*, 1986). Sin embargo, Paul y Fenical, en el mismo año reportaron que este metabolito no tiene una actividad biológica significativa.

Estudios farmacológicos y bioensayos de actividad biológica sugieren que varios de estos compuestos actúan como toxinas. Sin embargo, éstos estudios no ponen en evidencia el mecanismo mediante el cual dichos compuestos ejercen su acción sobre los herbívoros. Por ejemplo el “pachydictiol-A” y el “stypotriol” mostraron ser compuestos muy efectivos evitando la depredación por peces y erizos. En pruebas de laboratorio el pachydictiol-A no mostró bioactividad, mientras que el “stypotriol” y su producto oxidado “stypoldione” constituyeron citotoxinas muy activas (Hay *et al.*, 1987b).

A pesar de haberse realizado diversos estudios farmacológicos de los metabolitos algales, sus efectos fisiológicos en los herbívoros que los consumen son poco conocidos. No obstante, algunas observaciones de laboratorio han permitido conocer el carácter variado de los mismos. En experimentos, con juveniles del gasterópodo *Strombus costatus* alimentados con dietas que contenían: “halimedatrial”, “udoteal” o “caulerpenina”, después de un período de dos semanas se observó la siguiente supervivencia: dieta control 100%, dieta con “udoteal” 55%, dieta con “caulerpenina” 33%, dieta con “halimedatrial” 0% (Paul y Fenical, 1986). De los efectos sobre el crecimiento, se ha observado que peces de la especie *Diplodus holbrooki* alimentados durante tres semanas con dietas que contenían 1% de pachydictiol-A, tuvieron sólo la mitad del crecimiento manifestado por aquellos peces bajo la dieta control (Hay *et al.*, 1987a).

Existen pocos estudios de campo que estimen la capacidad de los metabolitos secundarios tóxicos producidos por las algas para impedir la herbivoría (Hay *et al.*, 1987b; Paul, 1987; Paul y Van Alstyne, 1988). Hay *et al.*, (1987b) en un estudio de campo contrastaron cinco compuestos diferentes: “stipotriol” producido por *Stypopodium zonale*; “pachydictiol-A” producido por varios géneros de feofitas (*Dictyota*, *Dilophus*, *Pachydictyon* y *Glossophora*), “elatol” producido por *Laurencia obtusa* e “isolaurentiol” producido por varias especies de *Laurencia*, comprobando que no eran consumidos por peces y erizos.

Los trabajos más recientes sobre el particular, comprenden el estudio sobre la genotoxicidad de los extractos de *Macrocystis pyrifera* realizado en 1987 por Larripa *et al.*, la extracción de “halimedatetraacetato” a partir del género *Halimeda* por Paul y Van Alstyne (1988),

que aunque en menor proporción que otros compuestos, impide también el ramoneo por herbívoros y finalmente el trabajo de Numata *et al.*, (1992) sobre la citotoxicidad de *Sargassum tortile* C. Agardh.

El estudio de la relación estructura-función de los compuestos con propiedades tóxicas ha permitido concluir que aún compuestos estructuralmente similares, difieren en sus efectos sobre los herbívoros que los seleccionan. Así, compuestos que alejan a un herbívoro determinado, pueden tener efectos diferentes en otros. Muchos metabolitos secundarios de naturaleza algal, parecen ser potentes toxinas cuya acción no ha podido ser precisada en los organismos que los ingieren. Estos metabolitos no ocasionan efectos en el alga que los produce, debido a que se encuentran dentro de vesículas o en vacuolas cercanas a la superficie de la planta. La cantidad y la actividad de estos metabolitos no es siempre la misma. Pueden existir variaciones dentro de la misma planta que los produce, en organismos de edades diferentes, entre individuos, y poblaciones distintas y entre localidades o áreas geográficas distantes o incluso cercanas.

### II.3 Actividad aglutinante

El fenómeno de la aglutinación de eritrocitos humanos por la acción de extractos de semillas de las leguminosas *Ricinus communis* y *Abrus precatorius*, las cuales contienen proteínas denominadas ricina y abrina respectivamente, fue reportado por primera vez en 1888 (Lis y Sharon, 1981).



En 1908, Landsteiner y Raubitsechk demostraron que la intensidad del proceso de aglutinación provocado por aglutininas provenientes de diferentes semillas, variaba de acuerdo a las células rojas utilizadas (Lis y Sharon, 1981).

Summer y Howell en 1936 (citado por Sharon y Lis, 1972), aislaron la primera lectina, a partir de la leguminosa *Canavalia ensiformis*, a la que denominaron Concanavalina A. Descubrieron que la misma precipitaba el glucógeno presente en una solución de almidón, así como que su actividad hemaglutinante se inhibía al agregar azúcar de caña. Este hecho sugirió que la actividad de la concanavalina A, podría ser una consecuencia de la reacción entre la proteína con los carbohidratos presentes en la superficie de los eritrocitos.

Boyd y Reguera (1945), describieron la especificidad de la aglutinina del haba de Lima (*Phaseolus limensis*) para los eritrocitos del tipo A positivos. Más tarde, Renkonen (1948) descubrió que el extracto de la semilla de *Lotus tetragonolobus* provocaba la aglutinación específica de las células sanguíneas del tipo O positivo.

A partir de entonces, la investigación sobre la detección y aislamiento de las sustancias responsables de aglutinar a los eritrocitos, se centró en probar diferentes extractos de plantas vasculares, principalmente de leguminosas.

Uno de los descubrimientos más importantes sobre el uso de las lectinas, el cual abrió un nuevo campo de la investigación biológica, fue el evidenciar que la lectina de *Phaseolus vulgaris* (PHA) o fitohemaglutinina, estimulaba la transformación de linfocitos, de pequeñas

células en reposo, a grandes células mitóticas. Este hecho facilitaba el examen visual tanto de los cromosomas humanos como de otros animales, promoviendo el desarrollo de la citogenética y la comprensión de las anomalías cromosómicas (Nowell, 1960, citado en Lis y Sharon, 1981).

La aglutinación diferencial de células malignas y de células sanas fue otro descubrimiento importante (Aub *et al.*, 1963; Burger y Goldberg, 1967; citados en Lis y Sharon, 1981). Esto permitió el uso de las lectinas para el estudio de los cambios sufridos por las células en crecimiento, diferenciación y transformación a células malignas.

En resumen, la identificación de aglutininas y su uso constituyen una herramienta potencial para el estudio de la superficie celular, particularmente, cuando se emplean aquellas lectinas con azúcares inhibidores conocidos. Las mismas pueden ser utilizadas en la diferenciación de razas de peces, de acuerdo con la respuesta diferencial de aglutinación de los tipos sanguíneos propios de cada subespecie o raza (Muñoz *et al.*, 1987c.). Poseen por tanto, una posible aplicación práctica como reactivos para el reconocimiento y caracterización de subpoblaciones de peces o como marcadores genéticos en acuicultura (Muñoz *et al.*, 1987b; Muñoz *et al.*, 1987c). También pueden ser utilizadas como auxiliares en la investigación de procesos fisiológicos, en anatomía y para estudiar la función celular (Hori *et al.*, 1987; Fábregas *et al.*, 1988a; Fábregas *et al.*, 1988c).

Las lectinas de las macroalgas marinas han recibido escasa atención. No obstante, se les encuentra en una gran cantidad de representantes de las tres Divisiones: Chlorophyta,

Phaeophyta y Rhodophyta y sus propiedades hemaglutinantes características son semejantes a las de las aglutininas reportadas para angiospermas (Hori *et al.*, 1988)

En 1966, Boyd *et al.*, determinaron el efecto por vez primera, de los extractos de 23 macroalgas y una cianofita de Puerto Rico contra eritrocitos humanos, encontrando respuesta aglutinante en 9 especies. De ellas sólo se encontró especificidad en la aglutinación por el grupo sanguíneo A con el extracto del alga *Spyridia filamentosa*. Los extractos acuosos de *Dictyota bartaresiana*, *D. cervicornis* Kützting, *D. divaricata* Lamouroux, *Dictyopteris delicatula* Lamouroux, *Sargassum rigidulum* Kützting, *Padina vickersiae* (Kützting) Sonder (= *P. gymnospora* (Kützting) Sonder) y la cianofita *Lyngbya majuscula* (Dillwyn) Harvey, mostraron por el contrario, la extraña característica anti-(A+H).

A partir de entonces aumenta a nivel mundial la investigación sobre la presencia de lectinas algales en Inglaterra, Japón, España, Estados Unidos y recientemente en Brasil y México.

En Inglaterra Blunden *et al.*, (1975), analizaron los extractos de 105 algas marinas; en 19 de ellas se encontró actividad hemaglutinante inespecífica y solo el extracto de *Pilota plumosa* (Huds.) C. Agardh, presentó especificidad por los eritrocitos del tipo B. Lo anterior fue corroborado en 1980 por Rogers y Blunden, los cuales aislaron y caracterizaron parcialmente una proteína con dos subunidades, una con peso molecular de 65 y la otra con 170 Kd, como la responsable de la actividad aglutinante.

Un trabajo posterior de Rogers (1977) reveló que de 96 algas marinas, 36 especies aglutinaron eritrocitos humanos previamente tratados con papaína o en presencia de albúmina, lo que permitió desarrollar un método más sensible para detección de actividad aglutinante.

Por otra parte, Rogers *et al.*, (1980) investigaron 49 macroalgas marinas, siete líquenes supralitorales, dos especies de pastos marinos, cuatro cordados (ascideas) y diversos invertebrados, entre ellos tres esponjas, cinco celenterados, cuatro poliquetos, seis crustáceos, un sipuncúlido, tres equinodermos y dos holotúrias, y no obtuvieron ninguna respuesta específica hacia algún tipo de células rojas. En este trabajo dichos autores reportaron también la hemólisis provocada por los extractos de algunos animales.

La primera investigación donde se evaluó el efecto de una lectina algal contra eritrocitos de animales diferentes al hombre fué realizada por Shiomi *et al.*, (1980). En ella se aisló y se caracterizó parcilamente una proteína con 25 000 daltons de peso molecular a partir del extracto del alga *Serraticardia maxima* (Yendo) Silva, la cual resultó responsable de la actividad aglutinante. En este trabajo se reportó asimismo la aglutinación de todos los eritrocitos de los animales probados (caballo, vaca, oveja, conejo, cobayo, ratón y pollo).

En 1981, Shiomi *et al.*, (1981) purificaron la aglutinina de la rodoficea *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss la cual denominaron GVA-1. Esta proteína presentó actividad ante las células rojas de los animales anteriormente mencionados, además de los eritrocitos de carpa.

Hori *et al.*, (1981) demostraron la existencia de aglutininas en algunas algas japonesas. De 53 especies evaluadas, 14 fueron activas frente a eritrocitos de conejo y 10 ante alguno o varios de los tipos de sangre A, B, O y AB positivos, sin mostrar especificidad por ningún grupo.

Por su parte, Kamiya *et al.*, (1982) aislaron una glicoproteína del alga *Palmaria palmata* (L.) O. Kuntze, la cual aglutinó células rojas de conejo y caballo, así como eritrocitos humanos de los grupos A, B y O. Los eritrocitos fueron tratados previamente con enzimas proteolíticas (pronasa, tripsina y papaína). Dicha lectina aglutinó también selectivamente las células de leucemia de ratón (L5178Y).

Rogers y Toplis (1983) caracterizaron y purificaron una aglutinina proveniente de la rodoficea *Solieria chordalis* (C. Agardh) J. Agardh. La misma resultó ser ácido siálico, el cual requirió la presencia de albúmina para aglutinar a altas diluciones.

En España se han buscado aglutininas en algas rojas (Fábregas, *et al.*, 1984; Fábregas *et al.*, 1985), algas verdes (Muñoz *et al.*, 1985) y algas pardas (Fábregas *et al.*, 1986) que tengan actividad sobre eritrocitos humanos y de animales. Con excepción del extracto de *Giffordia granulosa* (Sm.) Hamel, que solo aglutinó las células del grupo O positivo, ningún extracto de las especies restantes manifestó especificidad por algún tipo de sangre.

Muñoz *et al.*, (1987a), trabajaron con eritrocitos de varias especies de animales, y encontraron que las aglutininas algales son más activas con este tipo de células.

La aglutinación producida por los extractos de *Fucus spiralis* Linnaeus, *Polyneura hiliae* (Grev.) Kylin y *Gelidium cartilagineum* Gaill, fue considerada como específica y comprobada por pruebas de inhibición de la aglutinación por azúcares (Fábregas *et al.*, 1988c).

Hasta la fecha, se ha encontrado especificidad de aglutinación por parte de extractos del alga *Ptilota plumosa*, hacia el grupo sanguíneo B positivo con el radical  $\alpha$ -D-galactosil (Rogers *et al.*, 1977) y especificidad de aglutinación del grupo A positivo por la lectina de *Codium fragile* que fue reportada por Rogers *et a.*, en 1986.

Dentro de los usos y aplicaciones de las lectinas algales que se han investigado, no solo está el importante uso como reactivos clínicos para diferenciar grupos sanguíneos (Shiomi y Hori, 1990).

Otra aplicación muy prometedora para las lectinas pudiera ser su utilización en la diferenciación de los antígenos del grupo sanguíneo B que han sido genéticamente determinados, de aquellos que han sido adquiridos como un resultado de la modificación de la superficie de los eritrocitos debido a la acción de enzimas bacterianas o debido a la adsorción pasiva de lipopolisacáridos bacterianos. Sólomente los eritrocitos genéticamente determinados con el antígeno B son aglutinados por la lectina de *Ptilota plumosa* (Linnaeus) Agardh, mientras que los anticuerpos inducidos, no pueden diferenciar entre estos dos tipos de antígenos y por tanto aglutinan a los eritrocitos indiscriminadamente (Rogers *et al.*, 1977; Rogers y Topliss, 1979).

Muy poco se conoce sobre el papel biológico de las lectinas en algas. El único estudio que hace referencia a su posible función postula que la lectina aislada de la superficie celular de células espermáticas de *Fucus serratus* interviene en el reconocimiento específico de los gametos (no hay fertilización cruzada con otras fucoides). El proceso comprende el reconocimiento de los ligandos fucosil- y manosil- en la superficie de los huevos por la lectina complementaria presente en la superficie de la célula espermática (Bolwell *et al.*, 1979; Bolwell *et al.*, 1980).

Las aglutininas aisladas de *Fucus vesiculosus* Linnaeus, (Criado y Ferreiros, 1983) y *Carpopeltis flabellata* (Holmes) Okamura, (Hori *et al.*, 1987), han sido usadas como agentes mitogénicos de linfocitos en ratones con excelentes resultados al comparalas con la fitohemaglutinina.

La tomentina, lectina aislada de *Codium tomentosum* (Huds.) Stackhouse, en España, se ha utilizado como reactivo de diagnóstico para demostrar el polimorfismo de las glucoproteínas presentes en el suero humano a través de isoelectroenfoque, mediante la precipitación de aquellas glucoproteínas con grandes cantidades de residuos de N-acetilglucosamina. Se piensa que puedan ser utilizadas con este propósito en moléculas similares (Fábregas *et al.*, 1988b.).

Dieciséis algas de las Divisiones Phaeophyta, Chlorophyta y Rhodophyta han sido examinadas como aglutinantes de los espermatozoides del pez *Dilodus sargus*. Doce de los

extractos probados aglutinaron los espermatozoides en diferentes grados. Los autores sugieren la posibilidad de uso de las lectinas como espermatocidas (Fábregas *et al.*, 1988b).

Hasta la fecha solamente se han aislado 14 lectinas en las siguientes especies de la División Rhodophyta: *Agardhiella tenera* (J. Agardh) Schmitz, (Shiomi *et al.*, 1979), *Carpopeltis flabellata*, (Hori *et al.*, 1987), *Cystoclonium purpureum* (Hudson) Batters, (Kamiya *et al.*, 1980), *Gracilaria tikvahiae* McLachlan, (Chiles y Bird, 1990), *Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss, (Shiomi *et al.*, 1981), *Griffithsia flocculosa* (Ellis) Batt. (Hori *et al.*, 1986c), *Hypnea japonica* Tanaka, (Hori *et al.*, 1986b), *Palmaria palmata* (Linnaeus) Kuntze, (Kamiya *et al.*, 1982), *Plumaria elegans* (Bonnem.) Schmitz, (Rogers *et al.*, 1990), *Ptilota plumosa* (Rogers *et al.*, 1977), *Ptilota serrata* Kützinger, (Rogers *et al.*, 1990, citado por Rogers y Fish, 1991), *Serraticardia maxima*, (Shiomi *et al.*, 1980), *Solieria chordalis* (Agardh) J. Agardh, (Rogers y Topliss, 1983), *Solieria robusta* (Greville) Kylin, (Hori *et al.*, 1988). En la División Chlorophyta se han aislado cuatro: *Boodlea coacta* (Dickie) Murray et De Toni, (Hori *et al.*, 1986a.), *Codium fragile* (Sur.) Hariot var. *atlanticum* (Cotton) Silva, (Rogers *et al.*, 1986), *Codium fragile* var. *tomentosoides* (Goor) Silva, (Rogers *et al.*, 1986), *Codium tomentosum* (Fábregas *et al.*, 1988a) y solamente una de la División Phaeophyta, *Fucus vesiculosus* Linnaeus, (Ferreiros y Criado, 1983).



## II.4 Actividad anticoagulante

El primer anticoagulante de origen natural fue descubierto en el hígado por McLean en 1916 (citado por Howell, 1922) y Howell en 1922 lo nombró heparina. La heparina es un polisacárido en el cual los grupos O-sulfato y N-sulfato se encuentran adicionados al esqueleto de carbohidratos. La heparina ha sido utilizada ampliamente en medicina y en el diagnóstico clínico como referencia para determinar las actividades anticoagulantes y antilipémicas de polisacáridos de origen diverso.

Los primeros estudios sobre la actividad anticoagulante de las algas marinas se realizaron utilizando polisacáridos como los alginatos y las carrageninas (Elsner *et al.*, 1937).

Los polisacáridos algales difieren de la heparina porque no contienen grupos N-sulfato. Algunos de ellos, sin embargo, pueden contener grupos O-sulfato y algunos no los tienen en absoluto. Su peso molecular es generalmente mayor que el de la heparina. Se han hecho esfuerzos para introducir residuos O-sulfato dentro de otros polisacáridos algales.

Uno de los grupos de carbohidratos algales de importancia es la laminarina, polisacárido presente en las algas de la División Phaeophyta que naturalmente no poseen grupos sulfato el cual es un polímero de los ácidos D-manurónico y L-glucurónico con uniones de 1,3- $\beta$ -glucano y presencia de ácido alginico.

Se han realizado estudios que involucran laminarina, la cual se sulfató químicamente. Kimura en 1941 demostró el efecto anticoagulante de *Laminaria* (Konbu) y su principio activo fue encontrado en las frondas. Los sulfatos de laminarina que contenían 0.6 a 2.2 grupos sulfato por unidad de glucosa fueron examinados y se encontró que el producto que contenía 2 grupos sulfato por unidad de glucosa produjo una actividad anticoagulante máxima de aproximadamente 40 unidades de heparina por mg (Dewar, 1956).

Los sulfatos de laminarina de los tipos K, L, M y N (que contenían 16.8, 14.5, 8.84 y 5.9 % de grupos sulfato respectivamente) fueron examinados por Adams y Thorpe (1957), encontrando que la actividad anticoagulante de los derivados mencionados fue de 35.0, 9.4, 1.4 y menos de 1.3 unidades de heparina por miligramo en pruebas con conejos. Solo el sulfato de laminarina K mostró toxicidad crónica.

Hawkins y Leonard (1958) reportaron que el sulfato de laminarina posee actividad anticoagulante con un tercio de la potencia de la heparina cuando es inyectada a perros.

Burt (1958) encontró que la potencia anticoagulante *in vitro* del sulfato de laminarina fue de un tercio de la que presentó la heparina. Sin embargo en las pruebas *in vivo* con conejos el efecto del sulfato de laminarina fue más prolongado que el de la heparina.

Más tarde, Adams *et al.*, (1962) prepararon sulfato de laminarina en una forma degradada, el cual mostró un efecto anticoagulante reducido. La cantidad de grupos sulfato de la

laminarina afectó su actividad anticoagulante, lo cual concordó con los resultados de Gollin *et al.*, (1962).

Los derivados del sulfato de laminarina también han sido preparados y probados con el mismo propósito. O'Neill (1955) preparó sulfatos de laminarina y sus derivados de ácido sulfámico, comparando la actividad de los sulfatos de laminarina que contenía sólo grupos O-sulfato con la de aquellos que poseían los grupos O- y N-sulfato; aquella laminarina que contenía gran cantidad de grupos sulfato por unidad de glucosa presentó una actividad anticoagulante del 25-30 % de la heparina, mientras que los derivados del ácido sulfámico que contenían 7.28 % de nitrógeno y la mitad de los grupos sulfato, mostraron actividad de heparina de 35-40 %.

Hawkins y O'Neill (1955) probaron los mismos derivados de laminarina que contenían 1.7 a 1.6 grupos sulfato por unidad de glucosa, de los cuales aproximadamente 1 a 0.5 estuvieron respectivamente en el grupo ácido sulfámico. Estos derivados fueron más activos que los simples ésteres sulfato o aquellos que contenían alto contenido de sulfato y grupos ácido sulfámico.

El ácido alginico es un polímero que consiste en cadenas moleculares construidas por bloques de ácidos D-manurónico, bloques de ácido L-glucurónico y bloques de unidades alternas de los dos ácidos (Percival, 1978). Los derivados sulfatados del ácido alginico poseen una menor actividad anticoagulante y mayor toxicidad que la heparina. La actividad de los derivados conteniendo 9.6 % de sulfato fue insignificante (Constantinides *et al.*, 1954).

Es por su alta toxicidad que se ha abandonado estos polisacáridos algales como fuente potencial de sustancias con poder anticoagulante.

El agar es un polisacárido altamente sulfatado compuesto de unidades de agarosa, agarpectina y sulfato de galactano presente en diversas familias de algas rojas, y contiene 3.5-9.7 % de grupos sulfato.

Chargaff *et al.*, (1936) reportaron que la actividad anticoagulante del agar era incierta. Estudios posteriores con el agar mostraron una baja actividad anticoagulante, correspondiendo a 1/100 de la actividad de heparina (Elsner *et al.*, 1937; Elsner, 1938). Debido a estos resultados se ha investigado preferentemente otros tipos de polisacáridos algales.

Los carragenanos también son polisacáridos sulfatados (sulfatos de galactano) de las algas de la División Rhodophyta que se clasifican en varios tipos como:  $\alpha$ ,  $\kappa$ ,  $\iota$ ,  $\epsilon$  y  $\mu$ . Todos contienen del 22 al 35 % de grupos sulfato.

La actividad anticoagulante de los carragenanos fue estudiada por vez primera por Elsner *et al.*, (1937) y Elsner (1938). En el trabajo realizado en 1938 se reportó que los carragenanos fueron útiles al retardar la coagulación de la sangre.

Houck *et al.*, (1957) examinaron la actividad anticoagulante de los carragenanos y de los extractos acuosos de las algas rojas *Gigartina acicularis* (Roth)

Lamouroux (= *Chondracantus acicularis* (Roth) Fredericq), *G. pistillata* (S. G. Gmelin) Stackh y *G. radula* (Esper) J. Ag. que contenían carragenanos. De estas algas probadas, solamente *G. acicularis* evidenció una potente actividad anticoagulante.

Hawkins y Leonard (1962 y 1963) mostraron que la actividad anticoagulante de los carragenanos era similar a la actividad antitrombica que presenta la heparina. Anderson y Duncan (1965) obtuvieron resultados similares con los carragenanos de *Chondrus crispus* Stackhouse, en las pruebas de tiempo de coagulación.

Schimpf *et al.*, (1969) estudió el efecto de los carragenanos sobre el mecanismo de coagulación de la sangre. Contrariamente con los primeros resultados, ellos reportaron que el carragenano posee actividad anticoagulante, ya que éste inhibió la agregación o polimerización de la fibrina. En presencia de los carragenanos, el tiempo de coagulación se alargó en las pruebas en las que la fase de polimerización de la fibrina estuvo involucrada, simulando un decremento en el factor de coagulación. El componente inhibitorio de la coagulación en el carragenano pudo ser bloqueado por la protrombina.

Shwartz y Kellermeyer (1969) encontraron que los carragenanos activaron el factor XII en el plasma humano promoviendo así la coagulación de la sangre. Kidness *et al.*, (1979a) reportaron en un estudio *ex vivo* que los carragenanos tuvieron actividad anticoagulante e inhibieron la agregación plaquetaria. Dentro de los carragenanos, el tipo  $\lambda$ , suministrado en bajas concentraciones fue el anticoagulante mas potente.

Vargaftig (1977) encontró que la menor concentración de carragenanos que indujo un 25 % de agregación de plasma rico en plaquetas en 5 min o menos, fue  $100 \mu\text{g mL}^{-1}$  o menor.

En otro estudio Kidness *et al.*, (1979b) mostraron que los carragenanos prolongaban el tiempo de coagulación de la prueba de tromboplastina parcial e inhibieron la actividad amidolítica de la trombina. Más tarde, Kidness *et al.*, (1980) reportaron que el pretratamiento de las plaquetas con antitrombina III previene la subsecuente agregación iniciada por los carragenanos.

Varios tipos de carragenanos fueron probados por medio de un ensayo *in vitro*, lo cual mostró que el  $\lambda$ -carragenano, el carragenano sin fraccionar y el  $\kappa$ -carragenano, presentaron 1/13, 1/24 y 1/34 de la potencia antitrómbica de la heparina (0.1-0.5  $\mu\text{g}$ ) respectivamente. La base principal de la actividad anticoagulante de los carragenanos parece ser una propiedad antitrómbica (Hawkins y Leonard, 1962 y 1963). Los  $\lambda$ -carragenanos mostraron una mayor actividad antitrómbica que los  $\kappa$ -carragenanos, probablemente debido al alto contenido de sulfato, mientras que la actividad del material no fraccionado permaneció entre los dos (Hawkins y Leonard, 1962 y 1963).

Los  $\lambda$ -carragenanos y  $\kappa$ -carragenanos de *Chondrus crispus* Stackh., el carragenano de *Polyides rotundus* (Huds.) Grev. y el carragenano degradado de *Eucheuma spinosum* (Linnaeus) J. Agardh, mostraron actividad anticoagulante en conejos. Esta actividad parece estar causada por una reacción general con las proteínas del plasma. El  $\lambda$ -carragenano prolongó consistentemente el tiempo de coagulación y fue más tóxico que el  $\kappa$ -carragenano.

La diferencia en los contenidos de sulfato de los dos carragenanos no correspondió directamente a diferencias en la acción anticoagulante y la toxicidad (Anderson y Duncan, 1965).

La toxicidad de los carragenanos depende del peso molecular (Anderson, 1967). Similares resultados fueron obtenidos con el  $\lambda$ -carragenano de *Phyllophora brodaei* J. Agarth, que dio la mayor actividad anticoagulante (Efimov *et al.*, 1983). Dichos autores encontraron además actividad anticoagulante en el carragenano de *Grateloupia turuturu* Yamada.

En un experimento con varios carragenanos, el de *Grateloupia dichotoma* J. Agardh (Güven *et al.*, 1984), el  $\lambda$ -carragenano (Sigma), el  $\iota$ -carragenano (Sigma) y el carragenano del tipo LC (Copenhagen Pectin Factory) fueron colocados en orden decreciente. La discusión sobre el mecanismo anticoagulante de los carragenanos no ha sido concluida como lo remarca Di Rosa (1972).

Abdel-Fattah *et al.*, (1974) extrajeron sargasano de *Sargassum linifolium* (Turner) C. Agardh y mostraron que contenían ácido D-glucurónico, D-manosa, D-galactosa, D-xilosa, L-fucosa y una parte protéica. El contenido de sulfato de estas fracciones varió de 16 a 21 %. Fueron probados sobre periodos normales y se encontró que el sargasano posee actividad anticoagulante, en el plasma humano, más potente que la heparina.

La fucoidina es un polisacárido sulfatado de las algas de la División Phaeophyta que contiene monosulfato de L-fucosa y cantidades variables de D-xilosa y ácido glucurónico (Percival, 1978).

Springer *et al.*, (1957) fraccionaron la fucoidina con etanol en varias concentraciones y obtuvieron 7 fracciones, las cuales mostraron del 40 al 70 % de la actividad de heparina. Las fracciones purificadas de la fucoidina también mostraron la actividad anticoagulante *in vitro* e *in vivo*.

Adams y Thorpe (1957) encontraron que las fracciones F13 y A de la fucoidina manifestaron actividad de 8.9 a 9 unidades de heparina por mg, respectivamente.

Bernardi y Springer (1962) demostraron que las fracciones altamente purificadas de la fucoidina tuvieron de un 60 a un 80 % de la actividad de la heparina en las pruebas de tiempo de recalcificación y del 15 al 18 % de la actividad de la heparina en sangre humana total.

Los fucoidanos purificados del alga *Eisenia bicyclis* (Kjellm.) Setchell, también han mostrado actividad anticoagulante (Usui *et al.*, 1980).

Nishino y Nagumo en 1987, prepararon polisacáridos sulfatados de nueve especies de macroalgas. Solamente las fracciones obtenidas de *Ecklonia kurome* Okamura, mostraron actividad con respecto al TT (35 U.I./mg) y TTPa (38 U.I./mg) con plasma humano. Al



probar con plasma de oveja encontraron mayor actividad aún (TT = 120 y TTPa = 95 U.I./mg).

Algunas fracciones de polisacáridos sulfatados preparados al remover el laminarán y la mayor parte del ácido alginico de *Ecklonia kurome* (B-I, B-II, C-I y C-II) fueron evaluadas, por Nishino *et al.*, (1989), en ensayos de coagulación de TTPa. Dichos autores encontraron un 24, 19, 81 y 85% de la actividad de la heparina, respectivamente. Todas las fracciones mostraron leve actividad antitrombina.

Nishino y Nagumo (1991) comprueban que se afecta la actividad anticoagulante, reduciéndose a la mitad, debido a la modificación de la composición del fucano sulfatado del alga *Ecklonia kurome* durante la refrigeración de la frondas a -20 °C, por periodos hasta de tres años, en comparación con la del material algal recién recolectado.

Nishino *et al.*, (1991a) investigaron el mecanismo antitrombínico del polisacárido sulfatado (C-II) que fue aislado de *Ecklonia kurome* por medio del sistema trombina-fibrinógeno y el método amidolítico, utilizando un sustrato cromogénico en presencia y ausencia de antitrombina III (AT III) y el cofactor de la heparina (HC II). Los resultados mostraron que la actividad antitrombínica de C-II fue mediada por el cofactor de heparina y no por la antitrombina III, que cuando el polisacárido se unió al fibrinógeno bloqueó la acción de la trombina, pero el polisacárido aplicado sin fibrinógeno solo inhibió débilmente la acción de la trombina. Nishino *et al.*, (1991b) investigaron la relación entre el peso molecular de los fucanos sulfatados aislados de *E. kurome* y su actividad anticoagulante, y establecieron que

las fracciones con peso molecular de 10 a 300 Kd mostraban la mayor actividad específica en ensayos de TTPa; la actividad antitrombica fue dependiente de un peso molecular por arriba de 50 Kd.

Continuando con su investigación sobre los polisacáridos sulfatados preparados por sulfatación química del alga Phaeophyta *Ecklonia kurome*, Nishino y Nagumo (1992) aislan fucanos supersulfatados (el promedio de grupos sulfato por residuo de azúcar fue de 1.38:1.98) que probaron en ensayos de TT y TTPa y compararon con el fucano sulfatado original. Los resultados para las pruebas de coagulación con plasma humano mostraron un incremento en la actividad anticoagulante de 110-119 % en el TT y de 108-140 para el TTPa. El fucano sulfatado con un promedio de sulfato/azúcar igual a 1.98 tuvo una potencia mayor a 173 unidades por mg en comparación con la heparina utilizada como estandar, que presentó 167 U.I./mg. Los autores reportaron un descenso de la potencia anticoagulante, conforme aumenta el contenido de grupos sulfato.

Kitamura *et al.*, (1991) purifican un fucoidano de *Laminaria angustata* var. *longissima* y prueban su actividad anticoagulante.

Las propiedades anticoagulantes de los fucoidanos degradados químicamente de *Pelvetia canaliculata* (L.) Darc *et* Thur, hasta obtener una Mr 5-20 Kd, fueron investigadas por Collic *et al.*, (1991), usando pruebas de inhibición del factor IIa y el factor Xa en presencia de antitrombina III o cofactor de heparina II. En plasma con baja concentración de antitrombina III o en presencia del cofactor purificado de heparina II, el fucoidano

degradado mostró potente actividad antitrombínica. Este fucoidano fue tan eficiente como la heparina y el sulfato de dermatán al potenciar el cofactor de heparina II (30 veces menos potente que la heparina P/P). No se encontró actividad de antifactor Xa. Los autores proponen que debido a que los fucoidanos son un producto de desecho en la producción de alginatos con fines alimenticios y cosmetológicos, pueden ser una fuente de anticoagulantes, de un nuevo tipo, barata y fácil de obtener.

Colliec *et al.*, (1994) purifican una fracción de fucoidano (F2) de bajo peso molecular, por hidrólisis de un extracto crudo de fucoidano obtenido del alga *Pelvetia canaliculata*, el cual mostró excelente actividad anticoagulante, además de poseer baja viscosidad, lo cual puede ser utilizado clínicamente con un agente anticoagulante prometedor.

A nivel de bioensayo, sin identificar las sustancias responsables de la actividad anticoagulante aparece el trabajo de Elsner que en 1938 examinó los extractos de las clorofitas *Cladophora sonderi*, *C. rupestris* Kützinger y *Enteromorpha compressa*, las feofíceas *Fucus serratus* Linnaeus, *F. vesiculosus* Linnaeus, *F. platycarpus* Thuret, *Halidrys siliquosa*, (L.) Lyngb., *Laminaria saccharina* L. Lamouroux, *Chorda filum* (L.) Stackh. *Himanthalia lorea* Linnaeus y *Ascophyllum nodosum* (Linnaeus) Le Jolis y de las rodofíceas *Rhodomela subfusca*, *Polysiphonia urceolata* (Lightfoot ex Dillwyn) Greville *Delesseria alata* (L.) Lamouroux, *Cystoclonium purpureum* (Hudson) Batters, *Porphyra lacinata*, *Plocamium coccineum* (Hudson) Lyngbye, *Ahnfeltia plicata* (Hudson) Fries y *Corallina officinalis*; excepto en *Delesseria sanguinea* (Huds.) Lamouroux, no se encontró actividad anticoagulante.

Otros trabajos donde no se identifica la naturaleza de las sustancias anticoagulantes los realizaron Deacon-Smith y Rogers (1982) y Deacon-Smith *et al.*, (1985 a y b) los cuales examinaron los extractos de 4 algas verdes, 16 cafés y 13 rojas, encontrando que los mismos interfirieron con la coagulación de la sangre humana. La acción anticoagulante del extracto de *Codium fragile* (Surh) Hariot fue reportado por primera vez dentro de las especies de Chlorophyta. También se encontró actividad en los extractos de *Tichocarpus crinitus*, *Turnerella mertensiana* y *Furcellaria fastigiata* (L.) Lamouroux, (Efimov *et al.*, 1983).

Güven *et al.*, (1973/1974; 1979) realizaron una serie de investigaciones con extractos algales y sus fracciones. Los extractos fueron preparados por maceración del alga seca en una solución acuosa alcalina. Después del fraccionamiento de los extractos en Sephadex G 25, la fracción I de *Corallina rubens* Linnaeus (Güven *et al.*, 1973/1974) y *Pterocladia capillaceae* (S.G. Gmelin) Bornet & Thuret (Güven *et al.*, 1979) mostraron actividad anticoagulante que fue determinada por recalcificación, ensayos de trombina y lisis de euglobulina. Dicha fracción fue de naturaleza protéica (Güven *et al.*, 1979).

### **III. MATERIAL Y MÉTODOS**

La investigación se llevó a cabo durante 9 años, desde enero de 1988, hasta noviembre de 1996. Acorde a los objetivos programados, se evaluó el mayor número posible de especies de macroalgas intermareales presentes en las costas mexicanas. Para ello se colectaron las algas más conspicuas en el borde litoral en cuanto a tamaño y abundancia, para tener una cantidad suficiente para llevar a cabo todas las pruebas. Fueron evaluadas un 5% del total de especies reportadas para ambas costas de la república (Pedroche *et al.*, 1993, González-González *et al.*, 1994). De las 106 especies analizadas, solo en 56 había sido estudiada previamente algún tipo de actividad biológica en otras localidades de la región o en diversas zonas del océano mundial (tabla 1). En 62 especies del total analizado se evaluaron simultáneamente las cuatro actividades (tabla 2). Las relaciones de afinidad taxonómica del material colectado se muestran en la tabla 3.

#### **III.1 Localidades de colecta**

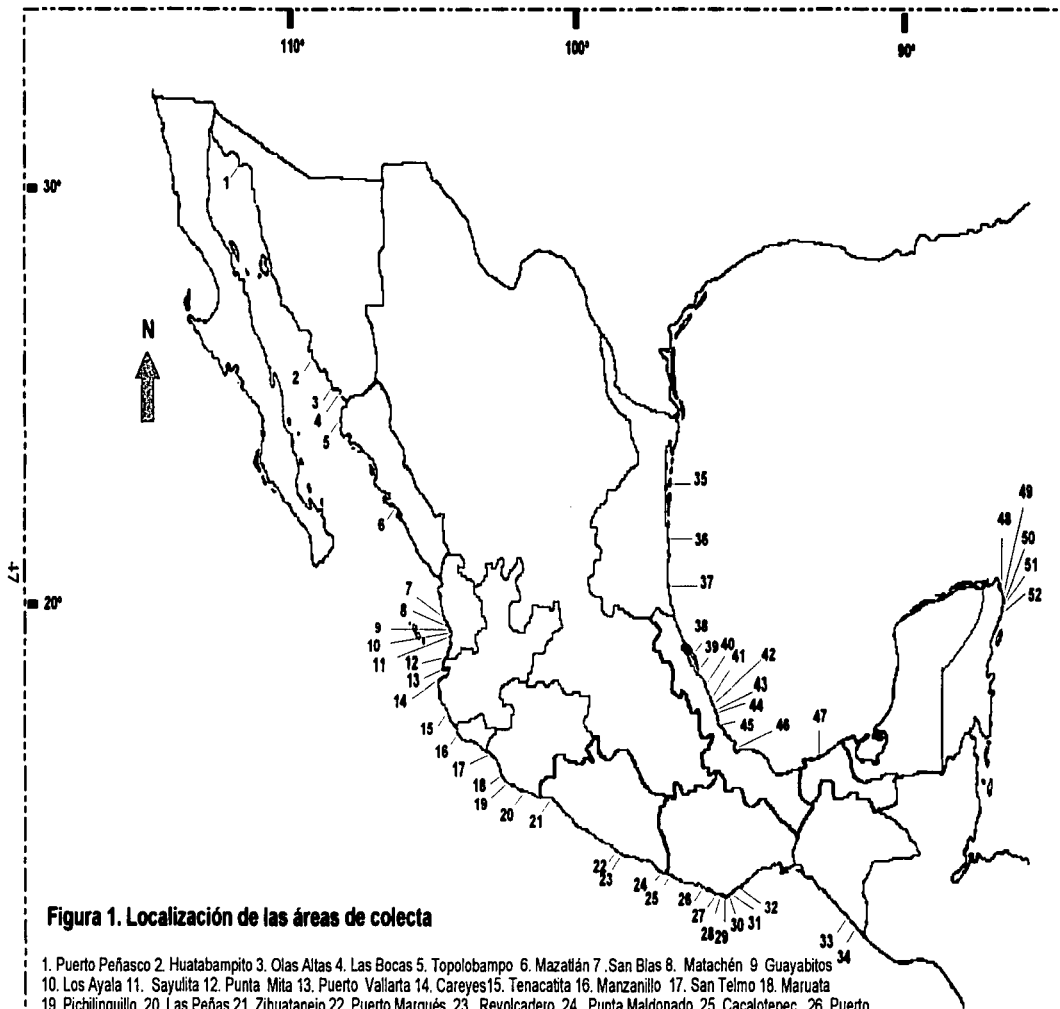
Las algas fueron colectadas manualmente o con la ayuda de una espátula en la zona rocosa intermareal de 51 localidades de las costas de los estados de Sonora (Puerto Peñasco, Huatabampito, Olas altas y Las Bocas), Sinaloa (Topolobampo y Mazatlán), Nayarit (San Blas, Matachén, Guayabitos, Los Ayala, Sayulita y Punta Mita), Jalisco (Puerto Vallarta, Careyes y Tenacatita), Colima (Manzanillo), Michoacán (San Telmo, Maruata, Pichilinguillo, Las Peñas), Guerrero (Zihuatanejo, Puerto Marqués, Revolcadero y Punta

Maldonado), Oaxaca (Cacalotepec, Puerto Escondido, Carrizalillo, Zicatela, Zipolite, Playa Muertos, Tangolunda y Punta arena), Chiapas (El Paredón y La Costa), Tamaulipas (Escollera de La Pesca (Soto la Marina), Barra del Tordo y Escollera de Tampico), Veracruz (Barra de Corazones, Escollera de Tuxpan, Barra de Cazonas, Punta Delgada, Punta el Morro, Playa Boca Andrea, Punta la Litera, Playa Paraíso (La Mancha) y Costa de Oro), Tabasco (Mecoacan) y Quintana Roo (Cancun Hyatt, Punta Brava, Predio de San Francisco y Tulum) y en la laguna arrecifal de Puerto Morelos (Figura 1).

### III.2 Procesamiento del material colectado

El material colectado, se lavó con agua de mar para eliminar los restos de arena, de otros organismos e impurezas. Después se separó por géneros en bolsas de plástico y se congeló inmediatamente, para evitar su descomposición y/o la pérdida de metabolitos, se transportó al laboratorio y se mantuvo congelado hasta su procesamiento, Caccamese *et al.*, (1980) y Rao y Parekh (1981). Estos últimos probaron varios métodos de preservación del material ficológico, encontrando que el mas efectivo era la congelación, seguido por el método de secado en incubadora a 37°C, donde había un mínimo de pérdida de actividad. Dichos autores no recomiendan el método de preservación por secado a 60°C ya que el material perdía totalmente su actividad.

Para proceder a la evaluación de las muestras, estas se descongelaron a temperatura ambiente. De cada muestra una parte se conservó en formol glicerinado para su posterior determinación taxonómica, y preparación de ejemplares de herbario. El resto de la misma se



**Figura 1. Localización de las áreas de colecta**

1. Puerto Peñasco 2. Hualtampico 3. Olas Altas 4. Las Bocas 5. Topolobampo 6. Mazatlán 7. San Blas 8. Matachén 9. Guayabitos
10. Los Ayala 11. Sayulita 12. Punta Mita 13. Puerto Vallarta 14. Careyes 15. Tenacatita 16. Manzanillo 17. San Telmo 18. Maruata
19. Pichilinguillo 20. Las Peñas 21. Zihuatanejo 22. Puerto Marqués 23. Revolcadero 24. Punta Maldonado 25. Cacalotepec 26. Puerto Escondido 27. Carrizalillo 28. Zicatela 29. Zipolite 30. Playa Muertos 31. Tangolunda 32. Punta Arena 33. El Paredón 34. La Costa
35. La Pesca 36. Barra del Tordo 37. Escollera Tampico 38. Barra corazonos (Tamiagua) 39. Escollera Tuxpan 40. Barra Cazonos 41. Punta Delgada 42. Punta El Morro 43. Playa Boca Andrea 44. Punta La Litera 45. Playa Paraiso (La Mancha) 46. Costa de Oro 47. Mecocacán
48. Cancún-Hyatt 49. Arrecife Puerto Morelos 50. Punta Brava 51. Predio San Francisco 52. Tulum

lavó y se limpió bajo el microscopio para dejarla libre de epifitas y otras impurezas que pudieran afectar los resultados. Una vez limpias, se prepararon los extractos algales de acuerdo a la prueba que se iba a realizar.

### **III.3 Preparación de los extractos algales**

#### **Actividad antibiótica y actividad tóxica**

Para las pruebas de antibiosis y toxicidad se prepararon los extractos mezclando 30 g de peso húmedo del alga y 150 mL de solvente (agua, acetona o etanol) en un mixer Waring, dando pulsos de 30/30 s hasta completar 5 min, manteniendo fría la muestra con CO<sub>2</sub> sólido. La mezcla se centrifugó posteriormente a 3400 rpm (1000 x g) durante 15 min y el sobrenadante se concentró por rotoevaporación. El residuo obtenido se resuspendió con 4 mL del solvente utilizado ( Rao y Parekh 1981).

#### **Actividad Aglutinante**

Para detectar la actividad aglutinante, se prepararon extractos macerando 10 g de material algal y 10 mL de solución amortiguadora de fosfatos 100-mM (PB), pH 7.2. El homogeneizado se centrifugó a 1000 rpm durante 20 min. Después el sobrenadante se filtró en un equipo Millipore usando filtros de nitrocelulosa de 22 µ, y el extracto obtenido se



guardó a -6 °C hasta su utilización, siguiendo el método recomendado por Muñoz *et al.*, 1985.

### **Actividad Anticoagulante**

Los extractos se prepararon homogeneizando 10 g de material algal con 10 mL de solución amortiguadora de fosfatos 100-mM (PB) pH 7.2. El homogeneizado se centrifugó a 1 500 rpm/15 min y el sobrenadante se filtró en un equipo Millipore utilizando filtros de nitrocelulosa de 22 µ. Ya efectuada la filtración los extractos se congelaron a -6 °C hasta que se utilizaron (Deacon-Smith *et al.*, 1985).

El plasma empleado en la evaluación de actividad anticoagulante se obtuvo por venipuntura utilizando jeringas de polipropileno. Nueve mL de sangre se mezclaron con 1 mL de citrato de sodio al 3.2 % como anticoagulante, inmediatamente después, se centrifugó la muestra sanguínea a 1500-2000 rpm/15 min y se recolectó el plasma. Este se mantuvo congelado hasta su utilización.

## **III.4 Evaluación de la actividad biológica de los extractos algales**

### **Bioensayo de actividad antibiótica**

Para probar la actividad antibiótica de los extractos se usaron discos estériles de papel de

filtro Whatman No. 42 de 6 mm de diámetro, los cuales fueron cargados asépticamente con 0.1 mL del extracto algal a probar. Los bioensayos se montaron al secarse éstos. Las pruebas se llevaron a cabo por triplicado en cajas de Petri desechables de polipropileno con 15 mL de agar soya tripticaseína previamente inoculado con el organismo a inhibir, el agar se dejó solidificar y se colocaron los discos cargados con el extracto y un disco testigo con el solvente de extracción. Las cajas se incubaron a 37°C, y se examinaron a las 24, 36 y 48 h, midiendo los diámetros de la zona de inhibición producida.

Todos los extractos fueron probados en contra de dos cepas puras de bacterias, Gram + : *Streptococcus pyogenes* y *Staphylococcus aureus* y dos cepas puras de bacterias Gram - : *Escherichia coli* y *Shyella sonnei*.

### **Bioensayo de toxicidad**

Para detectar la toxicidad de los extractos se usaron como animales de laboratorio, peces de la especie *Carassius auratus* Linnaeus (carpa dorada). Los ensayos se llevaron a cabo por triplicado, colocando a los peces en cristalizadores (uno en cada uno) con 200 mL de agua y 1 mL del extracto a probar; el testigo se preparó agregando al agua 1 mL del solvente utilizado. Durante el periodo de prueba se mantuvieron constantes la temperatura y la aireación. Se observó el comportamiento de los peces durante dos h; si en este lapso de tiempo los peces no morían, se trasladaban a agua limpia, observándose sus reacciones durante las 24 h siguientes.

Los extractos se clasificaron según su actividad en:

**Extractos tóxicos (T).** Todos aquellos que provocaron la muerte de los animales de experimentación durante el periodo de prueba.

**Extractos moderadamente tóxicos (MT).** Los que tuvieron algún efecto en el comportamiento de los peces. Se consideraron las siguientes alteraciones etológicas: nado rápido, alteraciones de equilibrio, nerviosismo, contracciones del cuerpo, pérdida de equilibrio y en algunas ocasiones efectos narcóticos, normalizando el pez su comportamiento después de un periodo de recuperación no mayor a 8 h.

**Extractos no tóxicos (NT)** aquellos que no produjeron ningún efecto diferente al presentado por los peces testigo.

### **Bioensayo de actividad aglutinante**

Para detectar la actividad aglutinante de los extractos se preparó una solución de eritrocitos al 2 %, a partir de sangre obtenida por donación, de los tipos O, A, B, AB y de conejo, según recomendaciones de Bennet (1976). Se lavaron los eritrocitos 3 veces con PB 100 mM pH 7.2. Un volumen de eritrocitos se resuspendió en 46 volúmenes de PB y se le agregaron 46 volúmenes de PB 100 mM con formol al 5% ajustando el pH a 7.2 con NaOH 1M. Esta solución se incubó por 12 h a 37 °C. Pasado este tiempo, se desechó el sobrenadante y se lavaron 6 veces los eritrocitos con 4 volúmenes de PB por lavado.

Finalmente los eritrocitos se guardaron en refrigeración como una solución al 2 % en PB 100 mM pH 7.2 (49 volúmenes).

La aglutinación se llevó a cabo en placas de microtitulación. Para ello se realizaron diluciones dobles seriadas con el extracto algal y PB, agregando el mismo volumen de solución de eritrocitos formalinizados al 2 % (100  $\mu$ l). Las muestras se dejaron reposar por 2 h, observándose el efecto macroscópicamente y al microscopio óptico (Bray, 1947; Ainouz y Sampaio, 1991). Los resultados se expresaron en forma de título, como el recíproco de la más alta dilución doble seriada que presentó aglutinación positiva (Ainouz y Sampaio, 1991).

### Bioensayos de actividad anticoagulante

Para demostrar la actividad anticoagulante de los extractos, se utilizaron dos pruebas estandarizadas de coagulación de plasma humano; el Tiempo de Trombina (Pitney y Dacie, 1953) y el Tiempo de Protrombina (Quick, 1945).

Los ensayos de coagulación se realizaron en tubo de ensayo añadiendo las siguientes sustancias en el siguiente orden. Para el tiempo de trombina, 0.2 mL de plasma, 0.2 mL de extracto algal, 0.2 mL de trombina (4 U.I./mL) y 0.2 mL de cloruro de calcio 200 mM. Se agitó suavemente y se incubó durante 60 segundos a 36 °C, tomando el tiempo que tardó en formarse el coágulo. Para el tiempo de protrombina se sustituyó la trombina por tromboplastina. Las pruebas se realizaron por duplicado, promediando los resultados

(cuando la discrepancia fue mayor al 5 % se repitió la prueba). Como testigo se utilizó 0.2 mL de PB en lugar del extracto algal y se comparó la actividad anticoagulante contra 0.2 mL de heparina ( $6.6 \mu\text{g/mL} = 4 \text{ U.I./mL}$ ).

### **III.5 Métodos matemáticos y estadísticos empleados**

El análisis numérico de los datos se llevó a cabo en una computadora PC, utilizando diversos paquetes estadísticos y hojas de cálculo. Los resultados se ordenaron, procesaron y expresaron gráficamente mediante el programa EXCEL para Windows, versión 5.

Para poner de manifiesto las relaciones de afinidad entre las especies analizadas, en cuanto a la intensidad y expresión de cada una de las cuatro actividades evaluadas, se realizó un análisis automático de datos; para efectuarlo y transcribir los dendrogramas correspondientes a cada actividad, se utilizó el paquete STADISTICA para Windows, versión 4.0.

Como medida de afinidad entre pares de especies, se usó el índice de distancia euclidiada, con el cual se construyó una matriz de afinidad. La formación y jerarquización de los grupos de acuerdo a su distanciamiento se realizó aplicando dos estrategias aglomerativas, el promedio simple ponderado o el método de Ward, dependiendo del tipo de datos y con esto se construyeron los dendrogramas.

Para construir los dendrogramas de actividad antibiótica y de actividad aglutinante se usó el método de Ward (Ward's Method) para variables continuas, con la finalidad de romper la formación de estructuras en cascada que no permiten ver las relaciones de afinidad entre las especies. Para elaborar los dendrogramas de actividad tóxica y de actividad anticoagulante se aplicó el método de "promedio ponderado de pares" (Weighted Pair Group Average) para variables discretas o datos cualitativos.

Para caracterizar en cada una de las tres Divisiones el valor y el tipo de asociación establecida entre las cuatro actividades biológicas estudiadas, se empleó el coeficiente de correlación simple de Pearson, utilizando para ello el paquete STATGRAPHICS, versión 5.

Este análisis de correlación simple se aplicó a las especies donde se estudiaron las cuatro actividades biológicas (antibiótica, tóxica, aglutinante y anticoagulante). La  $H_0$  fue que no existía relación entre las actividades.

Con el fin de evitar dificultades en el cálculo por efecto de una respuesta negativa, representada numericamente por 0, la escala de referencia se modificó, adicionándole 1 a todos los valores. Se consideraron únicamente aquellas correlaciones con una significancia estadística superior a 0.05.

Para hacer el análisis de correlación se tomaron los siguientes parámetros:

**Actividad Antibiótica:**

**Alau = Actividad del extracto etanólico contra *Staphylococcus aureus*.**

**Ceau = Actividad del extracto acetónico contra *Staphylococcus aureus*.**

**Actividad Tóxica:**

**TCe = Toxicidad de los extractos acetónicos.**

**TAI = Toxicidad de los extractos etanólicos.**

**Actividad Aglutinante:**

**AO = Aglutinación del grupo O+**

**AA = Aglutinación del grupo A+**

**AB = Aglutinación del grupo B+**

**AAB= Aglutinación del grupo AB+**

**AC = Aglutinación de la sangre de conejo.**

**Actividad Anticoagulante:**

**TT = Tiempo de Trombina**

**TP = Tiempo de Protrombina**

El análisis de la variabilidad geográfica y de la variabilidad anual de las cuatro actividades evaluadas se hizo por medio del análisis de componentes principales (PCA). Este es un método multivariado que restringe al máximo el sesgo personal en la toma de decisiones y puede ser aplicado con el fin de reducir el número de variables, o para agrupar entidades

semejantes con respecto al tipo de influencia ejercida por las variables como en el caso de éste análisis. Para asegurar la ortogonalidad de los vectores, se seleccionaron cuatro variables muy poco correlacionadas, las menos asociadas. Se tomó una variable por actividad; para la actividad antibiótica, se tomó la actividad de los extractos acetónicos sobre *Staphilococcus aureus* (Ceau). Como medida de la actividad tóxica, la toxicidad de los extractos acetónicos (TCe). Para caracterizar la actividad aglutinante, la aglutinación del grupo O+ (Ao) y para la actividad anticoagulante el tiempo de trombina (TT). El cálculo numérico del porciento de la varianza explicado por cada vector, así como los coeficientes de carga respectivos, fue efectuado mediante el programa CP112M.



#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se analizaron 106 especies para las pruebas de actividad antibiótica, 75 especies para las pruebas de actividad tóxica, 68 especies para el estudio de la actividad aglutinante y 67 especies para estudiar la actividad anticoagulante. Aunque, el número de especies utilizado no fue similar para todas las pruebas, la composición taxonómica del material usado en las cuatro pruebas evaluativas resultó semejante en cuanto al porcentaje de especies por División; y tuvo un promedio de 21.8 % para la División Chlorophyta, 28.3% de la División Phaeophyta y un 49.9% de la División Rhodophyta (figura 2).

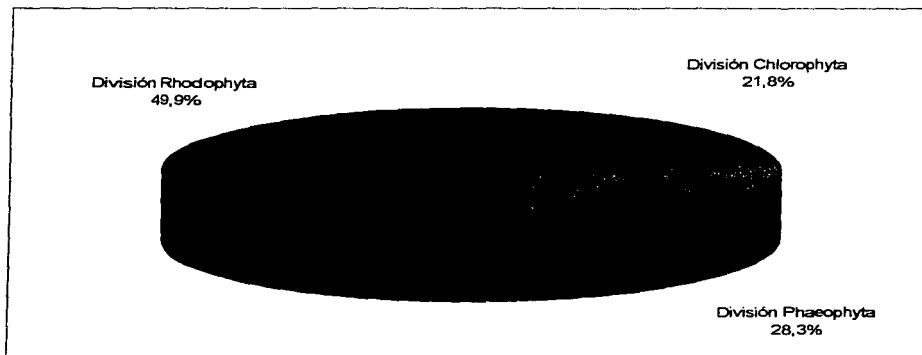


Figura 2. Composición taxonómica promedio de las especies evaluadas

De las 106 especies analizadas para el estudio de la actividad antibacteriana, el 21.7% (23) fueron de la División Chlorophyta, el 27.4 % (29) correspondieron a la División Phaeophyta

y el 50.9% (54) fueron especies de la División Rhodophyta (figura 3).

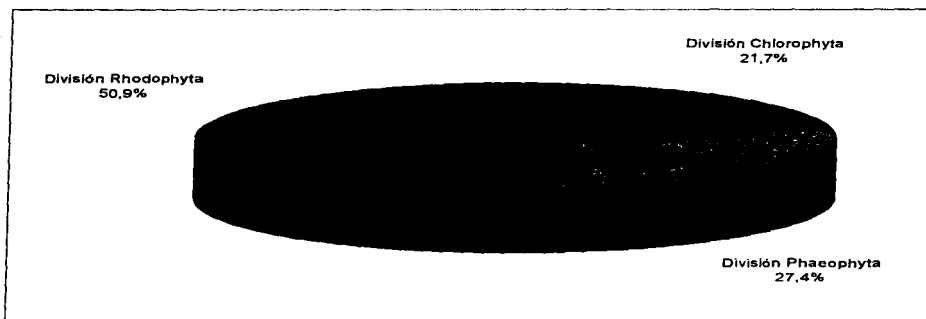


Figura 3. Composición taxonómica de las especies empleadas para evaluar la actividad antibiótica.

Para las pruebas de actividad tóxica (75 especies), el 24 % de las especies analizadas fueron algas de la División Chlorophyta, un 28% de la División Phaeophyta y el 48% correspondieron a la División Rhodophyta (figura 4).

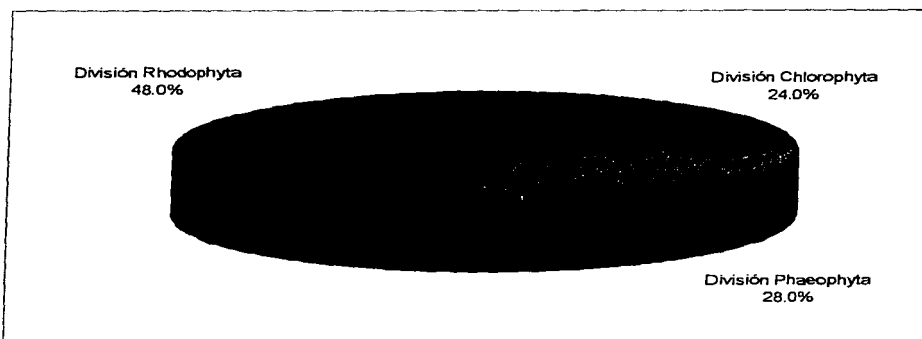


Figura 4. Composición taxonómica de las especies empleadas para evaluar la actividad tóxica.

En las pruebas de actividad aglutinante se analizaron 68 especies, el 20.6% fueron algas de la División Chlorophyta, el 27.9% de la División Phaeophyta y el 51.5 % miembros de la División Rhodophyta (figura 5).

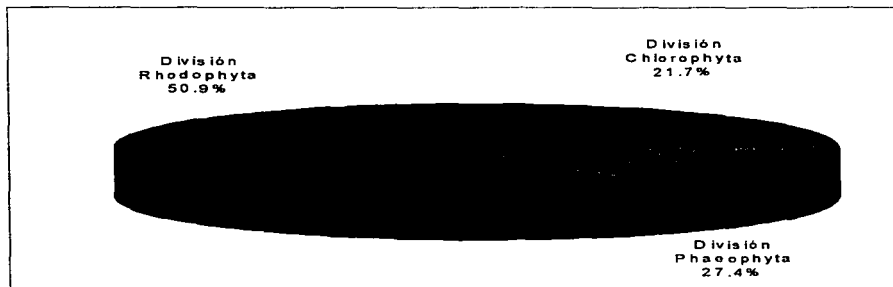


Figura 5. Composición taxonómica de las especies empleadas para evaluar la actividad aglutinante.

En las pruebas de actividad anticoagulante se analizaron 67 especies de las cuales, 20.9 % fueron algas de la División Chlorophyta, 29.9% de la División Rhodophyta y 49.3% de las especies fueron de la División Rhodophyta (figura 6).

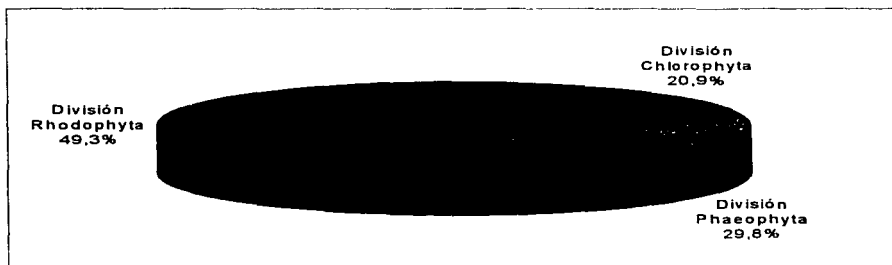


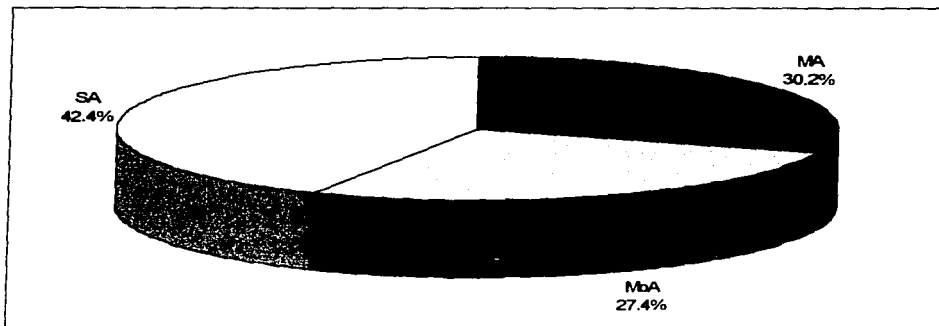
Figura 6. Composición taxonómica de las especies empleadas para evaluar la actividad anticoagulante.

**Para facilitar la presentación de los resultados, se exponen y se discuten éstos por cada una de las actividades estudiadas.**

## **IV.1 Actividad antibiótica**

**Los resultados obtenidos en las pruebas para evaluar la actividad antibiótica de todas las especies colectadas en las diferentes localidades se muestran en la tabla 4.**

**La intensidad de la actividad de los extractos varió entre las 106 especies analizadas: 45 especies (42.4 %), no presentaron actividad antibiótica (SA), es decir, no inhibieron en ninguna medida el crecimiento de las cepas bacterianas utilizadas. Los extractos de 29 especies (27.4 %) presentaron actividad moderada (MoA). Sus extractos produjeron halos de inhibición menores a 10 mm en el crecimiento de una o dos de las especies bacterianas utilizadas, pudiendo ser activos los extractos etanólicos o los extractos acetónicos, y en algunos casos ambos. Se consideraron como especies con máxima actividad o muy activas (MA) aquellas cuyos extractos etanólicos o acetónicos produjeron halos de inhibición iguales o mayores a 10 mm. Un total de 32 especies (30.2%) presentaron esta característica (figura 7). De las 106 analizadas, los extractos de 61 especies (69.8%) mostraron algún grado de actividad antibacteriana.**

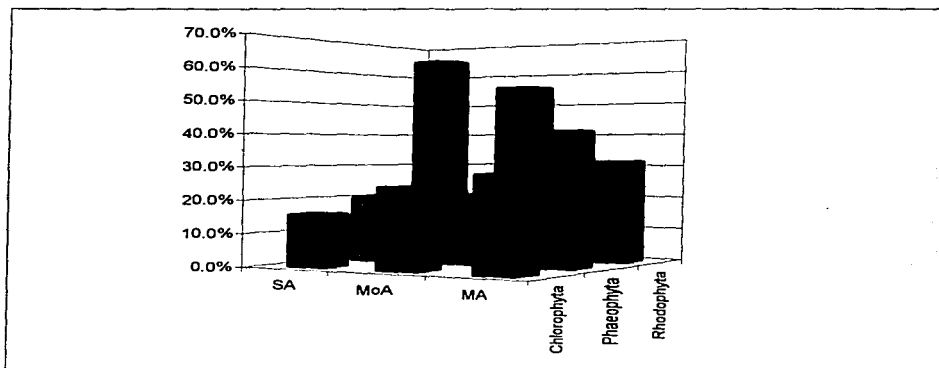


MA=Muy activa; MoA=Moderadamente activa; SA=Sin actividad  
 Figura 7. Distribución de la intensidad de la actividad antibiótica

Los extractos de 45 especies no presentaron ninguna actividad antibacteriana (SA). De ellas siete (15.6%) fueron especies de la División Chlorophyta, nueve (20%) de la División Phaeophyta y 29 (64.4%) de las especies, fueron de la División Rhodophyta. Para el caso de las 29 especies cuyos extractos presentaron actividad moderada (MoA), siete (24.1%) fueron de la División Chlorophyta, seis (20.7%) de la División Phaeophyta y 16 (55.2%) de la División Rhodophyta. De las 32 especies cuyos extractos fueron muy activos o con máxima actividad (MA), nueve (28.1%) fueron de especies de la División Chlorophyta, 13 (40.6 %) de la División Phaeophyta y 10 (31.3%) de la División Rhodophyta (Figura 8).

Aunque del total de especies analizadas en este estudio, la División con el mayor porcentaje (del total de especies analizadas para esa División) de algas con alguna actividad antibacteriana fue la División Chlorophyta (69.6 %), para la División Phaeophyta un porcentaje alto (67.9%) tuvo fuerte actividad, lo que concuerda con lo reportado en la

literatura, donde se menciona que las algas de la División Phaeophyta son las que tienen una mayor capacidad antibiótica (Caccamese y Azolina, 1979 y Pesando y Caram, 1984). Esta diferencia con lo encontrado por otros autores, debe ser analizada para determinar si se puede considerar a la División Chlorophyta como la División con mayor capacidad antibacteriana.



MA=Muy activa; MoA=Moderadamente activa; SA=Sin actividad

Figura 8. Distribución en porcentaje de la actividad antibiótica por División.

De las 32 especies consideradas con máxima actividad, 27 mostraron dicha actividad contra *Staphylococcus aureus* una bacteria Gram +. De ellas 11 también mostraron actividad contra otra bacteria Gram+, *Streptococcus pyogenes*. Solo los extractos de una especie, *Laurencia clarionensis*, tuvieron actividad contra *Shygella sonnei*, una bacteria Gram -. Los extractos de *Cladophora prolifera* colectada en Las Bocas, Sonora, *Enteromorpha intestinalis* recolectada en Mazatlán, Sinaloa, *Dictyota volubilis* de Playa Paraiso, Veracruz

y de *Sargassum liebmannii* colectada en Manzanillo presentaron actividad contra ambos tipos de bacterias, Gram<sup>+</sup> y Gram<sup>-</sup>.

Es evidente que la bacteria mas susceptible a la inhibición de su crecimiento por la acción de los extractos algales fue *S. aureus*, hecho que coincide con trabajos previos en los que se reporta mayor susceptibilidad de las cepas Gram<sup>+</sup> a la acción antibacteriana de los extractos algales (Burkholder *et al.*, 1960; Naqvi *et al.*, 1980; Rao y Parekh, 1981; Padma *et al.*, 1984; Pesando y Caram, 1984; Ballantine *et al.*, 1987; Rao *et al.*, 1988 y Campos-Takaki *et al.*, 1988). Algunos de estos autores sugieren que la diferencia de reacción de las bacterias Gram + y Gram -, se debe a la naturaleza química de los extractos. Rao y Parekh (1981), Campos-Takaki *et al.*, (1988) y Rao *et al.*, (1988) observaron que al fraccionar algunos extractos crudos, sus fracciones sí presentan actividad contra bacterias Gram -. Esta diferencia en la actividad puede deberse a que el efecto antibacteriano de algunos metabolitos se enmascara por la presencia de algún factor inhibitorio presente en los extractos crudos.

Pudo constatar que los extractos acuosos presentaron poca o nula actividad antibacteriana. Los extractos acetónicos fueron los mas eficaces, aunque también se observó actividad en algunos extractos etanólicos. Esto indica que las sustancias responsables de producir dicha actividad son poco solubles o son insolubles en agua y que los metabolitos responsables de producirla se disuelven mejor en solventes menos polares como la acetona y el etanol. Rao y Parekh (1981), Rossel y Srivastava (1987) y Vidyavathi y Shidar (1991) encontraron que los bioensayos realizados utilizando acetona como solvente de extracción

siempre mostraron mejor respuesta antibacteriana que los realizados con etanol u otro solvente con mayor polaridad. Esto puede ser indicativo que los compuestos responsables de la actividad antibacteriana, poseen grupos fenoles, o son principalmente ácidos grasos y lípidos no saponificados (Rao y Parekh 1981). Glombitza y Klapperich (1985) y Rossel y Srivastava (1987), identificaron estos compuestos al fraccionar extractos crudos en separaciones líquido a líquido, usando después cromatografía gas-líquido y espectrofotometría de masas.

Para saber si existía un patrón homogéneo de distribución de los niveles de la actividad a nivel genérico, se clasificaron a las especies en aquellos géneros con mas de un representante como: Sin actividad (SA), con espectro de acción estrecho (EAes), cuando la actividad se presentó en extractos de un solo solvente o sobre un solo tipo de cepa bacteriana; con espectro de acción amplio para el solvente (EAams), cuando los extractos de una especie obtenidos con diferentes solventes presentaron actividad. Con espectro de acción amplio contra cepas bacterianas (EAamb), si el extracto tuvo actividad contra mas de una especie bacteriana y finalmente especies con espectro de acción amplio para el solvente y las cepas bacterianas (EAamsb), cuando los extractos de una especie determinada, hechos con diferentes solventes, actuaron sobre mas de una cepa bacteriana (Figuras 9, 10 y 11).



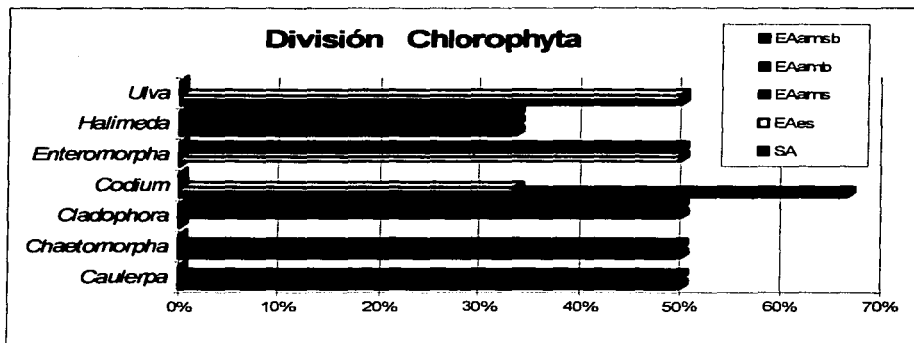


Figura 9. Distribución porcentual del espectro de actividad antibiótica en los géneros con mas de una especie.

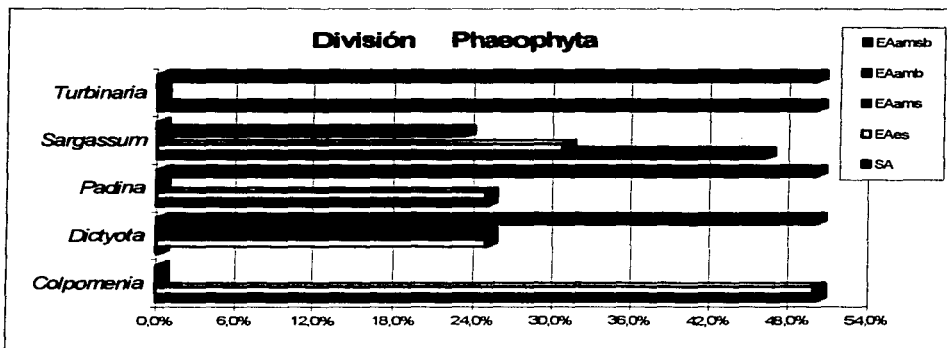
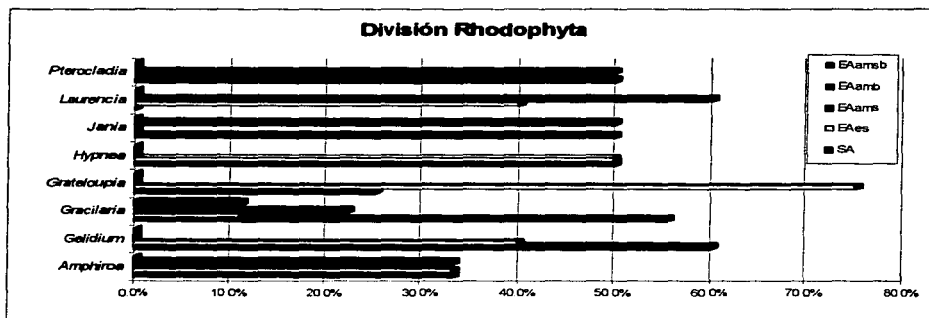


Figura 10. Distribución porcentual del espectro de actividad antibiótica en los géneros con mas de una especie.



EAamsb=Espectro de acción amplio para el solvente y las cepas bacterianas. Eaamb=Espectro de acción amplio contra la cepa bacteriana. Eaams=Espectro de acción amplio para el solvente. EAes=Espectro de acción estrecho. SA=Sin actividad.

Figura 11. Distribución porcentual del espectro de actividad antibiótica en los géneros con mas de una especie.

Los géneros con mas de una especie colectada fueron en la División Chlorophyta: *Caulerpa* (*C. cupresoides*, *C. peltata*, *C. racemosa* y *C. sertularioides*), *Chaetomorpha* (*C. antennina* y *C. linum*), *Cladophora* (*C. sericeae* y *C. prolifera*), *Codium* (*C. isthmocladum*, *C. isabelae* y *C. giraffa*), *Enteromorpha* (*E. flexuosa* y *E. intestinalis*), *Halimeda* (*H. discoidea*, *H. opuntia* y *H. tuna*) y *Ulva* (*U. fasciata* y *U. lactuca*) (figura 9). Dentro de esta División han sido detectadas especies con capacidad antibiótica en las familias Ulvaceae y Codiaceae (Pesando, 1990).

En ninguno de estos géneros se pudo observar un patrón de distribución de la actividad antibacteriana semejante. Dicho patrón tampoco se observó entre muestras de la misma especie colectadas en diferentes localidades, a causa quizás de que estas no fueron

colectadas en las mismas localidades, ni en la misma fecha, pueden mostrar una variación mayor de los niveles de actividad debido a particularidades locales o estacionales específicas. Ejemplifica lo anterior el comportamiento de los extractos de *Caulerpa sertularioides* colectada en cuatro localidades diferentes en fechas distintas, las muestras colectadas en Playa Paraiso, Veracruz en época de lluvias y en época de estiaje presentaron variación estacional en su actividad.

Los géneros de la División Phaeophyta con más de una especie colectada fueron: *Colpomenia* (*C. ramosa* y *C. sinuosa*), *Dictyota* (*D. bartayresiana*, *D. cervicornis*, *D. crenulata* y *D. volubilis*), *Padina* (*P. crispata*, *P. durvillaei*, y *P. gymnospora*), *Sargassum* (*S. acinacifolium*, *S. acinarum*, *S. camouii*, *S. cymosum*, *S. filipendula*, *S. fluitans*, *S. herporhisum*, *S. howellii*, *S. hystrix*, *S. liebmamii*, *S. polyceratium*, *S. pteropleuron* y *S. vulgare*), y *Turbinaria* (*T. tricostata* y *T. turbinata*). En ellos se observó el mismo comportamiento que en los géneros de algas verdes, lo cual se explica también por haber sido colectadas en diferentes localidades y en diferentes épocas del año (figura 10).

Los extractos de *Dictyota cervicornis*, *D. volubilis*, *Padina boregesenii*, *P. durvillaei* y *Turbinaria turbinata* presentaron un espectro de acción amplio tanto para el solvente como para la cepa bacteriana (EAmsb). La actividad encontrada en *Dictyota volubilis* es coincidente con la encontrada por Cacamese y Azolina (1979) y Pesando y Caram (1984). Tanto *Dictyota* como *Padina* pertenecen al orden Dictyotales, el cual ya había sido reportado por Pesando y Caram (1984) como un orden rico en principios activos con propiedades antimicrobianas. Fattorusso *et al.*, (1976), aislaron los diterpenos Dictyol A y

Dictyol B de *D. dichotoma* y Faulkner *et al.*, (1977) extrajeron Pachidictyol, un diterpeno al que le atribuyen la actividad antibiótica del alga. Rao y Parekh (1981) probaron dos representantes de este orden en la India, las cuales inhibieron el crecimiento de cepas bacterianas Gram +. Por otra parte Jing-Wen y Wei-Ci (1984) encontraron mayor actividad antibacteriana en especies del orden Fucales. Pesando (1990) en su trabajo de revisión sobre la actividad antimicrobiana de las algas menciona que las especies con acción antibacteriana mas potente pertenecen a los ordenes Dictyotales, Laminariales y Fucales. También en el presente estudio varias de las especies con mayor actividad antibacteriana, forman parte de los órdenes Dictyotales y Fucales, no se trabajó con ejemplares del orden Laminariales.

Los géneros de la División Rhodophyta con mas de una especie colectada fueron: *Amphiroa* (*A. beauvoisii* y *A. fragilissima*), *Gelidium* (*G. crinale*, *G. galapaguensis*, *G. purpurascens*, *G. pusillum* y *G. sclerophyllum*), *Gracilaria* (*G. blodgettii*, *G. bursa-pastoris*, *G. cervicornis*, *G. cerrosiana*, *G. cornea*, *G. ramisecunda*, *G. venezuelensis* y *G. verrucosa*), *Grateloupia* (*G. abbreviata*, *G. doryphora*, *G. filicina* y *G. prolongata*), *Hypnea* (*H. cervicornis*, *H. musciformis*, *H. pinnosa* e *H. spinella*), *Jania* (*J. Mexicana* y *J. tenella*), *Laurencia* (*L. clarionensis*, *L. intricata*, *L. obtusa*, *L. papillosa* y *L. poiteaui*) y *Pterocladia* (*P. capillaceae* y *P. pinnata*). En ninguno de ellos se presentó un patrón de distribución del espectro de actividad entre sus especies. Solo una de las nueve especies de *Gracilaria* evaluadas (*G. bursa-pastoris* de una estación de la laguna de Mecoacan, Tabasco), presentó un espectro de acción amplio para el solvente y la cepa bacteriana (figura 11).

Jing-Wen y Wei-Ci (1984) reportaron una óptima actividad antibacteriana en especies del orden Ceramiales. Pesando (1990) también menciona como resultado de su trabajo de revisión, la mayor incidencia de especies con actividad antibiótica en los órdenes Gigartinales y Ceramiales, lo que de alguna manera coincide con los resultados de este trabajo, ya que dentro de las Ceramiales se encontraron especies cuyos extractos tuvieron espectro amplio de actividad sobre las cepas bacterianas, como por ejemplo *Amphiroa* y *Jania*.

La variación de la actividad antibacteriana en las especies dentro de los géneros estudiados, puede depender de las condiciones ambientales de los sitios de colecta, de las diferencias en el tiempo y la estación en que se haya realizado la misma, lo que coincide con lo dicho por Rao y Parekh (1981) y Rao *et al.*, (1988), los cuales mencionan también a las condiciones de preservación y de almacenamiento de la muestra como posibles factores de variación de la actividad antimicrobiana.

*Caulerpa racemosa*, *C. sertularioides*, *Dictyota volubilis*, *Sargassum acinarum* y *Bryothamnium triquetrum* colectadas en Playa Paraíso, Veracruz, en septiembre de 1989 y en febrero de 1990, presentaron variación estacional en su actividad antibacteriana, estos resultados se apoyan en estudios anteriores, como los de Vacca y Walsh (1954), los cuales observaron que la actividad antibacteriana de las algas era mayor en el verano, mientras que Chester y Scott (1956) concluyeron que cada alga tenía su propia periodicidad, lo que fue confirmado por los estudios de Hornsey y Hide (1976) los que afirmaron que la intensidad del efecto antibacteriano está relacionada con la época de colecta y reportan cuatro tipos

principales de variaciones estacionales en la actividad antibiótica de las algas. Rao y Parekh (1981) reportaron en su investigación, actividad antibacteriana durante todo el año siendo mas intensa durante los meses de octubre y enero. Parekh *et al.*, (1984) en su trabajo con algas de la India, encontraron mayor actividad antibiótica durante el invierno. Robles *et al.* (1996) en su estudio sobre la actividad antibacteriana de tres especies de rodofitas colectadas mensualmente en tres localidades cercanas a Puerto Rico, reportaron que la actividad varía mensualmente, incluyendo periodos que no presentaban ninguna actividad antibacteriana. No se pudo establecer un patrón de estacionalidad debido al alto grado de variabilidad y a los cambios en la actividad contra los organismos usados. También observaron variaciones en la actividad de los extractos relacionadas con la localidad de colecta y la fase del ciclo de vida en la que se encontraban las algas.

La distribución en porcentaje de las especies cuyos extractos presentaron un espectro de acción amplio con relación al solvente de extracción (actividad con mas de un solvente), un espectro de acción amplio para las especies bacterianas sobre las que actuaron (actividad sobre mas de una cepa bacteriana) o bien un espectro de acción amplio según el solvente y las especies bacterianas sobre las que actuaron (actividad con mas de un solvente y sobre mas de una cepa bacteriana), se presenta en las figuras 12, 13 y 14.

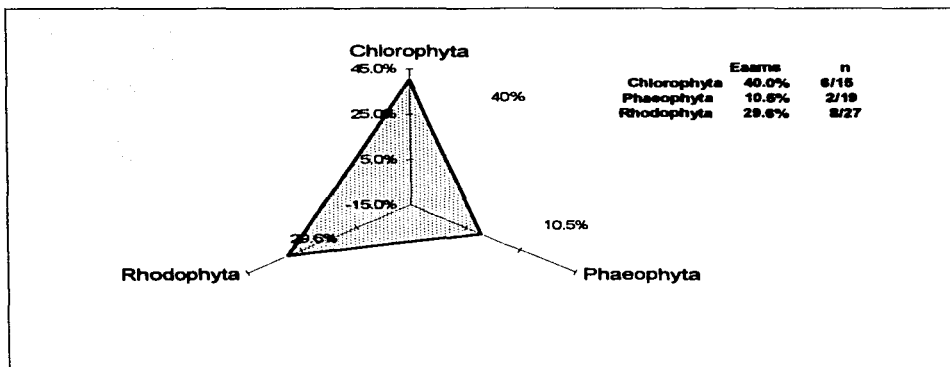


Figura 12. Distribución porcentual por División del espectro de acción amplio para el solvente.

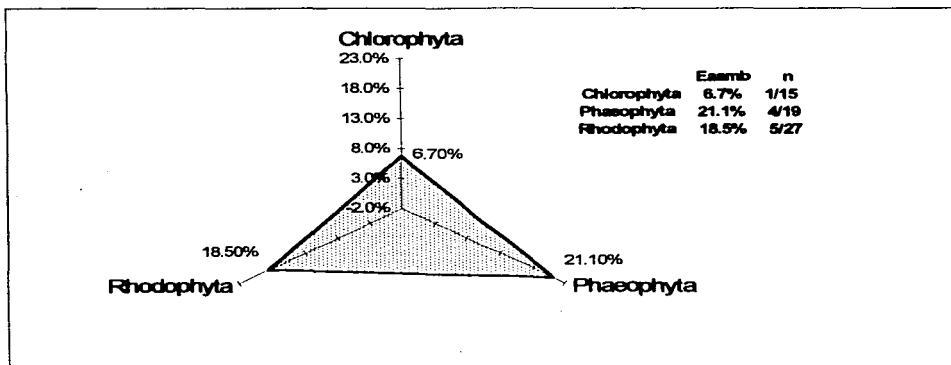


Figura 13. Distribución porcentual por División del espectro de acción amplio contra las cepas bacterianas.

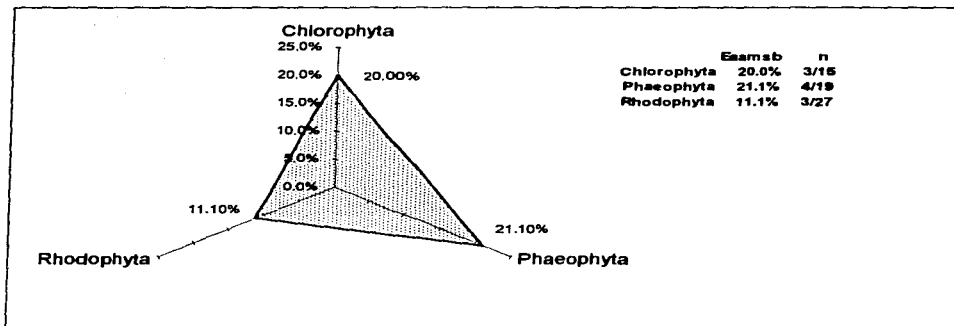


Figura 14. Distribución porcentual por División del espectro de acción amplio para el solvente y contra las cepas bacterianas.

En la figura 12 se puede observar que las algas verdes fueron las que presentaron el mayor porcentaje de especies con espectro de acción amplio para el solvente (EAMs), lo que quiere decir que solventes con diferente polaridad extraen los compuestos responsables de la actividad. En las dos restantes se puede observar un mayor porcentaje de especies con espectro de acción amplio para las cepas bacterianas (EAamb) y con espectro de acción amplio para el solvente y la cepa bacteriana (EAamsb) en las algas pardas lo cual coincide con la literatura que hace mención a una mayor actividad antibacteriana en especies de la División Phaeophyta (Caccamese y Azolina, 1979; Caccamese *et al.*, 1985 y Campos-Takaki *et al.*, 1988).

La actividad encontrada en algunos de los extractos crudos fue potente, si se compara con la de antibióticos comerciales, siendo algunos de los valores encontrados iguales o mayores de los observados en los halos de inhibición producidos por los antibiogramas de los antibióticos como la penicilina y la estreptomcina, cuyos discos cargados con 5 unidades y



5 mcg respectivamente, pueden generar zonas de inhibición de 15 mm y 5 mm. Como uno de los objetivos de este trabajo es la detección de actividad en numerosas especies algales, no sabemos la concentración del compuesto del extracto responsable de la misma, por lo que esta comparación solo se utiliza como un medio de referencia de la potencia de la actividad del extracto crudo.

Las especies con mayor actividad antibacteriana, atendiendo a la potencia de respuesta fueron: *Bryopsis hypnoides*, *Caulerpa sertularioides*, *Cladophora sericeae*, *C. prolifera*, *Enteromorpha intestinalis*, *Halimeda opuntia*, *H. tuna* y *Udotea flabellum* de la División Chlorophyta. *Chnoospora minima*, *Dictyota bartayresiana*, *D. cervicornis*, *D. crenulata*, *D. volubilis*, *Lobophora variegata*, *Padina boergesenii*, *P. crispata*, *P. durvillaei*, *Sargassum howellii*, *S. liebmannii*, *Styopodium zonale* y *Turbinaria turbinata* de la División Phaeophyta. *Amphiroa beauvoisii*, *Bryothamnium triquetrum*, *Digenea simplex*, *Gelidium pusillum*, *Grateloupia filicina*, *Jania tenella*, *Laurencia papillosa*, *L. clarionensis* y *L. poitei* de la División Rhodophyta.

De ellas las de espectro de acción mas amplio fueron: *Cladophora prolifera*, *Halimeda opuntia*, *Udotea flabellum*, *Dictyota cervicornis*, *D. volubilis*, *Padina boergesenii*, *P. durvillaei*, *Turbinaria turbinata*, *Laurencia clarionensis*, *L. poiteai* y *Tayloriella dictyurus*

Es necesario precisar que las sustancias responsables de la actividad se mantuvieron estables por haber conservado el material algal congelado hasta el momento de la prueba, lo

que evita la descomposición o la pérdida de metabolitos Caccamese *et al.*, (1980) y Rao y Parekh (1981).

Es imprescindible destacar la importancia de los estudios de detección de actividad antibiótica en extractos crudos, ya que estos estudios son fácilmente reproducibles y magnifican la posibilidad de detección de la actividad, que muchas veces disminuye o no se encuentra cuando se prueban las fracciones del extracto original, además de dejar el campo abierto para que los químicos puedan continuar con la búsqueda de constituyentes poco usuales (Baker, 1984), que puedan tener una utilidad posterior.

La gran cantidad de especies cuyos extractos presentaron actividad antibacteriana se explica por ser parte de una flora tropical donde existen muchas interacciones entre los organismos, una gran diversidad y presión de competencia lo que se explica con lo dicho por Levin (1976), Lebreton (1982), Banaigs (1983), Paul y Fenical (1986, 1987) los cuales argumentan que las propiedades antimicrobianas de las algas pueden originarse en la necesidad de los organismos que viven en competencia, de tener una defensa en contra de microorganismos, de tener su superficie libre de epífitas y para eliminar competidores de su espacio vital.

En el dendrograma de actividad antibiótica (figura 15), se puede observar una gran similitud entre las especies, formándose conjuntos de especies según su nivel de actividad; con valores bajos de distancia entre ellas, se pueden asociar entre si las especies, aisladas o en conjuntos.

En la base de este dendrograma se observa la mayor afinidad entre las especies, con distancias muy cortas entre ellas y en la parte superior se da la mayor separación con un valor de separación alto, que divide a las 106 especies en dos grandes grupos.

Es aparente un gran grupo de 45 especies (A) del lado izquierdo que no presentaron actividad antibiótica y otro gran grupo (B) formado en la base por 61 especies aisladas o en conjuntos, con diferentes grados de actividad. Se puede observar en esta figura un gradiente horizontal de izquierda a derecha que va de menor a mayor actividad.

## ACTIVIDAD ANTIBIÓTICA

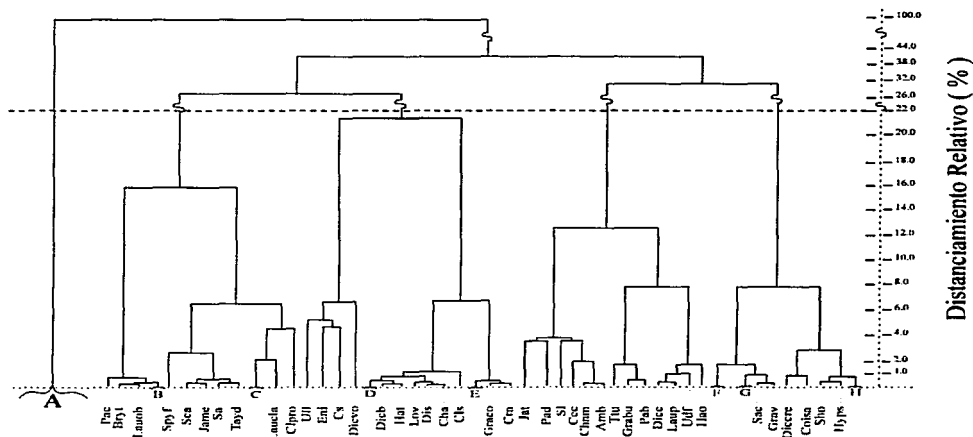


Figura 15. Dendrograma de Actividad antibiótica

## IV.2 Actividad tóxica

Los resultados obtenidos en las pruebas de toxicidad para todas las especies colectadas en las diferentes localidades muestreadas, se relacionan en la tabla 5.

Las reacciones observadas en los peces, como respuesta a la presencia de los extractos algales en el medio, oscilaron entre un corto período de aclimatación hasta la muerte.

Los niveles de toxicidad de los extractos de las especies analizadas (75 en total) presentaron el espectro de toxicidad planteado. 42 especies (56 %) fueron tóxicas (T) y sus extractos tuvieron efectos letales en los peces. El 24 % (18) de las especies estudiadas resultaron moderadamente tóxicas (MT) Aunque no causaron la muerte de los peces, tuvieron efectos temporales sobre ellos, recuperándose los organismos en las 24 h siguientes. Solo los extractos de 15 especies (20 %) no fueron tóxicos, es decir, no tuvieron ningún efecto sobre los organismos de prueba (figura 16).

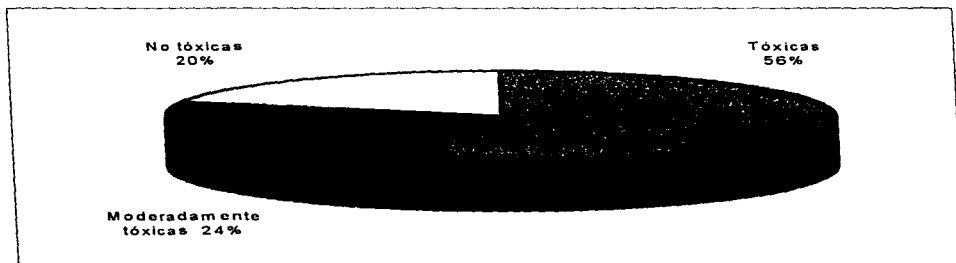


Figura 16. Niveles de toxicidad de los extractos algales evaluados.

La distribución por División del grado de toxicidad se presentó de la siguiente manera: de las 42 especies tóxicas (T), siete (16.7 %) pertenecen a la División Chlorophyta, 12 (28.6 %) a la División Phaeophyta y 23 (54.8 %) a la División Rhodophyta. De las 19 especies que presentaron un cierto grado de toxicidad (MT), cuatro (21.1 %), pertenecen a la División Chlorophyta, cinco (26.3 %) a la División Phaeophyta y 10 (52.6 %) a la División Rhodophyta. Solo 14 especies no fueron tóxicas (NT), de éstas el 50 % son clorofitas, el 28.6 % feofitas y el 21.4 % rodofitas ( figura 17).

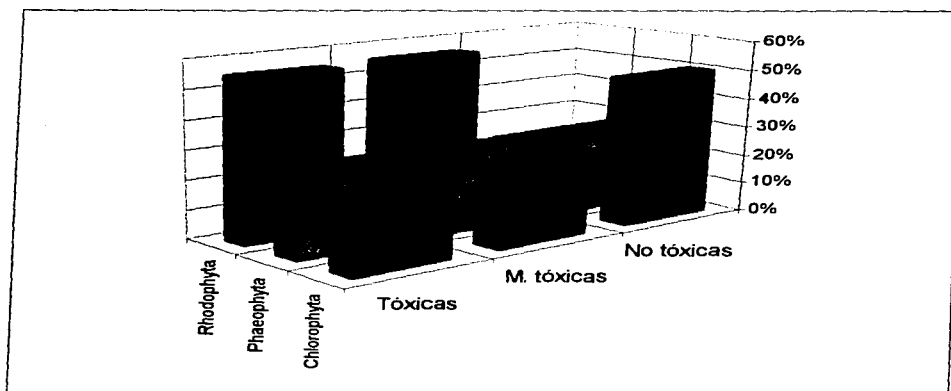


Figura 17. Distribución por División del grado de toxicidad.

Es evidente que el mayor porcentaje de especies con cierto grado de toxicidad, (tóxicas y moderadamente tóxicas), se presentó en la División Rhodophyta y el menor porcentaje de especies tóxicas se observó en la División Chlorophyta. En este hecho inciden varios factores, la abundancia de rodofitas en la ficoflora tropical con un consiguiente incremento

en la proporción de esta División con respecto a otros grupos y la fuerte presión de la herbivoría, a la que se ven sometidas las algas bentónicas principalmente en zonas arrecifales, por lo cual desarrollan mecanismos de defensa química para protegerse de la acción de los depredadores (Fenical, 1975), lo cual explica los altos porcentajes de algas tóxicas y moderadamente tóxicas encontradas en este trabajo.

Como en el caso de la actividad antibiótica, se hizo un análisis de como se presentaron los niveles de toxicidad en los géneros donde se analizaron mas de una especie.

Los géneros de la División Chlorophyta con esta característica fueron *Caulerpa* (*C. cupressoides*, *C. peltata*, *C. racemosa* y *C. sertularioides*), *Codium*, (*C. isthmocladum* y *C. giraffa*), *Halimeda* (*H. discoidea*, *H. opuntia* y *H. tuna*) y *Ulva*. (*U. fasciata* y *U. lactuca*) (figura 18).

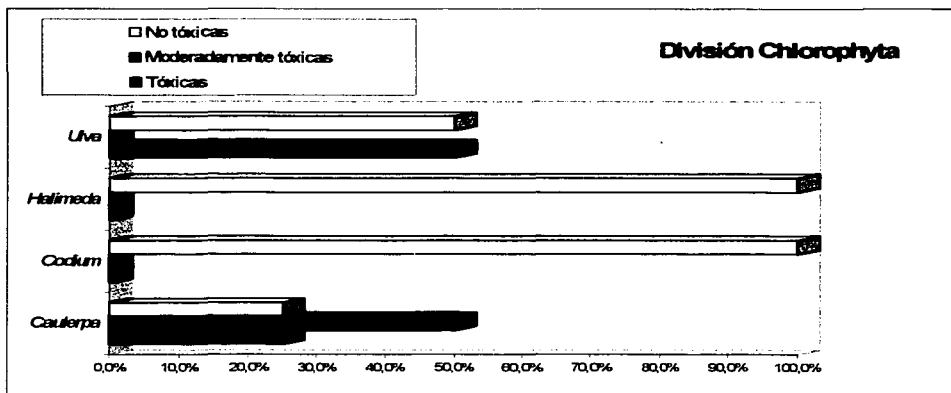


Figura 18. Distribución porcentual del grado de toxicidad en los géneros con mas de una especie colectada.

Los extractos de *Codium* y *Halimeda*, no fueron tóxicos (NT). En el caso de *Ulva*, una especie fue tóxica y otra no. La especie que presentó diferentes grados de toxicidad, *Ulva lactuca*, fue recolectada en cuatro localidades, tres del estado de Oaxaca y una en la costa de Veracruz. Los ejemplares de tres de estas localidades fueron moderadamente tóxicos (MT) y sólo aquellos colectados en Carrizalillo, Oaxaca, tuvieron efectos letales en los peces (T).

Las familias Caulerpaceae (género *Caulerpa*) y Udoteaceae (géneros *Halimeda*, *Penicillus* y *Udotea* entre otros) han sido muy estudiadas por producir sesquiterpenoides y diterpenoides con diferentes tipos de actividad biológica (Paul, 1987; Paul *et al.*, 1988; Paul y Fenical, 1983, 1986, 1987) que en experimentos de campo y de laboratorio, han mostrado también repeler la acción de los herbívoros (Paul y Fenical, 1986 y 1987).

Los resultados obtenidos concuerdan con lo encontrado en los estudios mencionados. De las cuatro especies de *Caulerpa*, evaluadas en esta investigación, *C. cupressoides*, colectada en Puerto Morelos, fue muy tóxica y tuvo efectos letales en los peces. Sin embargo tanto *C. peltata* como *C. racemosa*, de la costa de Oaxaca y Nayarit respectivamente, fueron moderadamente tóxicas. Los extractos de *Penicillus capitatus* y *Udotea flabellum*, ambas especies colectadas en el sistema arrecifal de Puerto Morelos, resultaron ser tóxicas.

El género *Halimeda* ha sido muy estudiado por producir “halimedatrial”, un diterpeno considerado como el compuesto bioactivo más potente de este grupo, que es capaz de inhibir la herbivoría en peces arrecifales (Hay *et al.*, 1988; Paul y Van Alstyne, 1988 y

1992). En la zona arrecifal de Guam se ha observado en este género un tipo de mecanismo de defensa llamado “defensa inducida” mediante el cual el alga, cuando sufre una herida, es mordida o ramoneada por algún herbívoro, puede convertir un metabolito secundario en otro compuesto más tóxico (Paul y Van Alstyne, 1992), esta característica se observó en *H. macroloba* Decaisne, *H. opuntia* y *H. incrassata* (Ellis) Lamouroux. Los resultados obtenidos con los extractos de las tres especies de *Halimeda* evaluadas, no coinciden con lo reportado en la literatura. Ni *H. discoidea* colectada en Zipolite, Oaxaca, ni *H. opuntia* y *H. tuna* colectadas en el sistema arrecifal de Puerto Morelos presentaron algún grado de toxicidad, a pesar de crecer en ambientes con características semejantes, lo que nos habla posiblemente de particularidades en los ecosistemas. Esta diferencia en actividad pudiera deberse a que son especies distintas y a que las algas de este género cuya actividad reporta la literatura fueron colectadas en áreas geográficas diferentes.

De las clorofitas estudiadas *Chaetomorpha antennina*, también presentó toxicidad. Los ejemplares de esta especie colectados en Soto La Marina (escollera de la pesca) Tamaulipas y Cacalotepec, Oaxaca fueron tóxicos, mientras que los colectados en Zicatela, Oaxaca fueron moderadamente tóxicos. *Cladophoropsis robusta* de Cacalotepec, Oaxaca, fue moderadamente tóxica. Las colectas de éstos ejemplares se realizaron en el intermareal rocoso, donde la presión de herbivoría es ejercida principalmente por invertebrados, lo cual es una explicación para el alto grado de toxicidad encontrada en estas especies.

*Cymopolia barbata* y *Enteromorpha intestinalis*, de la costa de Veracruz, presentaron ejemplares no tóxicos, moderadamente tóxicos y tóxicos dependiendo de la localidad de



colecta, lo cual confirma que los niveles de toxicidad pueden sufrir variaciones de tipo geográfico. *C. barbata* (Dacycladaceae) ha sido estudiada por producir una serie de terpenos y un compuesto fenólico soluble en agua, que repele a los herbívoros, Menzel *et al.*, (1983). Se ha comprobado que el terpenoide "cymopol", producido por dicha especie, reduce significativamente la herbivoría por peces arrecifales, pero estimula la ingestión del alga por erizos del género *Diadema* (Hay *et al.*, 1987b).

De la División Phaeophyta se analizaron cuatro géneros de los que se colectó mas de una especie: *Dictyota* (*D. bartayresiana* y *D. cervicornis*), *Padina* (*P. boergesenii*, *P. crispata*, *P. durvillaei* y *P. gymnospora*), *Sargassum* (*S. cymosum*, *S. filipendula*, *S. fluitans*, *S. hystrix*, *S. liebmanni*, *S. polyceratium*, *S. pteropleuron* y *S. vulgare*) y *Turbinaria* (*T. tricosata* y *T. turbinata*). Las dos especies de *Dictyota* (familia Dictyotaceae) y las dos especies de *Turbinaria* (familia Sargassaceae), todas colectadas en el arrecife de Puerto Morelos, fueron tóxicas. En los géneros *Padina* (familia Dictyotaceae) y *Sargassum* (familia Sargassaceae), se colectaron varias especies en diferentes localidades y se presentaron especies tóxicas, moderadamente tóxicas y no tóxicas sin observarse ningún patrón en la distribución del grado de esta actividad en las mismas (figura 19).

La familia Dictyotaceae del orden Dictyotales, ha sido muy estudiada en relación con la producción de metabolitos secundarios que son tóxicos a peces y a invertebrados herbívoros y que actúan evitando la herbivoría.

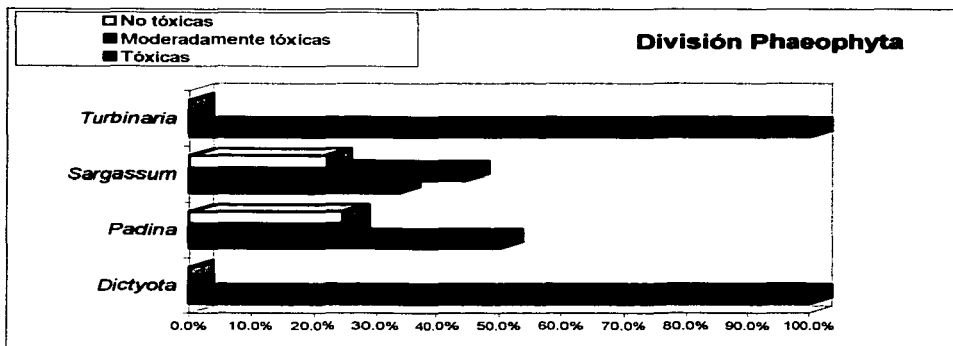


Figura 19. Distribución porcentual del grado de toxicidad en géneros con más de una especie.

Las feofitas tropicales de este orden producen mezclas complejas de terpenoides, acetogeninas y terpenoides aromáticos, (McEnroe *et al.*, 1977 y Faulkner, 1986). Algunos de estos compuestos evitan en forma efectiva que las algas que los contienen, sean comidas por herbívoros en las zonas templadas y tropicales (Hay *et al.*, 1987a, 1987b, y 1988), lo cual coincide con el alto porcentaje de especies tóxicas y moderadamente tóxicas de esta familia encontrado en este estudio, especies que en su mayoría fueron colectadas en el sistema arrecifal de Puerto Morelos. Cronin y Hay (1996) estudiaron la defensa química y la susceptibilidad a la herbivoría de las fases haploide y diploide de *Dictyota ciliolata* encontrando que es similar en ambas fases de su ciclo isomórfico.

La especie *Styopodium zonale* recolectada en el arrecife de Puerto Morelos, resultó ser una de las algas más tóxicas, provocando la muerte de los peces en un período de ocho min, lo que coincide con los resultados reportados por Gerwick y Fenical (1981). Dichos autores

observaron que al poner talos de esta alga en un acuario, los mismos excretaban una sustancia ocre y tóxica al pez herbívoro *Eupomacentrus leucostictus*. De dicha sustancia, se aislaron dos hidroquinonas tóxicas, estipoldione y estypotriol (Ogden y Lobel, 1978; Sun y Fenical, 1979). Se cree que una de las sustancias no tóxicas aisladas de esta alga, “estypodiol”, es la responsable de producir una extrema hiperactividad y respuestas de escape en los peces, cuando estos se ponían en acuarios que contenían el alga (Sun y Fenical, 1979).

La producción de sustancias tóxicas y narcóticas por *S. zonale* contribuyen a la especie pueda sobrevivir en áreas con gran cantidad de depredadores. En estudios de campo efectuados en áreas donde cohabitaban *S. zonale* y el pez herbívoro *E. leucostictus*, nunca se ha observado que éste se alimentara del alga (Gerwick y Fenical, 1981).

Los géneros de la División Rhodophyta con mas de una especie colectada fueron: *Amphiroa* (*A. beauvoisii*, *A. fragilissima* y *A. mexicana*), *Bryocladia* (*B. cuspidata* y *B. thyrsegera*), *Gracilaria* (*G. blodgettii*, *G. bursa-pastoris*, *G. cervicornis*, *G. cornea* y *G. venezuelensis*), *Grateloupia* (*G. doryphora* y *G. filicina*), *Hypnea* (*H. musciformis* e *H. spinella*), *Laurencia* (*L. intricata*, *L. obtusa*, *L. papillosa* y *L. poiteaui*) y *Pterocladia*, (*P. capillaceae* y *P. pinnata*). En ellos no se observó un patrón de distribución de la actividad entre las especies. Únicamente las dos especies de *Bryocladia* y las dos especies de *Grateloupia* fueron tóxicas (figura 20).

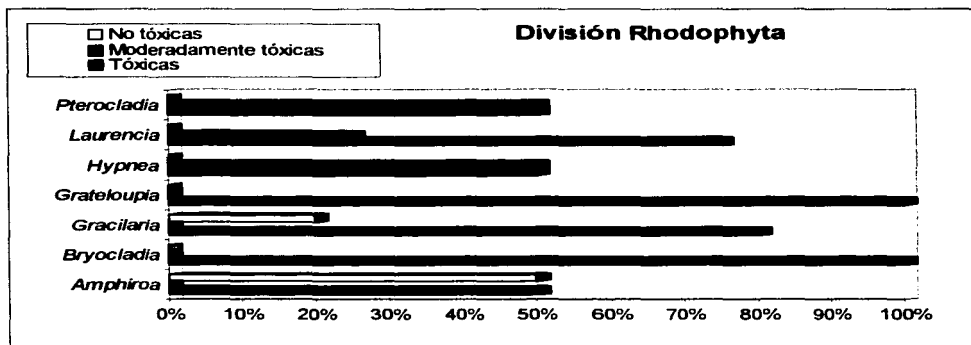


Figura 20. Distribución porcentual del grado de toxicidad en géneros con mas de una especie.

Las familias Bonnemaisoniaceae, Plocamiaceae, Rhizophyllidaceae y Rhodomelaceae son particularmente ricas en compuestos biológicamente activos que comprenden desde halocetonas simples o fenoles bromados a complejos monoterpenos, diterpenos y sesquiterpenos (Faulkner, 1984; Fenical, 1975 y Fenical 1982).

Los ejemplares de *Bryocladia cuspidata*, *B. thyrsgera* colectados respectivamente en la escollera de Tuxpan y Costa de Oro, Veracruz; *Bryothamnium triquetrum*, *Digenea simplex*, *Laurencia intricata*, *L. obtusa* y *L. papillosa*, colectados en el sistema arrecifal de Puerto Morelos, analizados en este estudio, provocaron efectos tóxicos en los organismos de prueba. Todos ellos pertenecen a la familia Rhodomelaceae, lo que coincide con lo reportado en la literatura, ya que sus representantes son conocidos por los metabolitos tóxicos que contienen, los cuales actúan impidiendo la herbivoría (Fenical, 1975 y 1982; Hay *et al.*, 1987b y 1988).

Uno de los géneros mas estudiados en relación a la producción de metabolitos secundarios con fuerte actividad biológica ha sido el género *Laurencia*, que produce metabolitos de diversas clases. Uno de los mas estudiados es el sesquiterpenoide “elatol” del cual se han comprobado sus efectos citotóxicos, ictiotóxicos, insecticidas y su efecto disuasivo de la herbivoría por peces arrecifales (Hay *et al.*, 1987b). Lo cual esta estrechamente relacionado con los resultados obtenidos ya que de las cuatro especies de *Laurencia* evaluadas, *L. intricata* y *L. obtusa* colectadas en Puerto Morelos, fueron tóxicas. *L. papillosa*, con ejemplares colectados en diferentes localidades de Veracruz y Quintana Roo presentó ejemplares tóxicos, moderadamente tóxicos y no tóxicos y *L. poiteaui* de Puerto Morelos fue moderadamente tóxica.

El hecho de que en ninguna División se haya presentado un patrón de distribución de la actividad tóxica en alguno de los géneros donde fue analizada mas de una especie, se debe a que la producción, concentración y nivel de actividad de los metabolitos secundarios tóxicos o que impiden la herbivoría, es como se mencionó anteriormente, directamente influenciada por el área geográfica donde habitan las algas, características ambientales como la presión de herbivoría (Hay y Fenical, 1988; Van Alstyne, 1988; Steinberg, 1989; Steinberg y Paul, 1990; Steinberg y Van Altena, 1992), además de por factores extrínsecos, como la salinidad (Ragan y Glombitza 1986), la concentración de nutrientes (Ilvessalo y Tuomi, 1989), y la estacionalidad (Ragan y Jensen, 1977; Ragan y Glombitza, 1986) y por factores intrínsecos de la planta como el tamaño (Denton *et al.*, 1990), la edad (Pedersen, 1984) y el tipo de tejido (Steinberg, 1984; Steinberg, 1986; Tugwell y Branch, 1989).

En el dendrograma de actividad tóxica (figura 21), se puede observar claramente un gradiente en cuanto al grado de toxicidad formándose en la base conjuntos de especies que van desde tóxicas a no tóxicas; es clara la formación de 2 grandes grupos, el de la izquierda Grupo 1 y el de la derecha Grupo 2.

El Grupo 1 formado por 5 subgrupos o conjuntos, de izquierda a derecha el conjunto (A) con 30 especies cuyos extractos acetónicos y etanólicos fueron tóxicos; el conjunto (B) formado por seis especies cuyo extracto acetónico fue tóxico; el conjunto (C) formado por seis especies de las que el extracto etanólico fue tóxico, el conjunto (D) formado por 14 especies con extractos etanólicos y acetónicos moderadamente tóxicos y el conjunto (E), formado por una sola especie, *Gracilaria venezuelensis*, de la que el extracto etanólico fue tóxico.

El Grupo 2 formado por tres conjuntos de especies: el conjunto (F) con una sola especie, *Halymenia agardhii*, cuyo extracto acetónico fue moderadamente tóxico; el conjunto (E) formado por tres especies, *Sargassum hystrix*, *Galaxaura oblongata* y *Laurencia poiteani*, de las que el extracto etanólico fue moderadamente tóxico y el conjunto (H), formado por 15 especies cuyos extractos no presentaron ningún grado de toxicidad.

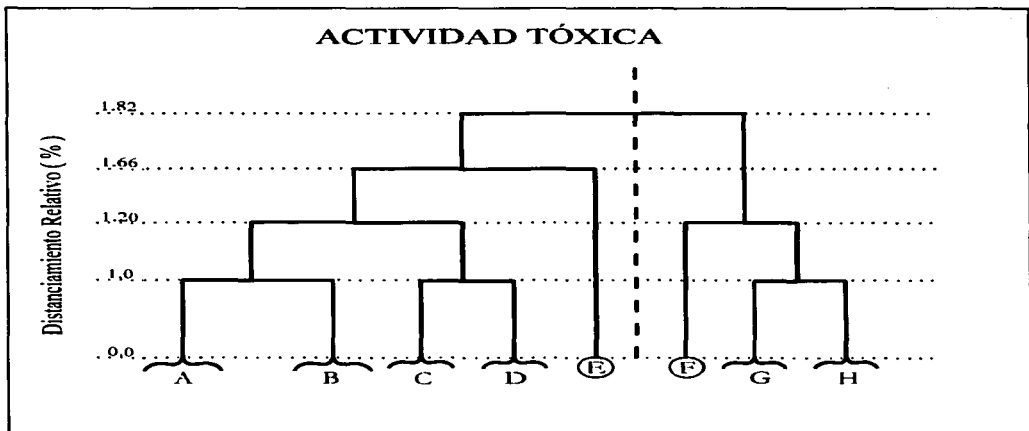


Figura 21. Dendrograma de Actividad Tóxica

### IV.3 Actividad aglutinante

La actividad hemaglutinante de los extractos algales de las 68 especies estudiadas se clasificó según el nivel de especificidad que los mismos presentaron al actuar sobre los diferentes tipos de sangre.

Los extractos de 23 especies (33.8 %), no tuvieron actividad contra ningún tipo sanguíneo (SA). Los extractos de 15 especies (22.1 %), presentaron actividad inespecífica (AI), lo que

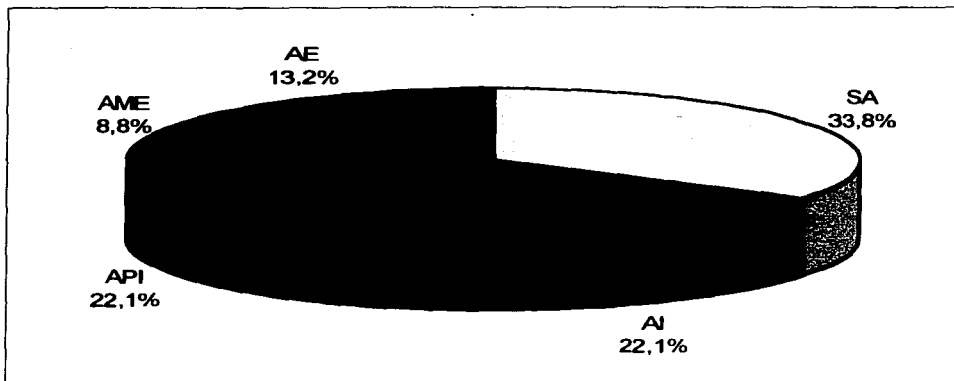
significa que dichos extractos actuaron en alguna medida contra todos los grupos sanguíneos utilizados. La aglutinación ocasionada por 15 especies (22.1 %), fue clasificada como actividad parcialmente inespecífica (API) lo que significa que sus extractos actuaron sobre n-1 tipos sanguíneos.

Los extractos que actuaron sobre un solo tipo sanguíneo humano y sobre la sangre de conejo se clasificaron como extractos con actividad moderadamente específica (AME), presentándose esta característica en 6 (8.8 %) de las 68 especies estudiadas. Únicamente los extractos de nueve especies algales (13.2 %) presentaron actividad específica (AE), ya que estos solo actuaron sobre un solo tipo de sangre, humana o de conejo (Figura 22).

Los niveles de actividad aglutinante de las 68 especies estudiadas se distribuyeron en forma diferente en las tres Divisiones algales.

En la División Chlorophyta se analizaron 14 especies, tres (21.4 %) no tuvieron actividad, cuatro (28.6 %) presentaron actividad inespecífica, cuatro (28.6 %) tuvieron actividad parcialmente inespecífica, dos (14.3 %) actividad moderadamente específica y solo una especie (7.1 %) tuvo actividad aglutinante específica.



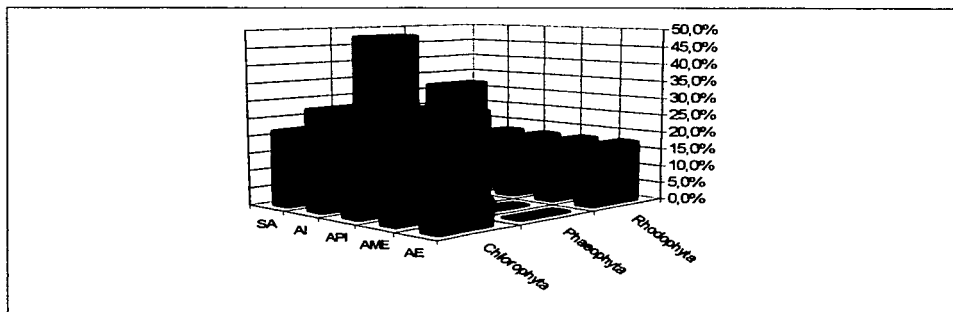


SA=Sin actividad. AI=Actividad inespecífica. API=Actividad parcialmente inespecífica. AME=Actividad moderadamente específica. AE=Actividad específica

Figura 22. Distribución porcentual de los niveles de la actividad aglutinante.

Las 19 especies de la División Phaeophyta presentaron los siguientes niveles de aglutinación; nueve especies (47.4 %), no presentaron actividad aglutinante. Cinco (26.3 %) presentaron actividad inespecífica y cinco (26.3 %) tuvieron actividad parcialmente inespecífica; los extractos de las especies de esta División no presentaron actividad moderadamente específica, ni actividad específica.

De la División Rhodophyta se analizaron 35 especies, 11 (31.43 %) no provocaron ningún grado de aglutinación, seis (17.14 %) presentaron actividad inespecífica, seis (17.14 %) presentaron actividad parcialmente específica, seis (17.4 %) con actividad moderadamente específica y los extractos de seis especies (17.14 %) manifestaron actividad específica (figura 23).



SA = Sin actividad; AI = Actividad inespecífica; API = Actividad parcialmente inespecífica; AME = Actividad moderadamente específica; AE = Actividad específica.

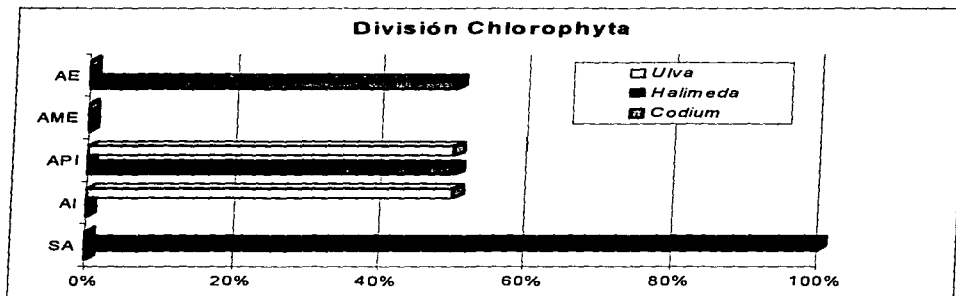
Figura 23. Distribución porcentual del tipo de respuesta aglutinante por División.

Como puede observarse los ejemplares de la División Phaeophyta fueron los que presentaron niveles menores de actividad aglutinante, siendo este grupo el que presentó el mas alto porcentaje de algas sin actividad 47.4 % (9 de 19). Se conoce que en las feofitas la aglutinación no es producida por lectinas de naturaleza proteica. Este fenómeno es debido a la presencia de polifenoles que pueden provocar aglutinación al crear un entramado que atrapa a los eritrocitos, sin unirse a los carbohidratos de su membrana (Rogers y Loveless, 1985). Esto podría explicar el bajo porcentaje de algas sin actividad pertenecientes a la

División Phaeophyta, en cambio en los representantes de la División Chlorophyta y de la División Rhodophyta si existen lectinas o aglutininas de naturaleza proteica y su actividad es mayor.

Se hizo un análisis de la distribución de los niveles de aglutinación en los géneros con más de una especie colectada y cuyos extractos presentaron títulos de actividad mayores de  $2^6$  (1:64 diluciones), al menos, en alguna de sus respuestas.

En la División Chlorophyta los géneros analizados fueron: *Codium* (*C. giraffa* y *C. isthmocladum*), *Halimeda* (*H. discoidea*, *H. opuntia* y *H. tuna*) y *Ulva* (*U. fasciata* y *U. lactuca*). Las especies de *Halimeda* no presentaron actividad aglutinante, siendo el único género donde se presentó un patrón homogéneo de distribución de la actividad aglutinante entre sus especies (figura 24).



SA=Sin actividad. AI=Actividad inespecífica. API=Actividad parcialmente inespecífica. AME=Actividad moderadamente específica. AE=Actividad específica.

Figura 24. Distribución porcentual del tipo de actividad aglutinante en los géneros representados por más de una especie.

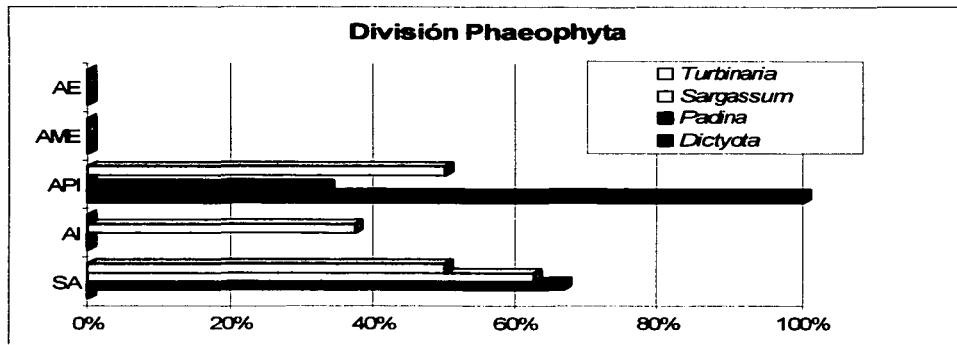
Por los títulos obtenidos en las pruebas de aglutinación, podemos afirmar que las lectinas presentes en *Codium giraffa* tienen una potente acción hemaglutinante sobre los eritrocitos de los grupos sanguíneos O<sup>+</sup>, A<sup>+</sup> y B<sup>+</sup>. Esto había sido previamente estudiado en algunas especies de este género, (Boyd *et al.*, 1966; Blunden *et al.*, 1975; Fábregas *et al.*, 1988a; Chiles y Bird, 1989).

Rogers y Loveless en 1984, reportaron la actividad aglutinante de *C. fragile* var. *atlanticum* y de *C. fragile* var. *tomentosoides* contra eritrocitos humanos tratados enzimáticamente, obteniendo una fuerte actividad contra el grupo A<sup>+</sup>. Es importante destacar la fuerte actividad presentada por los extractos de *Codium giraffa*, especie endémica de México, ya que las pruebas se hicieron sin usar enzimas proteolíticas que cuando se aplican favorecen la aglutinación (Rogers *et al.*, 1982; Kamiya *et al.*, 1982; Rogers y Topliss, 1983; Hori *et al.*, 1988). Los títulos obtenidos fueron altos comparados con los obtenidos por Boyd *et al.*, (1966), Fábregas *et al.*, (1985) y Ainouz y Sampaio (1991) usando eritrocitos sin tratamiento enzimático, por lo que es una especie interesante para ser estudiada posteriormente.

La actividad que presentaron los extractos de *Ulva lactuca* concuerda con los resultados obtenidos por Blunden *et al.*, (1975), Rogers *et al.*, (1980) y Gilboa-Garber *et al.*, (1988). En las muestras de *U. lactuca* colectadas en tres localidades de la costa de Oaxaca así como en una localidad de la costa de Veracruz, todas ellas del intermareal rocoso, no hubo ningún patrón de respuesta, ya que dos de las tres muestras del estado de Oaxaca no tuvieron actividad aglutinante y una, la colectada en Punta Arena, tuvo actividad contra los

tipos sanguíneos O<sup>+</sup>, A<sup>+</sup> y B<sup>+</sup>. Sin embargo la muestra de Costa de Oro, Veracruz, mostró una potente actividad sobre los grupos sanguíneos O<sup>+</sup>, A<sup>+</sup> y B<sup>+</sup>, con títulos de hasta de 2<sup>10</sup> para el grupo O<sup>+</sup>. Estos resultados evidencian la influencia que pueden tener las condiciones del sitio de colecta (variabilidad geográfica) sobre los niveles de actividad, fenómeno sugerido por Fábregas *et al.*, (1985) e Ingram (1985).

Los géneros de la División Phaeophyta con mas de una especie analizada fueron: *Dictyota* (*D. bartayresiana* y *D. cervicornis*), *Padina* (*P. borgeseni*, *P. durvillaei* y *P. gymnospora*), *Sargassum* (*S. cymosum*, *S. filipendula*, *S. fluitans*, *S. hystrix*, *S. liebmanni*, *S. polyceratium*, *S. pteropleuron* y *S. vulgare*) y *Turbinaria*, (*T. tricostata* y *T. turbinata*), de ellos solo *Dictyota* presentó un patrón homogéneo de distribución de actividad aglutinante ya que ambas especies analizadas presentaron actividad parcialmente inespecífica, (figura25).



SA=Sin actividad. AI=Actividad inespecífica. API=Actividad parcialmente inespecífica. AME=Actividad moderadamente específica. AE=Actividad específica.

Figura 25. Distribución porcentual del tipo de actividad aglutinante en géneros representados por mas de una especie.

La actividad aglutinante de esta División es la menos estudiada. Se sabe que las aglutininas de las feofitas son diferentes en su naturaleza química que las encontradas en las clorofitas y rodofitas. La única molécula semejante a una lectina encontrada en las feofitas fue aislada de *Fucus vesiculosus* por Ferreiros y Criado en 1983. Los representantes del orden Fucales han sido reportados con actividad aglutinante alta , uno de los géneros mas estudiado es *Fucus* (Ferreiros y Criado, 1983; Rogers y Loveless, 1985).

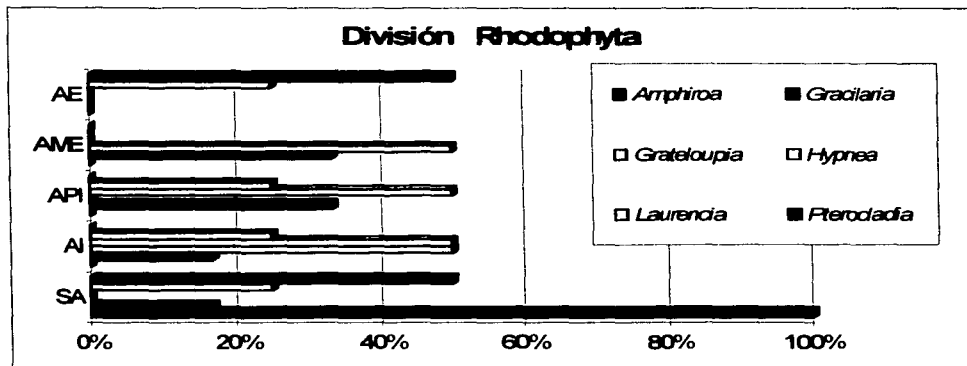
En este estudio se analizó la actividad aglutinante de ocho especies de *Sargassum* y dos de *Turbinaria*, ambos géneros del orden Fucales. Cinco especies de *Sargassum* no presentaron actividad aglutinante y tres tuvieron una actividad inespecífica. *Turbinaria tricostata* presentó actividad parcialmente inespecífica y los extractos de *T. turbinata* no tuvieron actividad.

Dos de las tres especies de *Padina* estudiadas no tuvieron actividad y los ejemplares de *Padina borgesensis* presentaron variación geográfica en su actividad, ya que fue colectada en tres localidades de la costa Veracruz, presentando diferentes niveles de actividad en cada una de ellas.

Las dos especies de *Dictyota* analizadas (*D. bartayresiana* y *D. cervicornis*) colectadas ambas en el arrecife Puerto Morelos, en dos periodos de tiempo diferentes, presentaron variación anual en su actividad, las muestras colectadas en 1992 no tuvieron actividad, mientras que las de dos años después, presentaron actividad parcialmente inespecífica (API),

lo que muestra otro de los factores que pueden intervenir en las variaciones de los niveles de la actividad y en la producción de polifenoles.

En la División Rhodophyta los géneros con mas de una especie fueron: *Amphiroa*, (*A. beauvoisii*, *A. mexicana* y *A. fragilissima*), *Gracilaria* (*G. blodgettii*, *G. bursa-pastoris*, *G. cervicornis*, *G. cornea*, *G. mamilaris* y *G. venezuelensis*), *Grateloupia* (*G. doryphora* y *G. filicina*), *Hypnea* (*H. musciformis* e *H. spinella*), *Laurencia* (*L. intricata*, *L. obtusa*, *L. papillosa* y *L. poitei*) y *Pterocladia* (*P. capillaceae* y *P. pinnata*). Ninguna de las especies del género *Amphiroa* presentaron actividad aglutinante, siendo el único género estudiado de esta División con un patrón homogéneo de distribución de la actividad, (figura 26).



SA=Sin actividad. AI=Actividad inespecifica. API=Actividad parcialmente inespecifica. AME=Actividad moderadamente especifica AE=Actividad especifica.  
 actividad potente > 2<sup>6</sup> al menos con un tipo sanguineo

Figura 26. Distribución porcentual del tipo de actividad aglutinante en los géneros representados por mas de una especie.

Las rodofitas han sido consideradas como la fuente mas prometedora de lectinas, se ha encontrado actividad aglutinante en cerca de 40 especies de algas rojas, y sus aglutininas han recibido mayor atención. Se han aislado, caracterizado y han sido estudiadas detalladamente las lectinas de 16 especies de este grupo ( Rogers y Fish, 1991). Muchas de estas lectinas no son inhibidas por azucares simples o sus derivados, tienen pesos moleculares bajos (Hori *et al.*, 1986a), son proteínas cuya actividad no es sensible a cambios de temperatura o de pH y pueden ser guardadas bajo congelación por largos periodos de tiempo, sin tener pérdidas en su actividad, (Rogers y Fish, 1991).

En general la actividad de las hemaglutininas algales es mas potente cuando actúan sobre eritrocitos animales, especialmente de conejo, que cuando actúan sobre eritrocitos humanos (Shiomi *et al.*, 1979; Hori *et al.*, 1981). Estas observaciones coinciden con los resultados obtenidos en este trabajo, ya que en las pruebas donde hubo actividad con ambos tipos de sangre, generalmente los títulos obtenidos con la sangre de conejo fueron mas altos. Además de nueve especies con actividad especifica sobre un solo tipo de sangre, siete mostraron su especificidad por la sangre de conejo. En diversas investigaciones realizadas usando solamente eritrocitos humanos, la actividad hemaglutinante fue nula en muchas especies y muy pobre en otras (Boyd *et al.*, 1966; Blunden *et al.*, 1978; Rogers, 1977; Rogers *et al.*, 1980).

Los resultados de las pruebas de aglutinación de todas las especies analizadas se presentan en la tabla 6.



Podemos observar que los títulos de actividad para la sangre de conejo de muchas de las especies algales, son mas altos que para los tipos sanguíneos humanos, por lo cual puede considerarse a la sangre de conejo mas sensible para este tipo de pruebas.

Los títulos altos obtenidos con los extractos de varias de las especies estudiadas, muestran que las algas marinas mexicanas son una fuente virgen de aglutininas susceptibles de estudios posteriores.

En dendrograma de actividad aglutinante (figura 27), al igual que en el de antibiosis, se observa la formación de estructuras llamadas cascadas; lo que demuestra la elevada afinidad en la expresión de la actividad de numerosas especies y una gradación de la misma desde el punto de vista cuantitativo.

En este dendrograma se forman dos grupos: el grupo 1 esta formado por 12 especies, que presentaron actividad aglutinante fuerte, con títulos mayores de  $2^6$ , al menos en una de sus respuestas, de ellas, nueve presentaron actividad inespecifica, dos actividad parcialmente inespecifica y una, *Codium giraffa*, presentó actividad especifica.

El grupo 2 esta formado por 27 especies independientes y cuatro conjuntos de especies. El conjunto A esta formado por 23 especies que no presentaron actividad aglutinante, de ellas tres son clorofitas, nueve feofitas y 11 rodofitas. El conjunto B formado por dos especies *Udotea flabellum* y *Halitilton cubense* que tuvieron actividad muy especifica y fuerte sobre la sangre de conejo con títulos de  $2^9$ . El conjunto C formado por *Bryocladia cuspidata* y

*Bryothamnium triquetrum* cuyos extracto tuvieron actividad especifica sobre la sangre de conejo con titulos hasta de  $2^4$ , por último el conjunto D formado por *Gracilaria blodgettii* y *Grateloupia doryphora* con actividad moderadamente especifica aglutinando sangre humana tipo O<sup>+</sup>, con titulos de  $2^5$  y sangre de conejo con titulos de  $2^{10}$ .

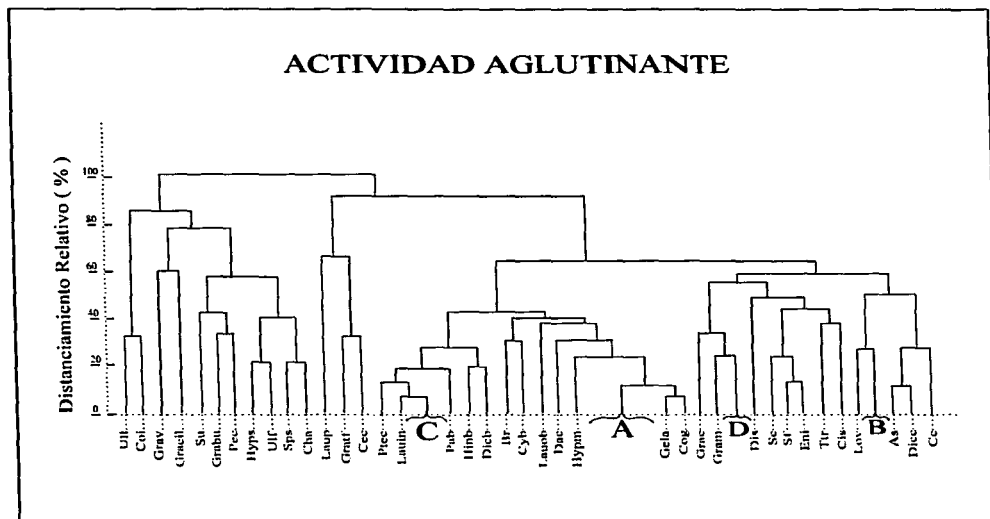


Figura 27. Dendrograma de Actividad Aglutinante.

#### IV.4 Actividad anticoagulante

Para evaluar esta actividad se analizaron 67 especies. Todas ellas presentaron al menos una leve respuesta anticoagulante, casi siempre inferior a cinco min. En su inmensa mayoría, retardaron la coagulación menos de un minuto, clasificándose a esta respuesta como actividad leve, la cual se presentó en 55 especies (82.1 %). Aquellas especies cuyos extractos provocaron una respuesta anticoagulante mayor a 10 min se clasificaron como de actividad fuerte. Solo 10 especies (14.9 %) manifestaron esta propiedad. La actividad moderada quedó definida para los extractos que retardaron la coagulación de la sangre de 5 a 10 min, lo cual ocurrió solo con dos especies (3.0%), (figura 28).

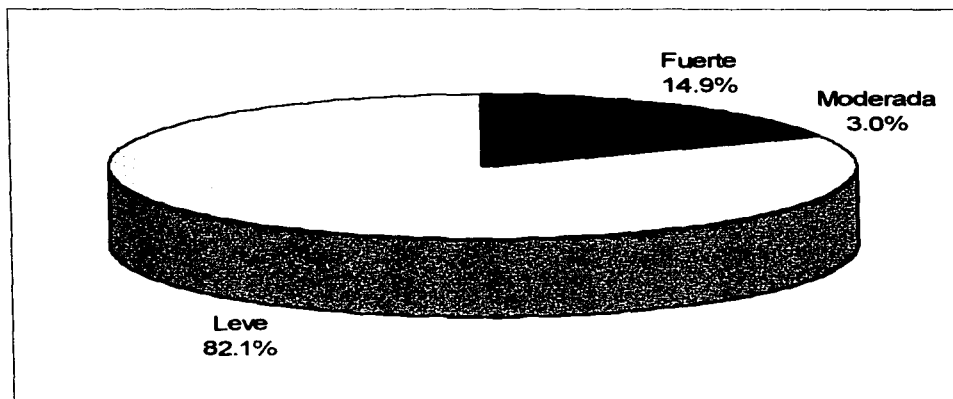


Figura 28. Distribución del grado de actividad anticoagulante.

Se clasificó como actividad anticoagulante significativa la de aquellos extractos cuya respuesta anticoagulante fue moderada o fuerte ( $\geq 5$  min). Este comportamiento se manifestó en 12 especies (17.9 %) del total evaluado. De ellas, siete (58.3 %) retardaron la coagulación por mas de cinco min en las pruebas de tiempo de trombina, cuatro (33.3 %) en el tiempo de protrombina y solo una especie (8.4 %), *Halimeda discoidea*, la retardó en ambas pruebas, tiempo de trombina y tiempo de protrombina, (figura 29).

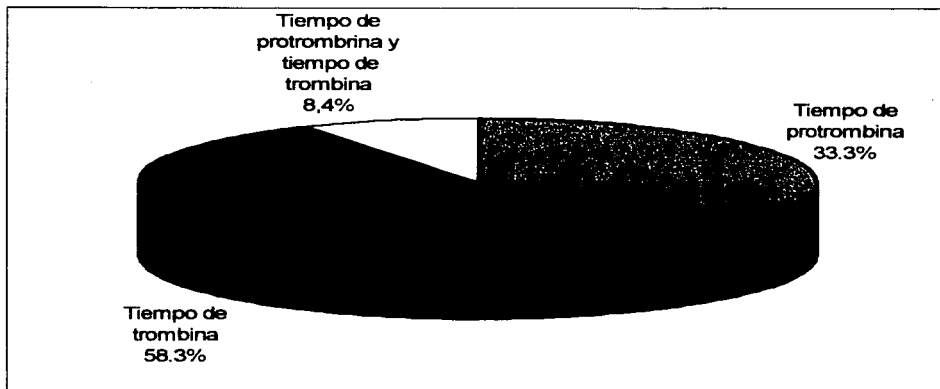


Figura 29. Por ciento de especies con actividad anticoagulante significativa

Para la prueba de tiempo de trombina, las especies que presentaron una actividad anticoagulante fuerte, semejante a la de los controles de heparina fueron las clorofitas *Codium giraffa* y *Halimeda discoidea*, la feofita *Sargassum hystrix* y las rodofitas *Gracilaria cervicornis*, *Grateloupia doryphora* y *Grateloupia filicina*. Los extractos de

*Codium isthmocladum* y *Udotea flabellum* presentaron actividad moderada, e impidieron la coagulación por espacio de 6 y 6.7 min respectivamente.

En la prueba de tiempo de protrombina las especies que afectaron la coagulación con actividad fuerte semejante a la heparina fueron: *Caulerpa cupressoides*, *Halimeda discoidea*, *Penicillus capitatus* y *Udotea flabellum* (Chlorophyta); *Sargassum vulgare* (Phaeophyta) y *Pterocladia capillaceae* (Rhodophyta).

El extracto de *Halimeda discoidea* presentó valores mayores a 10 min tanto en la prueba de trombina y como en la de protrombina. Dichos valores son semejantes a los presentados por los controles de heparina. Esto sugiere la presencia de alguna molécula capaz de inhibir la coagulación, que interviene a nivel del proceso de reacciones en cascada (Davie y Ratnoff, 1964)

El análisis de la distribución de la actividad significativa (> a 5 min) en los cinco géneros representados por mas de una especie, *Codium*, (*C. isthmocladum*, *C. giraffa*), *Halimeda* (*H. discoidea*, *H. opuntia* y *H. tuna*) (Chlorophyta), *Sargassum* (*S. cymosum*, *S. filipendula*, *S. fluitans*, *S. hystrix*, *S. liebmamii*, *S. polyceratium*, *S. Pteropleuron* y *S. vulgare*) (Phaeophyta), *Gracilaria* (*G. blodgettii*, *G. bursa-pastoris*, *G. cervicornis*, *G. cornea*, *G. mammilaris* y *G. venezuelensis*) y *Grateloupia* (*G. doryphora* y *G. filicina*) (Rhodophyta), demostró que no existe un patrón de distribución de la actividad entre las especies de alguno de estos géneros (figura 30).

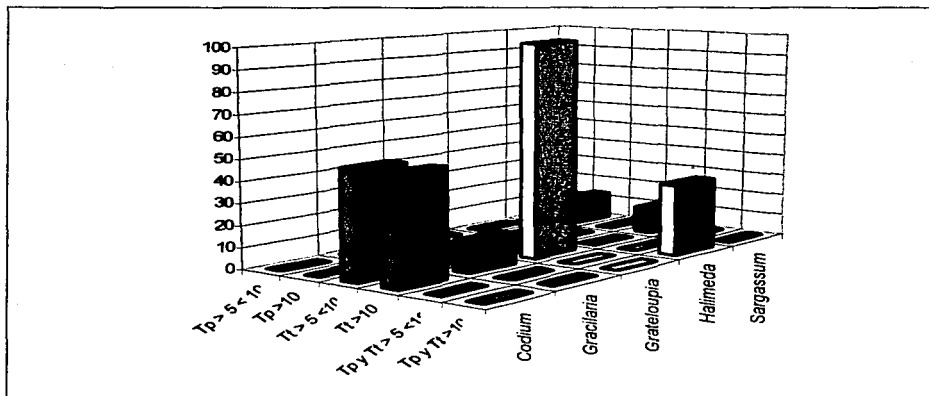


Figura 30. Distribución por géneros del tipo de actividad anticoagulante más significativa.

Es interesante resaltar que en algunas especies (*Udotea flabellum*, *Chnoospora minima*, *Sargassum vulgare*, *Gracilaria cervicornis*, *Grateloupia filicina*), tampoco se presentó una actividad homogénea en las muestras de las mismas colectadas en varias localidades (tabla 7 del apéndice). Esta peculiaridad pudiera deberse a la influencia que ocasionan las variaciones de las condiciones del medio donde se encuentran los ejemplares. Esta variabilidad no había sido reportada previamente en la literatura para la actividad anticoagulante, pero coincide con la respuesta que expresan otras actividades biológicas, ante variaciones climáticas o ambientales.

El método empleado en la elaboración de los extractos propuesto originalmente por Deacon-Smith *et al.*, (1985) permitió obtener extractos con una gama de moléculas solubles en soluciones amortiguadoras, las cuales intervinieron en la inhibición del proceso de

coagulación del plasma. Permitió además obtener en algas, como *Halimeda discoidea*, una sustancia capaz de ejercer un doble efecto a nivel de los tiempos de trombina y de protrombina.

Esta especie se presenta como prometedora para estudios más profundos sobre sus efectos anticoagulantes, así como para el aislamiento e identificación de los metabolitos responsables de la actividad.

Por los resultados obtenidos, pudiera proponerse a: *Caulerpa cupressoides*, *Codium giraffa*, *Penicillus capitatus*, *Udotea flabellum* (Chlorophyta), *Sargassum hystrix*, *S. vulgare* (Phaeophyta), *Gracilaria cervicornis*, *Grateloupia doryphora*, *Grateloupia filicina* y *Pterocladia capillaceae* (Rhodophyta), como especies prometedoras para ser analizadas y posiblemente usadas como anticoagulantes con efectos similares a los de la heparina.

En el dendrograma de actividad anticoagulante (figura 31), es evidente la formación de dos grupos de especies, con dos subgrupos cada uno, dividiéndose dicotómicamente hasta tener en la base una serie de especies independientes y un solo conjunto de especies (A) formado por *Dicyota bartayresiana*, *Sargassum liebmannii*, *Dasya crouaniana* y *Haliptilon cubense*, las tres presentaron un tiempo de trombina y un tiempo de protrombina menor a un minuto. El grupo más distante hacia la derecha está formado por especies cuyos extractos retrasaron la coagulación por periodos iguales o mayores de 10 min.

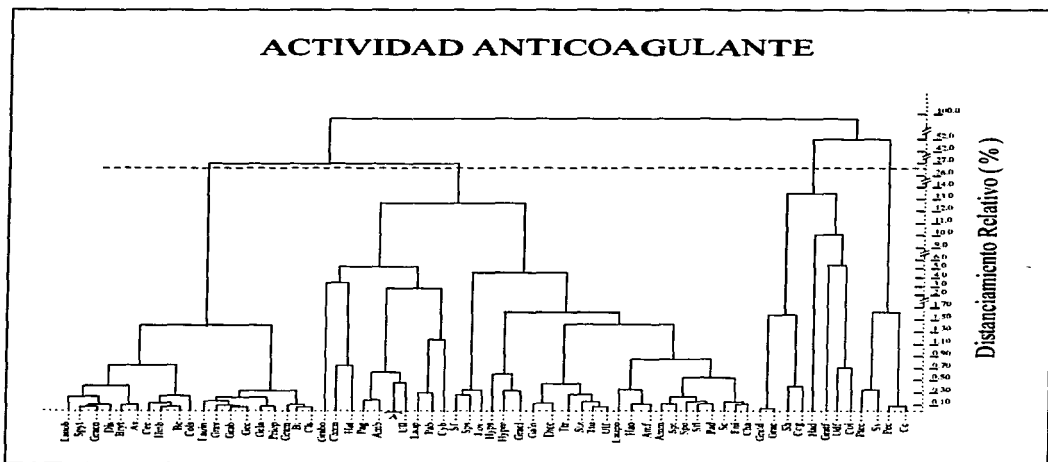


Figura 31. Dendrograma de Actividad Anticoagulante.

#### IV.5 Análisis comparativo de los dendrogramas

La organización y jerarquización de las relaciones de afinidad entre las especies de las algas colectadas atendiendo al carácter de su actividad, muestra de modo evidente algunas regularidades inherentes a todos los tipos de actividades, así como varias particularidades propias de cada actividad evaluada. Entre las regularidades observadas se pueden citar:



1. La existencia de un gradiente en el carácter y en la intensidad de la actividad. Este gradiente varió de acuerdo al tipo de actividad, haciéndose muy evidente en algunas de ellas. Así en el caso de la actividad tóxica este se conformó desde aquel conjunto de especies con alta toxicidad para los dos extractos, hasta aquellas especies sin ninguna actividad tóxica. En el caso de la actividad antibiótica el gradiente se formó a partir de las especies que no tienen ninguna actividad hasta aquellas en las cuales al menos un extracto fue activo. De acuerdo con la estructuración de estos gradientes los valores de la distancia entre los grupos extremos fueron los más altos.

2. Una gran similitud entre especies. Este hecho determinó que la gran mayoría de ellas se agrupara en grandes conjuntos con valores de distancia equivalentes y muy pequeños con respecto a los grupos mas distantes. Este hecho se percibe con mucha claridad en el caso de las actividades anticoagulante y antibiótica.

Entre las particularidades propias de algunas actividades se pueden citar :

1. La formación de estructuras en cascada en el caso de la actividad aglutinante, aún utilizando el método de Ward como estrategia aglomerativa, el cual tiende a disminuir este efecto. Ello demuestra la existencia de una elevada afinidad en la expresión de la actividad de numerosas especies y una gradación de la misma desde un punto de vista cuantitativo. Estas estructuras determinaron que el gradiente primario se ordenara a partir no tanto de la intensidad global de la actividad como del tipo y magnitud de las variantes que esta registró.

2. La existencia de especies o conjuntos pequeños de especies con características muy específicas, lo cual determinó que los valores de distancia entre ellas y el resto de las especies evaluadas fueran relativamente grandes. Este hecho se observó con claridad en el caso de la actividad tóxica con las especies *Gracilaria venezuelensis* y *Halymenia agardhii* y en cuanto a la actividad aglutinante con las especies *Codium isthmocladum* y *Ulva lactuca*.

#### IV.6 Relación entre las actividades

El análisis de correlación simple se aplicó a las especies donde se estudiaron las cuatro actividades biológicas (antibiótica, tóxica, aglutinante y anticoagulante) para hacer una comparación entre las mismas; este análisis nos da la medida de asociación entre variables. Todas las correlaciones se hicieron por División, para saber si existía relación entre actividades en las diferentes especies que la forman.

Cuando el valor de la correlación (valor real o modular) es muy alto, el grado de significancia estadística ( $\alpha$ ) es muy bajo, por lo que dicho valor nos dice que las variables están muy asociadas, y es estadísticamente confiable.

Para la División Chlorophyta se analizaron 13 especies con 33 conjuntos de datos (cuando se repiten las especies en distintas localidades y fechas). Para la División Phaeophyta se analizaron 17 especies y 28 conjuntos de datos y para la División Rhodophyta se analizaron 31 especies y 50 conjuntos de datos. Para hacer el análisis, a todos los resultados se les suma

el valor de uno para dar un valor a aquellas especies que no presentaron actividad, cuyo resultado tendría un valor de cero.

Los resultados de las correlaciones por cada División se presentan en las tablas 8, 9 y 10.

1) La mayor correlación o valor de asociación que se presentó entre los datos analizados y que es común para las tres Divisiones algales fue la relación entre la toxicidad del extracto etanólico (TAI) y la toxicidad del extracto acetónico (Tce), por lo que queda de manifiesto que ambos solventes son adecuados para extraer las sustancias que provocan la toxicidad de las algas.

2) Otros valores importantes de asociación son las correlaciones que se dan con un alto valor modular entre dos Divisiones: Phaeophyta y Rhodophyta, la correlación entre la aglutinación del grupo sanguíneo A<sup>+</sup> y la aglutinación del grupo AB<sup>+</sup>, posiblemente por tener el grupo A<sup>+</sup> en ambos tipos de sangre.

3) Un tipo de asociación que se presentó con mas frecuencia es aquel que se da entre dos divisiones, al menos en una con un gran valor modular:

**Correlaciones entre la División Chlorophyta y la División Phaeophyta:**

a) Aglutinación del grupo O<sup>+</sup> y aglutinación del grupo B<sup>+</sup>, con un valor modular mas alto en la División Chlorophyta.

**b) Aglutinación del grupo A<sup>+</sup> y aglutinación de la sangre de conejo (Ac) valor modular mas alto en Chlorophyta.**

**Correlaciones entre la División Chlorophyta y la División Rhodophyta:**

**a) Actividad antibiótica del extracto etanólico contra *Staphylococcus aureus* (Alau) y actividad antibiótica del extracto acetónico contra *S. aureus* (Ceau), con mayor valor modular en clorofitas.**

**b) Correlación entre la aglutinación del grupo O<sup>+</sup> (Ao) y la aglutinación del grupo A<sup>+</sup> (Aa), con valor modular mas alto y mayor significancia estadística en la División Chlorophyta.**

**Correlaciones que se presentaron entre la División Phaeophyta y la División Rhodophyta:**

**a) Entre la aglutinación del grupo O<sup>+</sup> (Ao) y la aglutinación de la sangre de conejo (Ac)**

**b) Entre la aglutinación del grupo A<sup>+</sup> (Aa) y la aglutinación del grupo B<sup>+</sup> (Ab).**

**c) Correlación entre la aglutinación de la sangre de conejo (Ac) y la aglutinación del grupo AB<sup>+</sup> (Aab).**

**4. Otro tipo de correlación fue el que se dio con un valor modular o de afinidad pequeño y comunes por lo menos a dos grupos: la aglutinación del grupo O<sup>+</sup> (Ao) y la aglutinación de AB<sup>+</sup> (Aab) entre feofitas y rodofitas.**

**5. Correlaciones con un valor modular alto y únicas en una División: En la División Chlorophyta la correlación entre la toxicidad del extracto etanólico (Tal) y el tiempo de**

b) Aglutinación del grupo A<sup>+</sup> y aglutinación de la sangre de conejo (Ac) valor modular mas alto en Chlorophyta.

**Correlaciones entre la División Chlorophyta y la División Rhodophyta:**

a) Actividad antibiótica del extracto etanólico contra *Staphylococcus aureus* (Alau) y actividad antibiótica del extracto acetónico contra *S. aureus* (Ceau), con mayor valor modular en clorofitas.

b) Correlación entre la aglutinación del grupo O<sup>+</sup> (Ao) y la aglutinación del grupo A<sup>+</sup> (Aa), con valor modular mas alto y mayor significancia estadística en la División Chlorophyta.

**Correlaciones que se presentaron entre la División Phaeophyta y la División Rhodophyta:**

a) Entre la aglutinación del grupo O<sup>+</sup> (Ao) y la aglutinación de la sangre de conejo (Ac)

b) Entre la aglutinación del grupo A<sup>+</sup> (Aa) y la aglutinación del grupo B<sup>+</sup> (Ab).

c) Correlación entre la aglutinación de la sangre de conejo (Ac) y la aglutinación del grupo AB<sup>+</sup> (Aab).

4. Otro tipo de correlación fue el que se dio con un valor modular o de afinidad pequeño y comunes por lo menos a dos grupos: la aglutinación del grupo O<sup>+</sup> (Ao) y la aglutinación de AB<sup>+</sup> (Aab) entre feofitas y rodofitas.

5. Correlaciones con un valor modular alto y únicas en una División: En la División Chlorophyta la correlación entre la toxicidad del extracto etanólico (Tal) y el tiempo de

**protrombina (TP). En la División Phaeophyta la asociación entre los valores de aglutinación del grupo A+ (Aa) y la aglutinación del grupo AB+ (Aab).**

**6. Para cada División se presentaron correlaciones con valores modulares pequeños, únicos para esa División. Para la División Chlorophyta las correlaciones de este tipo fueron:**

- a) Antibiosis del extracto acetónico (Ceau) y el valor de aglutinación del grupo sanguíneo O+ (Ao).**
- b) Antibiosis del extracto acetónico (Ceau) y aglutinación del grupo A+ (Aa)**
- c) Toxicidad del extracto acetónico (Tce) con el tiempo de protrombina (TP).**
- d) Aglutinación del grupo sanguíneo A+ (Aa) con el tiempo de trombina (TT).**
- e) Correlación entre el tiempo de trombina (TT) y el tiempo de protrombina (TP).**

**En la División Phaeophyta se presentaron las siguientes correlaciones con un pequeño valor modular:**

- a) El valor de la toxicidad del extracto acetónico (Tce) con el valor de aglutinación del grupo A+ (Aa).**
- b) Aglutinación del grupo B+ (Ab) con el valor de aglutinación de la sangre de conejo (Ac).**
- c) El valor de aglutinación del grupo O+ (Ao) y el tiempo de trombina (TT).**

**Para la División Rhodophyta solo se presentó una correlación con valor modular bajo entre los valores de aglutinación del grupo O<sup>-</sup> (Ao) y el valor del tiempo de trombina (TT).**

**Después de analizar los resultados de las correlaciones, se puede decir que:**

1. Existen mayores similitudes entre la División Phaeophyta y la División Rhodophyta.

2. En la División Rhodophyta se registró el número menor de correlaciones (asociaciones de afinidad entre actividades). Se obtuvieron nueve correlaciones de las cuales solo dos tuvieron un valor mayor de 0.500 y una significación estadística muy elevada ( $\alpha < 0.005$ ).

En la División Chlorophyta se obtuvieron 11 correlaciones, de las cuales seis tuvieron significación estadística elevada.

En la División Phaeophyta se presentaron 11 correlaciones. De ellas seis tuvieron mayor significación estadística. El menor número de correlaciones en las rodofitas pudiera deberse a que se trabajó con un número mayor de especies lo cual pudo incrementar la diversidad quimiotaxonómica.

3. En la División Phaeophyta se encontró un mayor número de correlaciones muy significativas (5) y moderadamente significativas (3). En la División Chlorophyta solo se obtuvieron tres correlaciones con una alta significación estadística y en la División Rhodophyta una altamente significativa y seis con valores de significación menores ( $\alpha <$ ).

Para la actividad aglutinante el grupo con mayor especificidad de acción fue el de las clorofitas y por lo tanto es el que debiera priorisarse en su estudio. Las feofitas son las que presentaron menores valores de aglutinación.

4. Las cuatro actividades biológicas estudiadas, parecen ser independientes unas de otras, es decir no hay una asociación entre ellas. No se encontraron datos en la literatura para sustentar lo anterior, ya que los trabajos sobre actividad biológica, se refieren por lo regular a una actividad específica.

5. El tiempo de trombina Tt solo se correlaciona en forma leve con el tiempo de protrombina en las clorofitas.

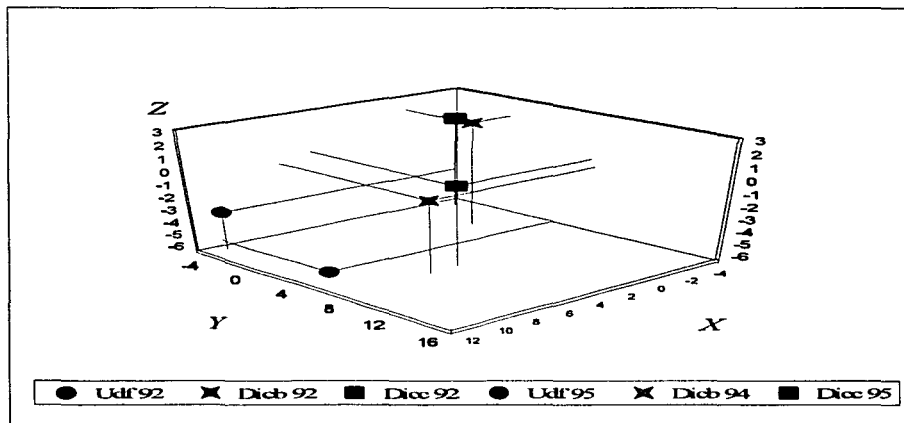
#### IV.7 Análisis de variabilidad anual y geográfica

La variabilidad tanto anual como geográfica de las actividades estudiadas, fue puesta de manifiesto por medio del análisis de componentes principales (PCA).

Para evidenciar las variaciones anuales en la actividad biológica, se tomaron como ejemplo tres especies colectadas en el sistema arrecifal de Puerto Morelos en dos periodos distintos. *Udotea flabellum* colectada en 1992 y 1995, *Dictyota bartayresiana* colectada en 1992 y 1994 y *Dictyota cervicornis* colectada en 1992 y 1995. Los tres ejes (X, Y, Z) corresponden a los tres primeros vectores propios, que representan el porcentaje de la varianza total. En la figura 32 puede observarse una marcada separación en los valores asociados a cada especie en años diferentes, lo cual evidencia la existencia de una elevada variabilidad anual en la actividad biológica global que las mismas poseen. Esto debido a los cambios que se dan en las condiciones ambientales, en periodos de colecta diferentes que afectan la producción y la concentración de los metabolitos responsables de actividad biológica global de las especies



(Hornsey y Hide, 1976; Rao y Parekh, 1981; Vidyavathi y Shihar, 1991; Robles *et al.*, 1996).



Udf *Udotea flabellum*, Dicb *Dictyota bartayresiana*, Dicc *Dictyota cervicomis*.

Figura 32. Diferencias en la actividad ocasionadas por variaciones anuales

Las diferencias en la actividad biológica de algunas especies colectadas en varias localidades, ocasionados por variaciones de carácter geográfico, se pueden observar en las figuras siguientes.

En la figura 33 se observa la distribución en el espacio conformado por los tres vectores propios definidos como los ejes X, Y, Z, de tres especies de la División Chlorophyta: *Chaetomorpha antennina* colectada en dos localidades de la costa del estado de Oaxaca, Cacalotepec (1) y Zicatela (2), con una distancia de 130 km entre ellas. *Ulva fasciata*

colectada en cuatro localidades de la costa del Golfo de México, Soto La Marina (3) y escollera de Tampico (4) en Tamaulipas, con una distancia de 150 km entre ellas y esta última a 150 km de la escollera de Tuxpan (5) en el estado de Veracruz, que se localiza a 60 km de Barra de Cazones(6) en la costa del mismo estado. *Ulva lactuca*, colectada en dos localidades de la costa de Oaxaca, Carrizalillo (7) y Punta Arena (8), con 140 km de distancia entre ellas.

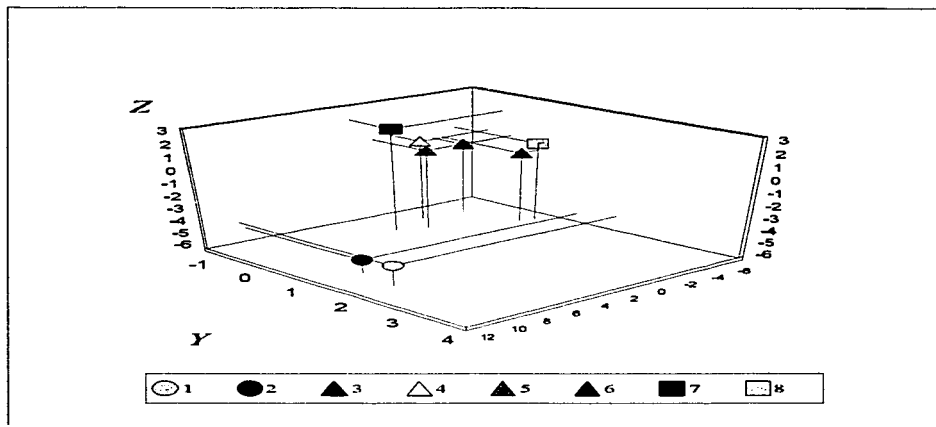


Figura 33. Diferencias en la actividad de las clorofíceas ocasionados por variaciones geográficas.

- |  |  |
|--|--|
| 1. <i>Chaetomorpha antennina</i> Cacalotepec | 2. <i>Chaetomorpha antennina</i> Zicatela    |
| 3. <i>Ulva fasciata</i> Soto La Marina       | 4. <i>Ulva fasciata</i> Escollera de Tampico |
| 5. <i>Ulva fasciata</i> Escollera de Tuxpan  | 6. <i>Ulva fasciata</i> Barra de Cazones     |
| 7. <i>Ulva lactuca</i> Carrizalillo          | 8. <i>Ulva lactuca</i> Punta arena           |

Para el ejemplo de *U. fasciata* colectada en cuatro localidades, se puede apreciar una menor distancia entre los puntos de colecta 4 y 5 separados por 150 km, que entre los puntos 5 y 6

separados por 60 km lo cual indica que hay mayor semejanza entre la actividad biológica evaluada en las muestras colectadas en localidades mas cercanas

En la figura 34 se observan de igual modo las diferencias en la actividad biológica global de *Enteromorpha intestinalis* colectada en 10 localidades diferentes. Cuatro de ellas en la costa del Pacífico, una en Guerrero (Revolcadero) (1) a 200 Km de Cacalotepec (2), primera localidad de las tres de la costa de Oaxaca, a 130 km de distancia de Zicatela (3) y ésta a 30 km de Zipolite (4). En la costa del Golfo de México se colectó esta especie, en seis localidades, en Soto La Marina (5), Tamaulipas a 300 Km de la Escollera de Tuxpan (6), primera localidad del estado de Veracruz, a 60 Km de Barra de Cazones (7), ésta a 180 Km de Punta Delgada (8) que se encuentra a 55 Km de La Mancha (9) y ésta a 50 Km de la siguiente localidad, Costa de Oro (10).

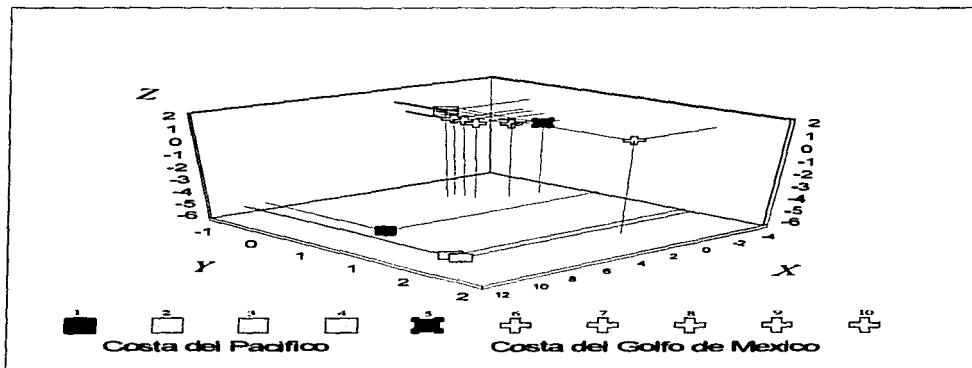
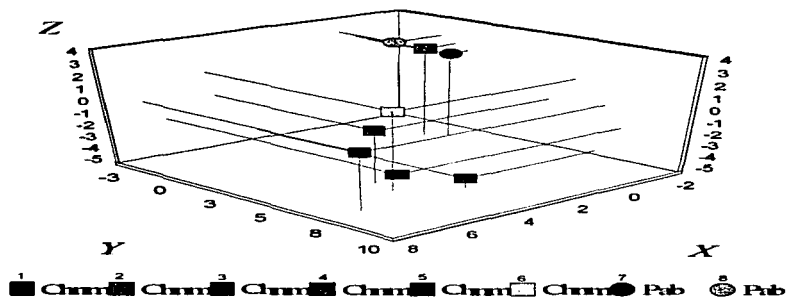


Figura 34. Diferencias en la actividad de *Enteromorpha intestinalis* ocasionados por variaciones geográficas.

En las muestras colectadas en la costa del Pacífico, se observa algo similar a lo observado en la gráfica anterior. Existe una mayor distancia entre los puntos correspondientes a localidades más cercanas (3 y 4) que entre las más distantes (1 y 2 ó 1 y 3), lo que indica que hay mayor diferencia en la actividad biológica de las muestras de *E. intestinalis* colectadas en localidades más cercanas, lo que podría interpretarse que aunque las condiciones ambientales de localidades más cercanas son más parecidas, alguna de las muestras pudo haber sido colectada en un microambiente con condiciones distintas a las del resto del área.

La figura 35 se refiere a la variación en la actividad biológica en dos algas de la División Phaeophyta, *Chnoospora minima* y *Padina boergesenii*. *Ch. minima* colectada en Cacalotepec (1) y Zicatela (2) en la costa de Oaxaca a 130 Km una de la otra y en cuatro localidades de la costa de Veracruz: Punta Delgada (3) a 10 Km de Punta el Morro (4), situada a 10 Km de Boca Andrea (5) y esta a su vez ubicada a 5 Km de Punta la Litera (6). *P. boergesenii* se colectó en Boca Andrea y en de Punta la Litera, a 5 Km una de la otra, ambas localidades en la costa de Veracruz.

Para el ejemplo de *Ch. minima*, se puede observar una marcada separación en los puntos de los valores asociados a la actividad biológica de las muestras de la especie colectadas en las localidades más lejanas (1 y 2), que los puntos correspondientes a los valores de ejemplares de localidades más cercanas (3 y 4, 4 y 5, o 5 y 6), lo que quiere decir que hay mayor diferencia en la actividad biológica de muestras de la misma especie colectadas en localidades más distantes, por condiciones diferentes en el medio. En esta figura se manifiesta un comportamiento contrario que al observado en las figuras anteriores.



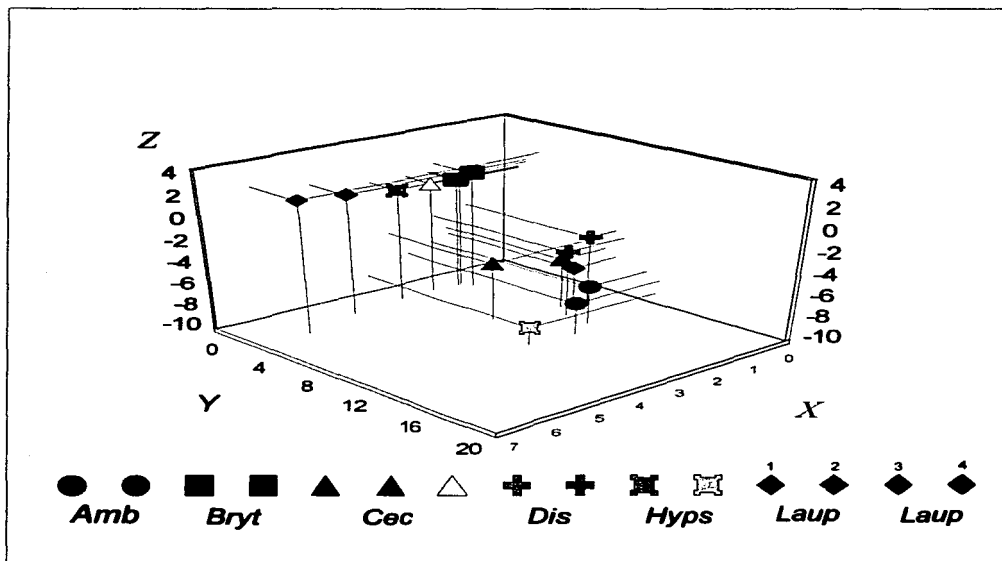
Chnm *Chnoospora minima*

Pab *Padina boergesenii*

Figura 35. Diferencias en la actividad de las feofitas ocasionados por variaciones geográficas.

La figura 36 nos muestra las diferencias en la actividad ocasionadas por variaciones geográficas para seis especies de la División Rhodophyta: *Amphiroa beauvoisii*, colectada la costa de Oaxaca en Cacalotepec y Zicatela a 130 Km de distancia una de la otra. *Bryothamnium triquetrum* colectada en el Predio San Francisco y Puerto Morelos, localidades muy cercanas. *Centroceras clavulatum* colectada en la costa de Veracruz, en Punta Delgada a 25 Km de Punta La Litera y ésta a 30 Km de La Mancha. *Digenea simplex* colectada en la costa de Quintana Roo en Cancun y Tulum localidades a mas de 100 Km de distancia en la costa de Quintana Roo. *Hypnea spinella* colectada en Punta Delgada y Costa de Oro, Veracruz, localidades con 105 Km de distancia entre ellas. *Laurencia*

*papillosa* colectada en dos localidades del estado de Veracruz, Punta La Litera (1) y La Mancha (2) a 30 Km una de otra y en Quintana Roo en el Predio San Francisco (3) y Tulum (4) localidades muy cercanas.



**Amb** *Amphiroa beauvoisii*  
**Hyps** *Hypnea spinella*  
**Dis** *Digenea simplex*

**Cec** *Centroceras clavulatum*  
**Bryt** *Bryothamnium triquetrum*  
**Laup** *Laurencia papillosa*

Figura 36. Cambios en la actividad de las rodofitas ocasionados por variaciones geográficas.

Si observamos los puntos correspondientes a los valores asociados a la actividad biológica de las muestras de *Laurencia papillosa*, los mas cercanos son los correspondientes a las muestras colectadas en localidades muy distantes, La Mancha, Veracruz y Tulum, Quintana Roo.

Como puede constatarse con los ejemplos de las tres Divisiones algales, no se puede establecer un patrón en la variación de la actividad biológica, inducido por diferencias geográficas, ya que en ocasiones, ejemplares de la misma especie colectados en localidades muy cercanas presentan grandes diferencias en su actividad, debido posiblemente a que se desarrollan en microambientes distintos. Ejemplares de una misma especie colectados en localidades muy distantes, pueden presentar niveles de actividad semejantes, lo que podría deberse a que las condiciones del medio en el que crecen, son similares.

## V. CONCLUSIONES

De las 106 especies analizadas en este trabajo, solo en 56 especies, colectadas en otras partes del oceano mundial, habia sido reportado previamente algún tipo de actividad biológica, por lo que este trabajo representa la primera aportación al conocimiento a nivel mundial de la actividad biológica de 50 especies, y el primer trabajo en el mundo sobre actividad biológica de especies de algas marinas mexicanas.

Después de realizar el análisis de los resultados obtenidos en este trabajo, se puede decir que las sustancias responsables de la actividad antibacteriana y de la actividad tóxica de los

extractos de las especies algales estudiadas, son solubles en solventes orgánicos menos polares que el agua, por lo que los extractos acuosos presentaron poca o nula actividad antibacteriana y/o tóxica. La actividad antibacteriana de los extractos en la mayoría de los casos se manifestó contra las cepas Gram positivas. El mayor porcentaje de especies con actividad antibacteriana se encontró en las Divisiones Chlorophyta y Phaeophyta.

El mayor porcentaje de extractos tóxicos se encontró en especies de la División Rhodophyta que en su mayoría fueron colectadas en el sistema arrecifal de Puerto Morelos, donde existe una gran presión de herbivoría. El alto porcentaje de especies tóxicas y moderadamente tóxicas encontradas en este estudio, confirma que la toxicidad, entre otras cosas, es un mecanismo de defensa prevalente en las zonas tropicales, que contribuye a que dichas especies no sean atacadas por la acción de los herbívoros.

Las especies de la División Chlorophyta fueron las que presentaron el más alto porcentaje de actividad aglutinante, siendo *Codium giraffa* la que presentó mayor actividad. Se puede afirmar que la sangre de conejo usada en las pruebas de aglutinación fue más sensible a la acción de los extractos algales.

Se pudo comprobar que existen especies algales con actividad anticoagulante igual o mayor a la heparina. Todos los extractos presentaron un mínimo de actividad anticoagulante por lo que suponemos que esta característica es común a otras especies algales.



**La presencia y la potencia de los diferentes tipos de actividad biológica de los extractos de las 106 especies mexicanas materia de este trabajo se vio afectada por las condiciones ambientales de los sitios de colecta y las fechas en las que se llevó a cabo la misma.**

**El alto porcentaje de especies encontrado con uno o varios tipos de actividad biológica, confirma para las algas mexicanas la existencia de sustancias bioactivas susceptibles de ser aisladas, identificadas y posiblemente sintetizadas para ser usadas en farmacología, medicina y en otras áreas.**

**Por lo anteriormente expuesto se puede considerar a las algas marinas mexicanas como un recurso potencial poco explorado, que puede ser usado como fuente de sustancias biológicamente activas con usos diversos.**

## **VI. CONSIDERACIONES FINALES**

**Este trabajo es la primera aportación al conocimiento de la actividad biológica de las macroalgas de las costas mexicanas, área que no había sido estudiada con anterioridad. Se puede demostrar con este ejemplo que la ficoflora marina es un recurso natural poco explorado con un gran potencial de uso, por lo cual se convierte en un campo abierto de investigación en Ficología aplicada.**

Se propone que se continúe con el estudio de la actividad biológica de un mayor número de especies algales mexicanas, tomando como base los resultados de esta investigación y las siguientes consideraciones:

Para profundizar en el estudio de la actividad antibacteriana se propone estudiar a los géneros y a las especies con mayor actividad, los que presentaron un espectro de acción amplio para el solvente y para la cepa bacteriana como las clorofitas *Halimeda opuntia* y *Udotea flabellum*, las feofitas *Dictyota cervicornis*, *D. volubilis*, *Padina boregesenii*, *P. durvillaei* y *Turbinaria turbinata* especies de las cuales ya se han aislado e identificado algunas sustancias a las que les atribuyen la actividad antibiótica y las rodofitas *Amphiroa beauvoisii* y *Digenea simplex*.

Resultaría interesante también, hacer un estudio mas profundo y sistemático de aquellas especies como *Caulerpa racemosa*, *C. sertularioides*, *Dictyota volubilis*, *Sargassum acinarum* y *Bryothamnium triquetrum* colectadas en Playa Paraiso que presentaron variación estacional en su actividad.

Para el caso de la actividad tóxica se proponen como especies interesantes para llevar a cabo estudios mas profundos, a: *Caulerpa cupressoides*, *Penicillus capitatus*, *Udotea flabellum*, *Styopodium zonale*, *Bryocladia cuspidata*, *B. thyrsgera*, *Bryothamnium triquetrum*, *Digenea simplex*, *Laurencia intricata*, *L. obtusa* y *L. papillosa*, la gran mayoría colectadas en el sistema arrecifal de Puerto Morelos, las cuales tuvieron efectos letales en los peces.

Sería interesante hacer observaciones de campo y ver si realmente estas especies están sujetas a la presión de herbivoría.

En especies como *Codium giraffa* que presentó actividad aglutinante significativa se debería proceder a aislar y a identificar el o los compuestos causantes de la actividad y considerar su factibilidad de uso en la tipificación de grupos sanguíneos. Se sabe que las rodofitas son una fuente prometedora de lectinas, por lo que se propone continuar con el estudio de las aglutininas de las rofofitas mexicanas, ya que no se han hecho estudios en este campo.

Especies como *Halimeda discoidea*, *Caulerpa cupressoides*, *Penicillus capitatus*, *Udotea flabellum*, *Sargassum hystrix*, *S. vulgare*, *Gracilaria cervicornis*, *Grateloupia doryphora*, *G. filicina* y *Pterocladia capillaceae*, que tuvieron una potente actividad anticoagulante deben ser sujetas de estudios posteriores para su posible utilización como anticoagulantes, semejantes a la heparina.

Después de concluir esta evaluación, se puede recomendar que este tipo de estudios se hagan en áreas geográficas limitadas, en forma sistemática y con una periodicidad establecida. Resultan interesantes localidades como el sistema arrecifal de Puerto Morelos, Quintana Roo, donde se obtuvo gran cantidad de especies con actividad biológica diversa, quedando aún gran cantidad de especies por estudiar y algunas localidades de las costa de Veracruz, como Playa Paraiso, donde se observó una marcada variación estacional en la actividad antibacteriana de las especies colectadas.

Resultaría interesante también, iniciar el estudio de la actividad biológica de especies que se encuentran en las costas de Baja California, ya que las condiciones ambientales de esta zona son diferentes y contrastantes con las de las áreas estudiadas hasta el momento.

Las expectativas que se pueden crear alrededor de una especie, con actividad prometedora están condicionadas por los cambios en la actividad que se pueden presentar por su ubicación geográfica, la fecha y el método de colecta.

El método de colecta, debe de ser afinado y estandarizado para evitar al máximo las variaciones si las recolectas las llevan a cabo personas diferentes. Se deben de seleccionar siempre las especies más conspicuas, en cuanto a tamaño y abundancia, para poder asegurar una cantidad suficiente, para llevar a cabo todas las pruebas que se pretendan realizar, con la muestra colectada en una localidad en una fecha determinada. Seleccionar siempre a los individuos menos epifitados.

Para evitar al máximo las variaciones locales del entorno físico de la planta, se deben coleccionar siempre los especímenes en facies similares de zonación litoral o sublitoral.

Como se ha podido comprobar existen especies interesantes o prometedoras por el tipo de actividad biológica que presentan, sin embargo se debe ser cuidadoso si se pretende continuar con investigaciones sobre las mismas ya que se ha constatado la existencia de variaciones estacionales y anuales en la presencia y niveles de la actividad. Por lo que se

propone que se evalúe la actividad biológica en periodos de tiempo sucesivos, para ver si ésta, se mantiene, se incrementa o no se presenta.

Es evidente que las algas son una fuente de sustancias con actividad biológica diversa, aspecto poco explorado para las macroalgas marinas mexicanas, por lo que se debe fomentar la investigación en este campo, para conocer su potencialidad y proponer el uso racional de este recurso.

## VII. LITERATURA CITADA

- ABDEL-FATTAH A.F., M. M-D HÜSSEIN & H.M. SALEM. 1974. Studies of the purification and some properties of sargassan, a sulphated heteropolisaccharide from *Sargassum linifolium*. *Carbohydr. Res.* 33: 9-17.
- ADAMS, S. S., B.V. HEATHCOTE. & D. WALKER. 1962. Sulphated degraded laminarin: an antilipaemic agent. *J. Atheroscler. Res.* 2: 314-316.
- ADAMS S. S. & H. M. THORPE. 1957. The anticoagulant activity and toxicity of laminarin sulphated K. *J. Pharm. Pharmacol.*, 9: 459-463.
- AGUILAR-SANTOS, G. & M. S. DOTY. 1968. chemical studies on three species of the marine algal genus *Caulerpa* En: H. D. Freudenthal, (ed), *Proceedings of the third conference on food and drugs from the sea:* 173-176. Marine Technology Society.
- AINOUZ, L. I. & A. H. SAMPAIO. 1991. Screening of Brazilian marine algae for haemagglutinins. *Bot. Mar.* 34: 211-214.
- ANDERSON, W. 1967. Carrageenan, structure and biological activity. *Can. J. Pharm. Sci.*, 2: 81-90.
- ANDERSON, W. & J. G. DUNCAN. 1965. The anticoagulant activity of carrageenan. *J. Pharm. Pharmacol.* 17: 647-654.
- ANDERSON, R.J. & B. VELIMIROV. 1982. An experimental investigation of the palatability of kelp bed algae to the sea urchin *Parechinus angulosus* Leske. *Mar. Ecol.* 3: 357-373.
- ALMODOVAR, L. R. 1964. Ecological aspects of some antibiotic algae in Puerto Rico, *Bot. Mar.* 6: 143-146.
- ALLEN, M.B. & E. Y. DAWSON. 1960. Production of antibacterial substances by benthic tropical marine algae. *J. Bacteriol.* 79: 459-460.
- APPLER, H. N. & K. JAUNCEY. 1983. The utilization of a filamentous green algae (*Cladophora conglomerata*) as a protein source in pellet feeds for *Sarotherodon* (*Tilapia niloticus*. *Aquaculture*, 30: 21-30.
- BAKER, J. T. 1984. Seaweeds in pharmaceutical studies and applications. *Hydrobiologia*, 116/117: 29-40

- BAKUS, G. J.** 1968. Defense mechanism and ecology of some tropical holothurians. *Mar. Biol.* 2: (1): 23-32.
- BAKUS, G. J.** 1969. Energetics and feeding in shallow marine waters. *Int. Rev. Gen. Zool.*, 4: 275-369.
- BAKUS, G. J., N.M. TARGETT & B. SCHULTE.** 1986. Chemical ecology of marine organisms: An overview. *J. Chem. Ecol.* 12 (5): 951-987.
- BAKUS, G. J., B. SCHULTE, S. JHU, M. WRIGHT, G. GREEN & P. GOMEZ.** 1991. Antibiosis and antifouling in marine sponges: laboratory versus field studies. *3d Int. Sponge Conf. 1985:* 102- 108.
- BALLANTINE, D., W. H. GERWICK, S. M. VELEZ, E. ALEXANDER & P. GUEVARA.** 1987. Antibiotic activity of lipid-soluble extracts from Caribbean marine algae. *Hydrobiologia* 151/152: 463-469.
- BALLESTEROS, E., D. MARTIN y M. J. URIZ.** 1992. Biological activity of extracts from some Mediterranean macrophytes. *Bot. Mar.*, 35: 481-485.
- BANAIGS, B., C. FRANCISCO, E. GONZALEZ & W. FENICAL.** 1983. Diterpenoid metabolites from the marine algae *Cystoseira elegans*. *Tetrahedron* 39: 629-638.
- BARGALLO, C., M. CORMACI, G. FURNARI, R. GISMONDO, G. MAJORANA & A. TOSCANO.** 1979. Attività antibatterica di estratti di alghe marine delle coste orientali della Sicilia: I contributo. *Pubblicazioni dell'Istituti di Botanica dell'Università di Catania:* 1 - 5.
- BASLOW, M. H.** 1977. *Marine pharmacology: A study of toxins and other biologically active substances of marine origin.* Krieger Publishing Co. New York. 327 p.
- BENNET, D. L.** 1976. *Serologia Clinica.* Panamericana. Argentina. 224 p.
- BERNARDI, G. SPRINGER G. F.** 1962. Properties of a highly purified fucan. *J. Biol. Chem.* 237: 75-80.
- BIARD, J. F., J. F. VERBIST, J. LE BOTERFF, G. RAGAS & M. M. LECOCQ.** 1980. Algues fixées de la cote Atlantique Francaise contenant des substances antibactériennes et antifongiques. *Planta Med. Supp. 1980:* 136 - 151.
- BIRD, K. T., T. C. CHILES, R. E. LONGLEY, A. F. KENDRICK & M. D.KINKEMA.** 1993. Agglutinins from marine macroalgae of the southeastern United States. *J.f Applied Phycology* 5: 213-218.
- BLUNDEN, G.** 1977. Cytokinin activity of seaweed extracts. *En: Marine Natural Products Chemistry.* D.J. Faulkner y W. H. Fenical, (Eds.) Plenum Press. New York: 337-344.

- BLUNDEN, G. D., J. ROGERS & W. F. FRANHAM.** 1975. Survey of British Seaweeds for Haemagglutinins. *Lloydia*, 38: 162-168.
- BLUNDEN, G. D., J. ROGERS & W. F. FRANHAM.** 1978. Hemagglutinins in British marine algae and their possible taxonomic value. In: D. E. G. Irvine & J. H. Price (eds.) *Modern approaches to the taxonomy of red and brown algae*, pp. 21-45. Academic Press, London.
- BOCKER, H. & H. THRUM.** 1966. Über antibiotischen eigenschaften von meeresalgen aus den küsten-gewässern der ninsel hiddensee (Ostsee). *Monatsber. Dtsch. Akad. Wiss. Berl.* 8: 816-819.
- BOLWELL, G.P., J.A. CALLOW, M.E. CALLOW & L.V. EVANS.** 1979. Fertilization in brown algae II. Evidence for lectin-sensitive complementary receptors involved in gamete recognition in *Fucus serratus*. *J. Cell. Sci.*, 36: 19-30.
- BOLWELL, G.P., J.A. CALLOW & L.V. EVANS.** 1980. Fertilization in brown algae. III Preliminary characterisation of putative gamete receptors from eggs and sperm of *Fucus serratus*. *J. Cell. Sci.*, 43: 209-224.
- BOYD, W. C., L. R. ALMODOVAR & L. C. BOYD.** 1966. Agglutinins in marine algae for human erythrocytes. *Transfusion*, 66: 82-83.
- BOYD, W. C. & R. M. REGUERA.** 1945. Haemagglutinating substances for human cells in various plants. *J. Immunol.* 62: 333-339.
- BOLD, H. C. & M. J. WYNNE.** 1984. *Introduction to the algae*. Structure and reproduction. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs. N.J. 720 p.
- BRAY, W. E. B.** 1947. *Sinopsis de los métodos bioquímicos de laboratorio*. Hispano-Americana, México, 456 pp.
- BRYAN, P. W.** 1957. *Symposium on Microbial Ecology Society for General Microbiology*. Cambridge University Press.
- BURKHOLDER, P. R., L. M. BURKHOLDER & L. R. ALMODOVAR.** 1960. Antibiotic activity of some marine algae of Puerto Rico. *Bot. Mar.* 2: 149-156.
- BURT, C. C.** 1958. Study of the anticoagulant, laminarin sulphate, derived from seaweed. *Proc. Int. Seaweed Symp.*, 3: 43.
- CACCAMESE, S. & R. AZZOLINA.** 1979. Screening for antimicrobial activities in marine algae from eastern Sicily. *Planta Medica* 37: 333-339.



- CACCAMESE, S. R. AZOLINA, G. FURNARI, M. CORMACI & S. GRASSO. 1980. Antimicrobial and antiviral activities of extracts from Mediterranean algae. *Bot. Mar.* 23: 285-288.
- CACCAMESE, S. R. AZOLINA, G. FURNARI, M. CORMACI & S. GRASSO. 1981. Antimicrobial and antiviral activities of some marine algae from eastern Sicily. *Bot. Mar.* 24: 365-367.
- CACCAMESE, R. M. TOSCANO, G. FURNARI & M. CORMACI. 1985. Antimicrobial activities of red and brown algae from southern Italy coast. *Bot. Mar.* 28: 505-507.
- CAMPOS-TAKAKI, G. M., M. B. S. DIU, M. L. KOENING & E. C. PEREIRA. 1988. Screening of marine algae from Brazilian northeastern coast for antimicrobial activity. *Bot. Mar.* 31: 375-377.
- CASSADY, J. M. 1990. Natural products as a source of potential cancer chemotherapeutic and chemopreventive agents. *J. Nat. Prod.*, 53: 23-41.
- CHARGAFF, E., F.W. BANCROFT & M. STANLEY-BROWN. 1936. Studies on the chemistry of blood coagulation. II. On the inhibition of blood clotting by substances of high molecular weight. *J. Biol. Chem.* 115: 155-161.
- CHENIEUX, J.C., J. F. VERBIST, J. F. BIARD, E. CLEMENT, J. Le BOTERFF, P. MAUPAS & M. LECOCQ. 1980. Algues fixées de la cote Atlantique Francaise. Contenant des substances antimitotiques. *Planta Med. Supp.*: 152-162.
- CHESTER, C. & J. SCOTT. 1956. The production of antibiotic substances by seaweeds. *En: Second International Seaweeds Symposium*. Pergamon Press. New York: 49-53.
- CHILES, T. C. & K. T. BIRD. 1989. A comparative study of animal erythrocytes agglutinins from marine algae. *Com. Biochem. and Physiol.* 94B: 107- 111.
- CHILES, T. C. & K. T. BIRD. 1990. *Gracilaria tikvahiae* agglutinin. Partial purification and preliminary characterization of its carbohydrate specificity. *Carbohydrate Res.* 207: 319-326.
- COLLIEC, S., A.M. FISCHER, J. TAPON-BRETAUDIERE, C. BOISSON, P. DURAND & J. JOZEFONVICZ. 1991. Anticoagulant properties of a fucoidan fraction. *Thrombosis Res.* 64: 143-154.
- COLLIEC, S., C. BOISSON-VIDAL & J. JOZEFONVICZ. 1994. A low molecular weight fucoidan fraction from the brown seaweed *Pelvetia canaliculata*. *Phytochemistry* 35: 697-700.

- CONSTANTINIDES, P., A. CAIRNS & A. WERNER. 1954. Antilipemic activity of sulphated polysaccharides. *Arch. Int. Pharmacodyn.*, 99: 334-345.
- CRIADO, M.T. & C.M. FERREIROS. 1983. Immunomodulatory effect produced in mice by a complex carbohydrate specific lectin-like mucopolysaccharide from *Fucus vesiculosus*. *IRCS Med. Sci.*, 11: 286-287.
- CRONIN, G. & M. HAY. 1996. Chemical defenses, protein content and susceptibility to herbivory of diploid vs. haploid stages of the isomorphic brown alga *Dictyota ciliolata* (Phaeophyta). *Bot. Mar* 39: 395-399.
- DAVIE, E. W. & O. D. RATNOFF. 1964. Waterfall sequence for intrinsic blood clotting. *Science* 145: 1310.
- DEACON-SMITH R.A. & D. J. ROGERS. 1982. Anti-haemostatic activities of British marine algae. *Br. Phycol. J.*, 17: 231.
- DEACON-SMITH, R.A., J.P. LEE-POTTER & D. J. ROGERS. 1985. Anticoagulant activity in extracts of British marine algae. *Bot. Mar.* 28: 333-338.
- DEACON-SMITH, R. A., J. P., LEE-POTTER 1985b. Platelet aggregation in the presence of extracts of British marine algae. *Med. Lab. Sci.* 42: 404-405.
- DENTON, A., A. R. O. CHAPMANN & J. MARKHAM. 1990. Size specific concentrations of phlorotannins (anti-herbivore compounds) in three species of *Fucus*. *Mar. Ecol. Prog. Series* 65: 103-104.
- DEWAR, E.T., 1956. Sodium laminarin sulphate as a blood anticoagulant. *Proc. Int. Seaweed Symp.*, 2: 55-61.
- DI ROSA, M., 1972. Biological properties of carragenan. *J. Pharm. Pharmacol.*, 24: 89-102.
- DOTY, M. S. & G. AGUILAR-SANTOS. 1966. Caulerpin, A Toxic Constituent of *Caulerpa*. *Nature* 211 (5052): 990.
- DOTY, M.S. & AGUILAR-SANTOS. 1970. Transferol toxic algal substances in marine food chains. *Pacific Science* 24: 351-355.
- EFIMOV V.S., A. L. USOV, T.S. OL'SKAYA, A. BALIUNIS & M.Y.A. ROZLIN. 1983. Comparative study of anticoagulant activity of sulphate polysaccharides obtained from red sea algae. *Farmakol. Toksikol. (Moscow)*, 46: 61-67.
- EHRESMANN, D. W., E. F. DEIG, M. T. HATCH, L. H. DISALVO & N. A. VEDROS. 1977. Antiviral substances from California Marine Algae. *J. Phycol.* 13: 37-40.

ELSNER, H. 1938. Über das Vorkommen von hochwirksamen die Blutgerinnung hemmenden Stoffen in Meeresalgen. II. Hope-Seyler's Z. *Physiol. Chem.*, 252: 196-200.

ELSNER, H., W. BROSER & E. BÜRCEL. 1937. Über das Vorkommen von hochwirksamen, die Blutgerinnung hemmenden Stoffen in Rotalgen. Hoppe-Seyler's Z. *Physiol. Chem.*, 246: 244-247.

ESPECHE, M. E., E. R. FRAILE & A. M. S. MAYER. 1984. Screening of Argentine marine algae for antimicrobial activity. *Hydrobiologia*, 116/117: 525-528.

FÁBREGAS, J., A. MUÑOZ, J. LLOVO & J. ABALDE. 1984. Agglutinins in marine red algae. *ICRS Med. Sci.* 12: 298-299.

FÁBREGAS, J., J. LLOVO & A. MUÑOZ. 1985. Hemagglutinins in red seaweeds. *Bot. Mar.* 28: 517-520.

FÁBREGAS, J., A. MUÑOZ & J. LLOVO. 1986. Hemagglutinins in brown seaweeds. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 97: 213-219.

FÁBREGAS, J., A. MUÑOZ, J. LLOVO & A. CARRACEDO. 1988a. Purification and partial characterization of tomentine. An N-acetylglucosamine-specific lectin from the green alga *Codium tomentosum* (Huds.) Stack. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 124: 21-30.

FÁBREGAS, J., A. MUÑOZ, J. LLOVO & A. CARRACEDO. 1988b. Tomentine: A lectin for the detection of glycoprotein polymorphisms. *Med. Scient. Res.* 16: 819-820.

FÁBREGAS, J., J. LLOVO & A. MUÑOZ. 1988c. Agglutination activity of algal extracts against spermatozoa of the Fish *Dilophus sargus* L. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 54: 2121-2126.

FÁBREGAS, J. A LOPEZ, J. LLOVO & A. MUÑOZ. 1992. A comparative study of seafish erythrocytes and agglutinins from seaweeds. *Comp. Biochem. Physiol.* Vol. 103A 2: 307-313.

FASSINA, G. & T. BERTI. 1962. Ricerche sulle proprietà antibiotiche di alghe della costa Veneziana. *Arch. It. Sci. Farmacol* 12: 238-246.

FATTORUSSO, E., S. MAGNO, L. MAGNOL, C. SANTACROCCE, D. SICCA, V. AMICO, G. ORIENTE, M. PIATELLI & C. TRINGALI. 1976. Dictyol A y B, two novel diterpene alcohols from brown alga *Dictyota dichotoma*. *J. chem. Soc. Chem. Comm.* 2: 575-576.

FAULKNER, D. J. 1984. Marine natural products: metabolites of marine algae and herbivorous marine molluscs. *Nat. Prod. Rep.* 1: 251-280.

FAULKNER, D. J. 1986. Marine natural products. *Nat. Prod. Rep.* 3: 2-33.

- FAULKNER, D., B.N. RAVI, J.FINER & J. CLARDY. 1977. Diterpene from *Dictyota dichotoma*. *Phytochemistry* 16: 991-993.
- FENICAL, W. 1975. Halogenation in the Rhodophyta. A review. *J. Phycol.* 11: 245-259.
- FENICAL, W. 1982. Natural products chemistry in the marine environment. *Science* 215 (4535): 923-928.
- FENICAL, W. & J. N. NORRIS. 1975. Chemotaxonomy in marine algae: chemical separation of some *Laurencia* species (Rhodophyta) from the Gulf of California. *J. Phicol.* 11: 104-108.
- FERREIROS, C. H. & M. T. CRIADO. 1983. Purification and partial characterisation of a *Fucus vesiculosus* agglutinin. *Rev. Esp. Fisiol.*, 39: 51-60.
- FLEURY, B. G., A. KELECOM, R. C. PEREIRA & V. L. TEIXEIRA. 1994. Polyphenols, terpenes and sterols in Brazilian Dictyotales and Fucales (Phaeophyta). *Bot. Mar.* 37: 457-462.
- FUSETANI, N., C. OZAWA & Y., HASHIMOTO. 1976. Fatty acids as ichthyotoxic constituents of a green alga *Chaetomorpha minima*. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 42: 941.
- FUSETANI, N. & K., HASHIMOTO. 1981. Diethylperoxides probably responsible for mozoku poisoning. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 47: 1059-1063.
- FUSETANI, N. & K., HASHIMOTO. 1984. Prostaglandin E2: a candidate for causative agent of "Ogonori" poisoning. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 50: 465-469.
- GARG, S. H., M. SKARMA & D.S. BHAKUNI. 1972. An antiviral sphingosine derivative from the green alga *Ulva fasciata*. *Tetrahedron Letters* 22(12): 1641-1644.
- GERWICK, W. H. & W. FENICAL. 1981. Ichthyotoxic and cytotoxic metabolites of the tropical brown alga, *Stypopodium zonale*. *J. Org. Chem.* 46: 22-27.
- GILBOA-GARBER N., R. CITROBAUM, C. LAVENE & R. SELA. 1988. H blood group detection by the L-fucose binding lectin of the green marine alga *Ulva lactuca*. *Dev. Comp. Immunol.* 35: 695-705.
- GLOMBITZA, K.W. 1969. Antibakterielle Inhaltstoffe in Algen. Y: Mitteilung. *Helgoländer wiss. Meeresunters* 19: 376-384.
- GLOMBITZA, K.W. 1970. Antimicrobial constituents in algae. Quatitative determination of acrylic acid in sea-algae. *Pl. Med.* 18: 210-221.

- FAULKNER, D., B.N. RAVI, J.FINER & J. CLARDY. 1977. Diterpene from *Dictyota dichotoma*. *Phytochemistry* 16: 991-993.
- FENICAL, W. 1975. Halogenation in the Rhodophyta. A review. *J. Phycol.* 11: 245-259.
- FENICAL, W. 1982. Natural products chemistry in the marine environment. *Science* 215 (4535): 923-928.
- FENICAL, W. & J. N. NORRIS. 1975. Chemotaxonomy in marine algae: chemical separation of some *Laurencia* species (Rhodophyta) from the Gulf of California. *J. Phicol.* 11: 104-108.
- FERREIROS, C. H. & M. T. CRIADO. 1983. Purification and partial characterisation of a *Fucus vesiculosus* agglutinin. *Rev. Esp. Fisiol.*, 39: 51-60.
- FLEURY, B. G., A. KELECOM, R. C. PEREIRA & V. L. TEIXEIRA. 1994. Polyphenols, terpenes and sterols in Brazilian Dictyotales and Fucales (Phaeophyta). *Bot. Mar.* 37: 457-462.
- FUSETANI, N., C. OZAWA & Y., HASHIMOTO. 1976. Fatty acids as ichthyotoxic constituents of a green alga *Chaetomorpha minima*. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 42: 941.
- FUSETANI, N. & K., HASHIMOTO. 1981. Diethylperoxides probably responsible for mozoku poisoning. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 47: 1059-1063.
- FUSETANI, N. & K., HASHIMOTO. 1984. Prostaglandin E2: a candidate for causative agent of "Ogonori" poisoning. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 50: 465-469.
- GARG, S. H., M. SKARMA & D.S. BHAKUNI. 1972. An antiviral sphingosine derivative from the green alga *Ulva fasciata*. *Tetrahedron Letters* 22(12): 1641-1644.
- GERWICK, W. H. & W. FENICAL. 1981. Ichthyotoxic and cytotoxic metabolites of the tropical brown alga, *Stypopodium zonale*. *J. Org. Chem.* 46: 22-27.
- GILBOA-GARBER N., R. CITROBAUM, C. LAVENE & R. SELA. 1988. H blood group detection by the L-fucose binding lectin of the green marine alga *Ulva lactuca*. *Dev. Comp. Immunol.* 35: 695-705.
- GLOMBITZA, K.W. 1969. Antibakterielle Inhaltstoffe in Algen. Y: Mitteilung. Helgoländer wiss. *Meeresunters* 19: 376-384.
- GLOMBITZA, K.W. 1970. Antimicrobial constituents in algae. Quantitative determination of acrylic acid in sea-algae. *Pl. Med.* 18: 210-221.

- GLOMBITZA, K.W. 1979. Antibiotics from algae *En*: H.A. Hoppe (Ed). *Marine algae in Pharmaceutical Science*: 303-342. Walter de Gruyter, Berlin.
- GLOMBITZA, K. W. & K. KLAPPERICH, 1985. Antibiotics from algae XXXIV. Cleavage of the high-molecular-weight methylated phlorotannin Fraction from the brown algae *Pelvetia canaliculata*. *Bot. Mar.* 28: 139-144.
- GOLLIN R.A., MICHAELIS R., WALKER D. & ADAMS S.S., 1962. The preparation of anti-lipaemic agents. *Patent Specification Lond.* 911, 484.CO8b.A61k. 9 pp.
- GONZÁLEZ - GONZÁLEZ, J., M. GOLD, H. LEÓN, C. CANDELARIA, D. LEÓN, E. SERVIERE & D. FRAGOSO. 1994. *Catálogo onomástico (nomenclator) y bibliográfico indexadode las algas bentónicas marinas de México*. Cuaderno 29. Instituto de Biología. U.N.A.M. México. 494 pp.
- GREEN, G. 1977. Ecology of toxicity in marine sponges. *Mar. Biol.* 40: 207-215.
- GÜVEN, K.C., E. GÜLER, E. AKTIN & H. KOYUNCUOGLU. 1979. Studies on *Pterocladia capillacea* (Gmel.) Born. et Thur. Part II. Pharmacological, antibacterial and antifungal investigations. *In*: Hoppe H.A., Levring T. and Tanaka Y. (eds.). *Marine algae in pharmaceutical science*. Walter de Gruyter, Berlin, pp. 693-710.
- GÜVEN, K.C., B. GÜVENER & N. GÜVEN. 1984. Succinic acid and carrageenan from *Acanthophora delilei* Lamouroux and *Grateloupia dichotoma* J. Agardh. *Acta Pharm. Turc.* 26: 49-52.
- GÜVEN, K. C., Y. ÖZSOY & O. N. ULUTIN, 1991. Anticoagulant fibrinolytic and antiaggregant activity of carragenans and alginic acid. *Bot. Mar.* 3-4: 429-432.
- GÜVEN, K.C., S. B. ULUTIN, E. MUTLUAY & O.N.ULUTIN. 1973/74. Anticoagulant-antithrombic and fibrinolytic actions of extract of marine alga *Corallina rubens* L. *Haemostasis*, 2: 260-268.
- HASHIMOTO, Y. 1979. *Marine toxins and other bioactive marine metabolites*. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. 36 pp.
- HAWKINS W.W. & V.G. LEONARD. 1958. The physiological activity of laminarin sulphate. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 36: 161-170.
- HAWKINS, W.W. & U.G. LEONARD. 1962. Antipiretic and antithrombic proprieties of carragenin. *Can. J. Lab. Clin. Med.* 60: 641-648.
- HAWKINS, W.W. & U.G. LEONARD. 1963. The antithrombic activity of carrageenin in human blood. *Can. J. Biochem. Physiol.* 41: 1325-1327.

- HAWKINS, W.W. & A. N. O'NEILL. 1955. The anticoagulant action in blood of sulphated derivatives of laminarin. *Can. J. Biochem. Physiol.* 33: 545-552.
- HAY, M.E. 1986. Associational plant defenses and maintenance of species diversity: turning competitors into accomplices. *Am. Nat.* 128: 617-641.
- HAY, M.E. 1992. The role of seaweed chemical defenses in the evolution of feeding specialization and in the mediation of complex interactions. En: V. J. Paul (Ed.). *Ecological roles of marine natural products*. Pp. 93-118. Comstock. New York.
- HAY, M. E. & W. FENICAL 1988. Marine plant-herbivore interactions: The ecology of chemical defense. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 19: 11-145.
- HAY, M.E., J.E. DUFFY, C.A. PFISTER y W. FENICAL. 1987a. Chemical defenses against different marine herbivores: are amphipods insect equivalents?. *Ecology* 68: 1567-1580.
- HAY, M.E., W. FENICAL y K. GUSTAFSON. 1987b. Chemical defense against diverse coral reef herbivores. *Ecology* 68: 1581-1591.
- HAY, M. E., PAUL V. J., LEWIS S. M., GUSTAFSON, K. & TUCKER J. 1988. Can tropical seaweeds reduce herbivory by growing at night? diel patterns of growth, nitrogen content, herbivory and chemical versus morphological defenses. *Oecologia* 75: 233-245.
- HAY, M. E., T. COLBURN & D. DOWNING. 1983. Spatial and temporal patterns in herbivory on a Caribbean fringing reef: the effect of plant distribution. *Oecologia* 58: 299-308.
- HENRIQUEZ, P., A. CANDIA, R. NORMABUENA, M. SILVA & R. ZEMELMAN, 1979. Antibiotic properties of marine algae. II. Screening of Chilean marine algae for antimicrobial activity. *Bot. Mar.* 22: 451-453.
- HODGSON, L. M. 1984. Antimicrobial and antineoplastic activity of some south Florida seaweeds. *Bot. Mar.* 27: 387-390.
- HOPPE, H. A. 1979. Marine algae and their products as constituents in pharmacy. *En: Marine Algae in Pharmaceutical Science*. H. A. Hoppe (Ed.). Walter de Gruyter, Berlin.: 25-119.
- HORI, K., K. MIYAZAWA & K. ITO. 1981. Hemagglutinins in marine algae. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.* 47: 793-798.
- HORI, K., K. MIYAZAWA, N. FUSETANI, K. HASHIMOTO & K. ITO. 1986a. Hypnins, low-molecular weight peptidic agglutinins isolated from marine alga, *Hypnea japonica*. *Biochim. Biophys. Acta.* 873: 228-236.

- HORI, K., K. MIYAZAWA & K. ITO. 1986b. Preliminary characterization of agglutinins from seven marine algal species. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 52: 323-331.
- HORI, K., K. MIYAZAWA & K. ITO. 1986c. Isolation and characterization of glycoconjugate-specific isoagglutinins from marine green alga *Boodlea coacta* (Dickie) Murray *et De Toni*. *Bot. Mar.* 29: 323-328.
- HORI, K., H. MATSUDA, K. MIYAZAWA & K. ITO. 1987. A mitogenic agglutinin from the red alga *Carpopeltis flabellata*. *Phytochemistry* 26: 1335-1338.
- HORI, K., C. OIWA, K. MIYAZAWA & K. ITO. 1988. Evidence of Wide Distribution of Agglutinins in Marine Algae. *Bot. Mar.* 37: 133-138.
- HORNSEY, I. S. & D. HIDE. 1974. The production of antimicrobial compounds by British marine algae I. Antibiotic-producing marine algae. *Brit. Phycol. J.* 9: 353-361.
- HORNSEY, I. S. & D. HIDE. 1976. The production of antimicrobial compounds by British marine algae. II. Seasonal variation in production of antibiotics. *Brit. Phycol. J.* 11: 63-67.
- HOUCK J.C., R. K. MORRIS & E. J. LAZARO. 1957. Anticoagulant lipemia clearing and other effects of anionic polysaccharides extracted from seaweeds. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 96: 528-530.
- HOWELL, W.H. 1922. Heparin, an anticoagulant: preliminary communication. *J. Ir. Colleges Physicians Surgeons*, 11: 143-150.
- ILVESSALO, H. & J. TUOMI. 1989. Nutrient availability and accumulation of phenolic compounds in the brown alga *Fucus vesiculosus*. *Mar. Biol.* 101: 115-119.
- INGRAM G. A. 1985. Lectins and lectine-like molecules in lower plants. I. Marine algae (Review). *Debe. Comp. Immunol.* 9: 1-10.
- JEANNIN, I., J. C. LESCURE & J. F. MOROT-GAUDRY. 1991. The effects of the aqueous seaweed sprays on the growth of maize. *Bot. Mar.* 34: 469-473.
- JING-WEN, M. & T. WEI-CI . 1984. Screening for antimicrobial activities in marine algae from Qingdao coast, China. *Hydrobiologia* 116/117: 517 - 520.
- KAMAT, S. Y., S. WAHIDULLA, L. D'SOUZA, C. G. NAIK, V. AMBIYE, D.S. BHAKUNI, A.K. GOEL, H.S. GARG & R. C. SRIMAL. 1992. Bioactivity of marine organisms. VI. Antiviral evaluation of marine algal extracts from the Indian Coast. *Bot. Mar.* 35: 161-164.



- KAMIMOTO, K. 1955. Studies on the antibacterial substances extracted from seaweeds. I On the effect of the extracts from seaweeds against the growth of some pathogenic organisms. *Jap. J. Bacteriol.* 10: 897-902.
- KAMIYA, H., K. SHIOMI & Y. SHIMIZU. 1980. Marine biopolymers with cell specificity. III. Agglutinins in the red alga *Cystoclonium purpureum*: isolation and characterization. *J. Nat. Prod.* 43: 136-139.
- KAMIYA, H., K. OGATA AND K. HORI. 1982. Isolation and characterization of a new agglutinin in the red alga *Palmaria palmata* (L.) O. Kuntze. *Bot. Mar.* 25: 537-540.
- KHALEAFA, A.F., A.M. KHARBOUSH, A. METWALLI, A.F. MOHSEN & A. SERWI. 1975. Antibiotic fungicidal action from extracts of some seaweeds. *Bot. Mar.* 18: 163-165.
- KIMURA J. 1941. Anticoagulant substances from seaweeds. *Hokkaid Igaku Zasshi* 19: 427-436.
- KINDNESS G., W.F. LONG & F.B. WILLIAMSON. 1979a. Enhancement of antithrombin III activity by carrageenans. *Thromb. Res.* 15: 49-60.
- KINDNESS, G., W. F. LONG, F. B. WILLIAMSON & J. BOYD. 1979b. Effects of carrageenans on the aggregation of human blood platelets. *Thromb. Res.* 15: 3-15.
- KINDNESS, G., F. B. WILLIAMSON & W. F. LONG. 1980. Inhibition by antithrombin III of carrageenan and xilan SP 54-induced aggregation of human blood platelets. *Biochem. Soc. Trans.* 8: 84-85.
- KITAMURA, K., M. MATSUO & T. YASUI. 1991. Fucoidan from brown seaweed *Laminaria angustata* var. *longissima*. *Agric. Biol. Chem.* 55: 615-616.
- KOTAKI, Y., M. TAJIRI, Y. OSHIMA & T. YAMUMOTO. 1983. Identification of a calcareous red alga as the primary source of paralytic shellfish toxins in coral reef crabs and gastropods. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 49: 283-286.
- LARRIPA, Y. B., M. MUDRY, M. LABAL & A.M.S. MAYER. 1987. Biological activity in *Macrocystis pyrifera* from Argentina: sodium alginate, fucoidan and laminaran. II. Genotoxicity. *Hydrobiologia* 151/152: 491-496.
- LEBRETON, P. 1982. Tanins ou alcaloïdes: deux tactiques phytochimiques de dissuasion des herbivores. *Terre et la Vie* 36: 1 - 4.
- LEVIN, D. A. 1976. The chemical defenses of plant to pathogens and herbivores. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 7: 121-159.

- LEWIS, S.M. 1985. Herbivory on coral reefs: algal susceptibility to herbivorous fishes. *Oecologia* 65: 370-375.
- LIS, H. & N. SHARON. 1981. Lectins in higher plants. *En: P. K. Stumpf & E.E. Conn (eds.). The biochemistry of plants: A comprehensive treatise Vol. 6:* 371-447. Academic Press, New York.
- LLOVO, J., A. MUÑOZ & J. FÁBREGAS. 1986. Agglutination of red seaweeds against guinea-pig erythrocytes. *ACCCA* 23 (1-2): 85-93.
- MA, J. W. & W. C. TANG. 1984. Screening for antimicrobial activities in marine algae from the Qingdao coast, China. *Hydrobiologia* 116/117: 517-520.
- MAEDA, M., T. UEHARA, N. HARADA, M. SEKIGUCHI, & A. HIRAOKA. 1991. Heparinoid-active sulphated polysaccharides from *Monostroma nitidum* and their distribution in the Chlorophyta. *Phytochemistry*, 30 (11): 3611-3614.
- MARTINEZ-NADAL, N.G. 1961. Antibiotic Propierties of *Sargassum natans* from Puerto Rico. *J. Amer.Pharm. Assoc. Scientific Edition.* 52:498.
- MARTINEZ-NADAL, N.G. 1963. Low Molecular weight carbohydrates in *Sargassum natans* from Puerto Rico. *J. Pharmaceutical Sci.* 52: 498.
- MARTINEZ-NADAL, N. G., L. V. RODRIGUEZ & C. CASILLAS. 1963. Sarganin and Chonalgin, new antibiotic substances from marine algae from Puerto Rico. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 27: 68-72.
- MARTINEZ-NADAL, N. G., L. V. RODRIGUEZ & C. CASILLAS. 1964. Isolation and characterization of sarganin-complex a new broad-spectrum antibiotic isolated from marine algae. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 30: 131-134.
- MARTINEZ-NADAL N. C. M. CASILLAS & CH. RODRÍGUEZ. 1966. Antibiotic properties of marine algae. *Bot. Mar.* 9: 21-26.
- MAURER, C.C. 1965. Investigación de substancias antibacterianas en algas marnas chilenas. *An. Fac. Quim. Farm. Univ. Chile* 16: 114 - 121.
- MAUTNER, H. G., G. M. GARDNER & R. PRATT. 1953. Antibiotic activity of seaweeds extracts II. *J. Am. Pharm. Assoc. Sci. Ed.*, 42: 294-296.
- MAYER, A. & B. PANICK. 1984. Antitumor evaluation of marine algae in Argentina. *Hydrobiologia.* 116/117: 529-533.
- MAYER, A. M. S., L. KROTZ, R. D. BONFIL, O. D. BUSTUOBAD, J. F. GROISMAN, R. M. de LEDERKREMER & D. B. STIERLE. 1987. Biological activity in *Macrocystis*

*pyrifera* from Argentina: sodium alginate, fucoidan and laminarian I. Antitumor, cytotoxicity and humoral immune response. *Hydrobiologia*, 151/152: 483-489.

McCONNELL, O.J. & W. FENICAL. 1976. Halogen chemistry of the red alga *Asparagopsis*. *Phytochemistry*, 16: 367-369.

McCONNELL, O. J., P.A. HUGHES, N.M. TARGETT & J. DALEY. 1982. Effects of secondary metabolites on feeding by the sea urchin *Lytechinus variegatus*. *J. Chem. Ecol.* 8: 1427-1453.

McENROE, F. J., K. J. ROBERTSON & W. FENICAL. 1977. Diterpenoid synthesis in brown seaweeds of the family Dictyotaceae. In: J. Faulkner & W. Fenical (eds.) *Marine Natural Products Chemistry*. pp. 179-189. Plenum, New York.

MENZEL, D., R. KAZLAUSKAS & J. REICHELT. 1983. Diterpenoids from the brown alga *Dictyota binghamiae*. *Can. J. Chem.* 62: 1666-1670.

MOREAU, J., D. PESANDO, P. BERNARD, B. CARAM & J. C. PIONNAT. 1988. Seasonal variations in the production of antifungal substances by some Dictyotales (brown algae) from the French Mediterranean coast. *Hydrobiologia*, 22: 543-545.

MUÑOZ, A., J. LLOVO & J. FÁBREGAS, 1985. Hemagglutininas de algas verdes. *ACCCAW*, 22: 873-878.

MUÑOZ, A., J. LLOVO & J. FÁBREGAS, 1987a. Diferent agglutinic activity of red marine algae against erythrocytes from several animal species. *Thalassas*. 5: 87-89.

MUÑOZ, A., J. LLOVO, M. ROMARIS & J. FÁBREGAS, 1987b. Presencia de receptores para aglutininas algales sobre la superficie de eritrocitos de peces. *Cuad. Marisq. Pub. Téc.* 12: 245-250.

MUÑOZ, A., J. LLOVO, M. ROMARIS & J. FÁBREGAS. 1987c. Utilización de aglutininas de algas marinas como un nuevo criterio de diferenciación de las libreas de *Labrus bergylla* Ascanius. *Cuad. Marisq. Publ. Tec.* 12: 251-256.

MUÑOZ, A., A. LÓPEZ, F. CHÁZARO, Y. GAMALLO, A. OTERO, M. PATIÑO, C. REGUERA, V. SABIN & E. VECINO. 1992. *Drogas del Mar*. Univ. Santiago de Compostela. 188 p.

NAQVI, S.W.A., S.Y. SOLIMABI-KAMAT, L. FERNANDES, C.V.G. REDDY, D.S. BHAKUNI & B.N. DHAWAN. 1980. Screening of some marine plants from the Indian coast for biological activity. *Bot. Mar* 24: 51-55.

NIGRELLI, R.F. 1958. Dutchman baccy juice or growth-promoting and growth-inhibiting substances of marine origin. *Trans. New York Academy of Science Series* 11: 248-262.

- NIGRELLI, R. F. et al. 1967. Substances of potential biomedical importance from marine organisms. *Fed. Proc.* 26 (4): 1197-1205.
- NISHINO T., G. YOKOYAMA, K. DOBASHI, M. FUJIHARA & T. NAGUMO. 1989. Isolation, purification, and characterization of fucose-containing sulfated polysaccharides from the brown seaweed *Ecklonia kurome* and their blood-anticoagulant activities. *Carbohydr. Res.* 186: 119-129.
- NISHINO, T., H. KIYOHARA, H. YAMADA & T. NAGUMO. 1991. An anticoagulant fucoidan from the brown seaweed *Ecklonia kurome*. *Phytochemistry* Vol. 30, 2: 535-539.
- NISHINO T., Y. AIZU & T. NAGUMO. 1991a. Antithrombin activity of a fucan sulfate from the brown seaweed *Ecklonia kurome*. *Thromb. Res.*, 62: 765-774.
- NISHINO T., Y. AIZU, & T. NAGUMO. 1991b. The relationship between the molecular weight and the anticoagulant activity of two types of fucan sulfates from the brown seaweed *Ecklonia kurome*. *Agric. Biol. Chem.* 55: 791-796.
- NISHINO, T. & T. NAGUMO. 1987. Sugar constituent and blood-anticoagulant activities of fucose-containing sulfated polysaccharides in nine brown seaweed species. *J. Agric. Chem. Soc. Japan.*, 61: 361-363.
- NISHINO, T. & T. NAGUMO. 1991. Change in the anticoagulant activity and composition of a fucan sulfate from the brown seaweed *Ecklonia kurome* during refrigerated storage of the fronds. *Bot. Mar.* 34: 387-389.
- NISHINO T. & T. NAGUMO. 1992. Anticoagulant and antithrombin activities of oversulfated fucans. *Carbohydr. Res.* 22: 355-362
- NODA, H. AMANO, K., ARASHIMA, S. HASHIMOTO & K. NISIZAWA. 1989. Studies on the antitumor activity of marine algae. *Nippon Suisan Gakkaishi* 55 (7): 1259-1264.
- NORRIS, J. N. & W. FENICAL. 1982. Chemical defense in tropical marine algae. *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences.* 12: 417-451.
- NUMATA, A., S. KANABARA, C. TAKAHASHI, R. FUJIKI, M. YONEDA, Y. USAMI & E. FUJITA. 1992. A cytotoxic principle of the brown alga *Sargassum tortile* and structures of chromenes. *Phytochemistry*, 19: 127-143
- NUÑEZ, G. & L. M. SERPA. 1975. Efectos producidos por extractos de algas marinas macroscópicas sobre el crecimiento bacteriano. *Acta Biol. Venez.* 9 (1): 121 - 134.
- OGDEN, J. C. 1976. Some aspects of herbivore-plant relationships on Caribbean reefs and seagrass beds. *Aquatic Botany* 2: 103-116.

- OGDEN, J. C. & P. S. LOBEL. 1978. The role of herbivorous fish and urchins in the coral reef communities. *Environ. Biol. Fish.* 3: 49-63.
- OLESEN, P. E., A. MARETZKI & L. A. ALMODOVAR. 1964. An investigation of antimicrobial substances from marine algae. *Bot. Mar.* 6 (3/4): 224 - 232.
- O'NEILL A. N. 1955. Sulphated derivatives of laminarin. *Can. J. Chem.*, 33: 1097-101.
- PADMAKUMAR, K. & K. AYYAKKANNU. 1986. Antimicrobial activity of some algae of Porto Novo and Pondicherry waters, east coast of India. *Indian J. of marine Sci.* 15:187-188.
- PADMA SRIDHAR, V. LAKSHMI, H. POLASA, V. SANTHOSH, CH. PRASAD RAO & G. SRIMANNARAYANA. 1984. Biological activity of some marine algal extracts. *Indian Journal of Marine Sciences*. 13: 90 - 91.
- PAINE, R. T. & R. L. VADAS. 1969. Calorific values of benthic marine algae and their postulate relationship to invertebrate food preference. *Mar. Biol.* 4: 79-86.
- PARACER, S., A.C. TARJAN & L.M. HODGSON. 1987. Effective use of marine algal products in the management of plant-parasitic nematodes. *J. Nematology.* 19 (2): 194-200.
- PAREKH, K. S., H. H. PAREKH & P. S. RAO. 1984. Antibacterial activity of Indian seaweeds. *Phykos.* 23: 216-221.
- PATTERSON, G. M. L., T.R. NORTON, E. FURUSAWA, S. FURUSAWA, M. KASHIWAGI & R. E. MOORE. 1984. Antineoplastic evaluation of marine algal extracts. *Bot. Mar.* 27: 485-488.
- PAUL, V. J. 1987. Feeding deterrent effects of algal natural products. *Bull. Mar. Sci.* 41: 514-522.
- PAUL, V. J. & W. FENICAL. 1983. Isolation of halimedatrial: chemical defense adptation in the calcareous reef-building alga *Halimeda*. *Science* 221: 747-749.
- PAUL V. J. & W. FENICAL. 1984. Novel bioactive diterpenoid metabolites from tropical marine algae of the genus *Halimeda* (Chlorophyta). *Tetrahedron* 40: 3053-3062.
- PAUL, V.J. & W. FENICAL. 1986. Chemical defense in tropical green algae, order Caulerpales. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 34: 157-169.
- PAUL, V.J. & W. FENICAL. 1987. Chemical defense in marine green algae (Chlorophyta). In: P. S. Scheuer (de.) *Bioorganic Marine Chemistry*. Springer-Verlag, Berlin: 1-30.

- PAUL, V. J., P. CIMINIELLO & W. FENICAL. 1988. Diterpenoid feeding deterrents from Pacific green alga *Pseudochlorodesmis furcellata*. *Phytochemistry*. 27: 1011-1014.
- PAUL, V. J. & K.L. VAN ALSTYNE. 1988. Chemical defense and chemical variation in some tropical pacific species of *Halimeda* (halimedaceae; chlorophyta). *Coral Reefs* 6: 263-269.
- PAUL, V. J. & K.L. VAN ALSTYNE. 1992. Activation of chemical defenses in the tropical green algae, *Halimeda* spp. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 160: 191-203.
- PEDERSEN, A. 1984. Studies on phenol content and heavy metal uptake in fucoids. *Hydrobiologia* 116/117: 498-504.
- PEDROCHE, F., K. DRECKMANN, A. SENTIES & R. MARGAIN-HERNANDEZ. 1993. Diversidad algal en México. *Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. Esp. XLIV*: 69-92.
- PERCIVAL, E., 1978. Do the polysaccharides of brown and red seaweeds ignore Taxonomy?. *En: Irvine, D.E.G. and J.H. Preece (Eds.). Modern Approaches to the Taxonomy of red and brown algae*. Academic Press Vol. 10. pp. 47-61.
- PESANDO, D. 1990. Antibacterial and antifungal activities of marine algae. *En: I. Akatsuka (Ed.). Introduction to Applied Phycology*. pp 3 - 26. SPS Acad. Pub. Netherlands.
- PESANDO, D. & B. CARAM. 1984. Screening of marine algae from the french mediterranean coast for antibacterial and antifungal activity. *Bot. Mar.* 27: 381-386.
- PITNEY, W. R. & J. V. DACIE. 1953. A simple method of studying the generation of thrombin in recalcified plasma. *J. Clin. Path.* 6: 9.13.
- PRATT R., H. MAUTNER, G. M. GARDNER, Y. SHA & J. DUFRENOY. 1951. Report on antibiotic activity of seaweeds extracts. *J. Am. Pharm. Assoc. Sci. Ed.*, 40: 575-579.
- PREMNATHAN, M., K. CHANDRA, S. K. BAJPAI & K. KATHIRESAN. 1992. A survey of some Indian marine plants for antiviral activity. *Bot. Mar.* 35: 321 - 324.
- QUICK, A. J. 1945. On the quantitative estimation of prothrombin. *Amer. J. Clin. Path.*, 15: 560-566.
- RAGAN, M. A. & A. JENSEN. 1977. Quantitative studies on brown algal phenols. 1. Estimation of absolute polyphenol content of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. and *Fucus vesiculosus*. *L. J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 30: 209-221.
- RAGAN, M. A. & K. W. GLOMBITZA. 1986. Phlorotannins, brown algal polyphenols. *Prog. Phycol. Res.* 4: 129-241.

- RAO, P. & K.S. PAREKH, 1981. Antibacterial activity of Indian seaweed extracts. *Bot. Mar.* 24: 577-582
- RAO, P. S., P. SREENIVASA-RAO & S. M. KARMARKAR. 1988. Antibacterial activity from Indian species of *Sargassum*. *Bot. Mar.* 31: 295-298.
- REICHELET, J. L. & M.A. BOROWISKA. 1984. Antimicrobial activity from marine algae: results of a large scale screening program. *Hydrobiologia*. 116/117: 29-40.
- RENKONEN, K. O., 1948. Studies on hemagglutinins present in seeds of some representatives of the family of Leguminosae. *Ann. Med. Exp. Biol. Fem.*, 26: 66.
- ROBLES, P. O., D. BALLANTINE & W. H. GERWICK. 1996. Dynamics of antibacterial activity in three species of Caribbean marine algae as a function of habitat and life history. *Hydrobiologia* 326/327: 457 - 462.
- ROGERS, D. J. 1977. Antibody-like substances in marine organisms. *En: J. Faulkner y W.H. Fenical* (eds). *Marine natural products chemistry*, pp. 311-327. Plenum Press, New York & London.
- ROGERS, D. J. & G. BLUNDEN. 1980. Structural properties of the anti-B lectin from the red alga *Ptilota plumosa* (Huds.)C. Ag. *Botanica Marina* 23: 459-462.
- ROGERS, D. J. & B. C. FISH. 1991. Marine algal lectins. *En: D.C. Kilpatrick, E. Van Driessche y T. C. Bøg-Hansen* (Eds.). *Lectin Reviews*. Volume 1, pp. 129-142.
- ROGERS, D. J. & R. W. LOVELESS. 1984. Specificity studies of lectin-type haemagglutinins from *Codium fragile*. *J. Pharm. Pharmacol.* 36: 71.
- ROGERS, D. J. & R. W. LOVELESS. 1985. "Hemagglutinins" of the Phaeophyceae and non-specific aggregation phenomena by polyphenols. *Bot. Mar.* 28: 133-137.
- ROGERS, D. J. & J. A. TOPLISS. 1979. ¿Lectin-type agglutinins, with an anti-BI and anti-HI activity from the ova of the black sea bream *Spondyliosoma cantharus* *J. Pharm. Pharmacol.* 31: 71
- ROGERS, D. J. & J. A. TOPLISS. 1983. Purification and characterisation of an anti-sialic acid agglutinins from the red alga *Solieria chordalis* (C. Ag.). *J. Ag. Bot. Mar.* 26: 301-305.
- ROGERS, D. J., G. BLUNDEN & P. R. EVANS. 1977. *Ptilota plumosa*, a new source of a blood-group B specific lectin. *Med. Lab. Sci.*, 34: 193-200.
- ROGERS, D. J., G. BLUNDEN, J. A. TOPLIS & M. D. GUTRY. 1980. A survey of some marine organisms for haemagglutinins. *Bot. Mar.* 28: 569-577.

- ROGERS, D. J., G. BLUNDEN, M. D. GUIRY & M. J. NORTHCOTT. 1982. Evaluation of *Pilota plumosa* from Ireland as a Source of Hemagglutinins. *Bot. Mar.* 25: 399-400.
- ROGERS, D. J., B. C. FISH & C. J. BARWELL. 1990. *En: J. Kocourek y D. L. J. Freed (Eds.). Lectins: Biology, Biochemistry, Clinical Biochemistry* 7: pp 49-52. Sigma Chemical Co. St. Louis Mo. USA.
- ROGERS, D. J., R. W. LOVELEES & P. BALDING. 1986. Isolation and characterization of the lectins from subspecies of *Codium fragile*. *En: Bøg-Hansen, T. C. and Van Driessche, E. (Eds.). Lectins: Biology, Biochemistry, Clinical Biochemistry*. 5: pp. 155-160. Walter de Gruyter, Berlin.
- ROSSEL, K. & L. M. SRIVASTASA. 1987. Fatty acids as antimicrobial substances in brown algae. *Hydrobiologia*. 151/152: 471-475.
- ROSS, H. 1957. Untersuchungen über das vorkommen antimikrobieller substanzen in Meeresalgen. *Kieler Meeresforsch.* 13: 41-58.
- RUSSELL, F. E. 1984. Marine toxins and venomous and poisonous marine plants and animals (invertebrates). *Ad. Mar. Biol.* 21: 59-217.
- RUGGIERI, G. 1976. Drugs from the sea. *Science* 194: 491-497.
- SANTELICES, B. & M. S. DOTY. 1989. A review of *Gracilaria* farming. *Aquaculture* 78: 95-133.
- SASTRY, V. M. V & G. R. K. RAO. 1994. Antibacterial substances from marine algae: successive extraction using benzene, chloroform & methanol. *Bot. Mar.* 37: 357-360.
- SATTO, K. & J. SAMESHIMA. 1958. Studies on antibiotic action of algae extracts. *J. Agr. Chem. Soc. Japan* 29: 427.
- SCHWARTZ H. J. & R. W. KELLERMEYER 1969. Carrageenan and delayed hypersensitivity. II. Activation of hageman factor by carrageenan and its possible significance. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 132: 1021-1024.
- SCHIMPF K.L., J. LENHARD & G. SCHAAF. 1969. The influence of the polysaccharide carragenin on the clotting mechanism of the blood in the rabbit *in vitro* and *in vivo*. *Thromb. Diath. Haemorrh.* 21: 534-533.
- SCHWIMMER, M. & SCHWIMMER D. 1955. *The Role of algae and plankton in medicine*. Grune and Stratton, New York and London, 185 p.



- SHARON, N. & H. LIS. 1972. Lectins: Cell-agglutinins and sugar-specific proteins. *Science* 177: 949-959.
- SHIOMI, K. & K. HORI. 1990. Hemagglutinins from algae. *En: I. Akatsuka (Ed.). Introduction to Applied Phycology*. pp. 93-108. SPB Acad. Pub. The Netherlands.
- SHIOMI, K., H. KAMIYA & Y. SHIMIZU. 1979. Purification and characterization of an agglutinin in the red alga *Agardhiella tenera*. *Biochim. Biophys. Acta.* 576: 118-127.
- SHIOMI, K., H. YAMANAKA & T. KIKUCHI. 1980. Biochemical properties of hemagglutinins in the red alga *Serraticardia maxima*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 46: 1369-1373.
- SHIOMI, K., H. YAMANAKA & T. KIKUCHI. 1981. Purification and Physicochemical properties of a hemagglutinin (GVA-1) in the red alga *Gracilaria verrucosa*. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 47: 1077-1084.
- SPRINGER, G. F., H. A. WURZEL, G. M. McNEIL, N. J. NASELL & M. F. DOUGHTY. 1957. Isolation of anticoagulant fraction from crude fucoidin. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 94: 404-409.
- STARR, T.J., E.F. DEIG, K.K. CHURCH & M.B. ALLEN. 1962. Antibacterial and antiviral activities of algal extracts studied by acridine orange staining. *Texas Rep. Biol. Med.* 20: 271-278.
- STEINBERG, P. D. 1984. Algal chemical defense against herbivores: Allocation of phenolic compounds in the kelp *Alaria marginata*. *Science*. 223: 405-407.
- STEINBERG, P. D. 1985. Feeding preferences of *Tegula funebris* and chemical defenses of marine brown algae. *Ecol. Monogr.* 55: 533-549.
- STEINBERG, P. D. 1986. Chemical defenses and susceptibility of tropical marine brown algae to herbivores. *Oecologia* 69: 628-630.
- STEINBERG, P. D. 1989. Biogeographical variation in brown algal polyphenolics and other secondary metabolites: comparison between temperate Australasia and North America. *Oecologia* 78: 373-382.
- STEINBERG, P. D. & V. J. PAUL. 1990. Fish feeding and chemical defenses of tropical brown algae in western Australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 58: 253-259.
- STEINBERG, P. D. & I. VAN ALTENA. 1992. Tolerance of marine invertebrate herbivore to brown algae phlorotannins temperate Australasia. *Ecol. Monogr.* 62: 189-222.

SUBRAMONIA, T. T. & K. KATHIRESAN. 1988. Toxic effect of seaweed extracts on mosquito larvae. *Indian J. of Med. Res.*, 88: 35-37

SUBRAMONIA, T.T. & K. KATHIRESAN. 1991. Mosquito larvicidal effects of seaweed extracts. *Bot. Mar.* 34: 433-435

SUN, H. & W. FENICALI. 1979. Rhipocephenal and Rhipocephalin, Novel Linear Sesquiterpenoids from the Tropical Green Alga *Rhipocephalus phoenix*. *Tetrahedron letters*. 8: 685-688.

TARGETT, N. M. 1979. Gastropod Tentacle Withdrawal: A Screening Procedure for Biological Activity in Marine Macroalgae. *Bot. Mar.* 22: 543-545.

TARGETT, N. M. & A. MITSUI. 1979. Toxicity of Subtropical Marine Algae Using Fish Mortality and Red Blood Cell Hemolysis Bioassays. *J. Phicol.* 15: 181-185.

TARGETT, N.M, T.E., TARGETT, N.H., VROLIJK & J.C. OGDEN. 1986. Effect of macrophyte secondary metabolites on feeding preferences of the herbivorous parrotfish *Sparisoma radians*. *Mar. Biol.* 92: 141-148.

TUGWELL, S. & G. A. BRANCH. 1989. Differential polyphenolic distribution among tissues in the kelps *Ecklonia marina*, *Laminaria pallida* and *Macrocystis angustifolia* in relation to plant-defense theory. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 129: 219-230.

USUI T., K. ASARI & T. MIZUNO. 1980. Isolation of highly purified fucoidan from *Eisenia bicyclis* and its anticoagulant and antitumor activities. *Agricul. Biol. Chem.* 44: 1965-1966.

VAN ALSTYNE, K. 1988. Grazing increases polyphenolic defenses in the intertidal brown alga *Fucus distichus*. *Ecology* 69: 655-663.

VARGAFTIG, B. B. 1977. Carrageenan and thrombin trigger prostaglandin synthetase-independent aggregation of rabbit platelets: inhibition by phospholipase A2 inhibitors. *J. Pharmacol.* 29: 222-228.

VACCA, D. & R. WALSH. 1954. The antibacterial extract obtained from *Ascophyllum nodosum*. *J. Amer. Pharm. Ass. Sci. Ed.* 43: 24- 26.

VADAS, R. L. 1979. Seaweeds: An overview. Ecological and economic importance. *Experientia* 35 (4): 429-432.

VIDYAVATHI, N. & K. R. SRIDHAR. 1991. Seasonal and geographical variations in the antimicrobial activity of seaweeds from the Mangalore coast of India. *Bot. Mar.* 34: 279-284.

**WELCH, A. M. 1962. Preliminary survey of fungistatic properties of marine algae. *J. Bacteriol.*, 83: 97-99.**

## VIII. TABLAS

**TABLA 1. ACTIVIDAD BIOLÓGICA REPORTADA PREVIAMENTE EN LA LITERATURA DE LAS MACROALGAS ESTUDIADAS**  
**I. DIVISIÓN CHLOROPHYTA**

ESPECIE	ACTIVIDAD	RESULTADO	LUGAR	AUTOR Y FECHA
<i>Bryopsis hypnoides</i>	Hemaglutinante	activa	Japón	Hori <i>et al.</i> , 1981
	Antibacteriana	sin actividad	China	Jing-Wen y Wei-Ci, 1984
<i>Caulerpa cupressoides</i>	Tóxica	activa	Belice	Norris y Fenical, 1982
	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Hemaglutinante	activa	Brazil	Ainouz y Sampaio 1991
<i>Caulerpa racemosa</i>	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Welch, 1962
	Antibacteriana	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Antifúngica	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Anestésica	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Diurética	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Hipotensiva	activa	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Hemaglutinante	sin actividad	Japon	Hori <i>et al.</i> , 1981
	Tóxica	activa	Belice	Norris y Fenical, 1982
	Antimicrobiana	activa Gram+	Sydney	Reichelt y Borowitzka, 1984
	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Nematicida	activa	Florida	Paracer <i>et al.</i> , 1987
	Antibacteriana	activa Gram + y-	Brazil	Campos-Takaki <i>et al.</i> , 1988
<i>Caulerpa sertularioides</i>	Antibacteriana	activa	Puerto Rico	Burkholder <i>et al.</i> , 1960
	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Olesen <i>et al.</i> , 1964
	Antibacteriana	sin actividad	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975
	Antibacteriana	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Antifúngica	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Anestésica	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Diurética	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Antibacteriana	activa	India	Rao y Parekh, 1981
	Tóxica	activa	Belice	Norris y Fenical, 1982
	Antimicrobiana	sin actividad	Florida	Hodgson, 1984
	Antineoplásica	sin actividad	Florida	Hodgson, 1984
	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Nematicida	activa	Florida	Paracer <i>et al.</i> , 1987
	Antimicrobiana	activa	Brazil	Campos-Takaki <i>et al.</i> , 1988
	Aglutinante	activa	Florida	Bird, <i>et al.</i> , 1993
<i>Chaetomorpha antennina</i>	Antibacteriana	activa	India	Padma <i>et al.</i> , 1984
	Antimicrobiana	activa	India	Vidyaavathi y Shidar 1991
<i>Chaetomorpha linum</i>	Antibacterial	sin actividad	Sicilia	Caccamese <i>et al.</i> , 1981
	Antifúngica	sin actividad	Sicilia	Caccamese <i>et al.</i> , 1981
	Hemaglutinante	sin actividad	Inglaterra	Blunden <i>et al.</i> , 1978
	Antiviral	activa	Inglaterra	Blunden <i>et al.</i> , 1981
<i>Cladophora prolifera</i>	Antibacteriana	sin actividad	Sicilia	Caccamese <i>et al.</i> , 1980
<i>Cladophora sericea</i>	Aglutinante	activa	Inglaterra	Rogers <i>et al.</i> , 1980
<i>Codium isthmocladum</i>	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Aglutinante	activa	Inglaterra	Rogers, <i>et al.</i> , 1991
<i>Cymopolia barbata</i>	Antibiótica	activa Gram +	Puerto Rico	Burkholder <i>et al.</i> , 1960
	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Burkholder <i>et al.</i> , 1960
	Antibacteriana	activa	Puerto Rico	Martínez-Nadal 1965
	Antibacteriana	activa Gram +	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975
	Tóxica	activa	Carolina	Hay, 1992
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Antifúngica	sin actividad	Puerto Rico	Welch, 1962
	Antibacteriana	sin actividad	Chile	Maurer, 1965
	Antibacteriana	sin actividad	Alemania	Bocker y Thrum 1966
	Antifúngica	sin actividad	Alemania	Bocker y Thrum 1966
	Antibacteriana	activa Gram+ y -	Alemania	Glombitza 1969, 1970
	Antibacteriana	sin actividad	Inglaterra	Hornsey y Hide, 1976
	Antifúngica	sin actividad	Egipto	Khaleafa <i>et al.</i> , 1975

	Antibacteriana	sin actividad	Chile	Henriquez <i>et al.</i> , 1979
	Antibacteriana	activa	Francia	Biard, <i>et al.</i> , 1980
	Antifúngica	activa	Francia	Biard, <i>et al.</i> , 1980
	Antibacteriana	sin actividad	India	Naqvi <i>et al.</i> , 1980
	Antifúngica	activa	India	Naqvi <i>et al.</i> , 1980
	Citotóxica	activa	Francia	Chenieux, 1980
	Antibacteriana	activa Gram+	India	Rao y Parekh, 1981
	Antimicrobiana	sin actividad	China	Jin-Wen y Wei-ci, 1984
	Antimicrobiana	sin actividad	Sydney	Reichelt y Borowitzka 1984
	Antibacteriana	sin actividad	China	Ma y Tang, 1984
	Anticoagulante	sin actividad	Japon	Maeda <i>et al.</i> , 1991
<i>Halimeda opuntia</i>	Antibacteriana	activa Gram+	Puerto Rico	Burholder <i>et al.</i> , 1960
	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Burholder <i>et al.</i> , 1960
	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Welch, 1962
	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Olesen, 1964
	Antibacteriana	activa Gram+	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975
	Tóxica	activa	Panama	Hay, <i>et al.</i> , 1983
	Antimicrobiana	sin actividad	Sydney	Reichelt y Borowitzka 1984
	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Tóxica	activa	Guam	Paul y Van Alstyne, 1992
<i>Halimeda tuna</i>	Antibiótica	sin actividad	Sicilia	Caccamese <i>et al.</i> , 1980
	Antibacteriana	activa	India	Rao y Parekh, 1981
	Antifúngica	activa	España	Ballesteros <i>et al.</i> , 1992
	Antimotóica	activa	España	Ballesteros <i>et al.</i> , 1992
	Antiviral	activa	España	Ballesteros <i>et al.</i> , 1992
	Citotóxica	activa	España	Ballesteros <i>et al.</i> , 1992
	Antibacteriana	sin actividad	India	Sastry y Rao, 1994
<i>Penicillus capitatus</i>	Antibacteriana	activa	Puerto Rico	Burkholder <i>et al.</i> , 1960
	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Burkholder <i>et al.</i> , 1960
	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
<i>Udotea flabellum</i>	Antifúngica	+ y -	Puerto Rico	Welch, 1962
	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
<i>Ulva fasciata</i>	Antibiótica	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Antifúngica	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Anestésica	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Diurética	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Antiviral	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Antiinflamatoria	sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980
	Antibacteriana	activa	India	Padma <i>et al.</i> , 1984
	Antiviral	activa	India	Garg, 1992
<i>Ulva lactuca</i>	Antibacteriana	activa Gram-	Alemania	Roos, 1957
	Antifúngica	sin actividad	Puerto Rico	Welch, 1962
	Antibacteriana	activa Gram+	Italia	Fassina y Berti, 1962
	Antibacteriana	activa Gram+ y -	Chile	Maurer, 1965
	Antibacteriana	sin actividad	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975
	Antibacteriana	activa Gram+ y -	Alemania	Glombitza 1969, 1970
	Antibiótica	sin actividad	Chile	Henriquez <i>et al.</i> , 1979
	Antibacteriana	activa Gram+ y -	Francia	Biard <i>et al.</i> , 1980
	Antifúngica	sin actividad	Francia	Biard <i>et al.</i> , 1980
	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Antibacteriana	sin actividad	Brazil	Campos-Takaki <i>et al.</i> , 1988
	Antifúngica	activa	Brazil	Campos-Takaki <i>et al.</i> , 1988
	Antimicrobiana	activa	India	Vidyavathi y Sridar 1991
	Antifúngica	+ y -	Puerto Rico	Welch, 1962
	Citotóxica	+ y -	Francia	Chenieux <i>et al.</i> , 1980
	Anticoagulante	activa	Inglaterra	Deacon-Smith, 1985
	Hemaglutinante	solo con O+	Brazil	Ainouz y Sampaio 1991

**TABLA 1. ACTIVIDAD BIOLÓGICA REPORTADA PREVIAMENTE EN LA LITERATURA DE LAS MACROALGAS ESTUDIADAS II. DIVISIÓN PHAEOPHYTA**

ESPECIE	ACTIVIDAD	RESULTADO	LUGAR	AUTOR Y FECHA	
<i>Chnoospora minima</i>	Antibacteriana	activa Gram +	Caribe	Allen y Dawson 1960	
	Antibacteriana	sin actividad	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975	
<i>Colpomenia sinuosa</i>	Antibacteriana	sin actividad	Hawaii	Starr <i>et al.</i> , 1962	
	Antibacteriana	activa Gram+ y -	Chile	Maurer, 1965	
	Antifúngica	sin actividad	Egipto	Khaleafa <i>et al.</i> , 1975	
	Antibacteriana	sin actividad	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975	
	Antibacteriana	sin actividad	Sicilia	Caccamese yAzzolina 1979	
	Antifúngica	sin actividad	Sicilia	Caccamese yAzzolina 1979	
	Antibacteriana	activa Gram+	Chile	Henríquez <i>et al.</i> , 1979	
	Antimicrobiana	sin actividad	Francia	Pesando y Caram 1984	
	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987	
	<i>Dictyota bartayresiana</i>	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Welch, 1962
		Antibacteriana	activa Gram+	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975
Antibacteriana		sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980	
Antifúngica		sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980	
Anestésica		sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980	
Antiviral		sin actividad	India	Naqvi, <i>et al.</i> , 1980	
Antimicrobiana		activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987	
Aglutinante		activa	Inglaterra	Rogers, <i>et al.</i> , 1991	
Antimicrobiana		activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987	
Tóxica		activa	Brazil	Flewry, 1994	
<i>Dictyota cervicornis</i>	Aglutinante	activa	Inglaterra	Rogers, <i>et al.</i> , 1991	
	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987	
<i>Lobophora variegata</i>	Tóxica	activa	Brazil	Flewry, 1994	
<i>Padina crispata</i>	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Rogers, <i>et al.</i> , 1991	
	Antibacteriana	activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987	
<i>Padina gymnospora</i>	Antifúngica	activa	Caribe	Allen y Dawson, 1960	
	Antibacteriana	sin actividad	Puerto Rico	Welch, 1962	
	Antibacteriana	activa	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975	
	Antibacteriana	activa	India	Rao y Parekh, 1981	
	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987	
	Tóxica	activa	Carolina	Hay, <i>et al.</i> , 1987	
	Antimicrobiana	activa	Brazil	Campos-Takaki <i>et al.</i> , 1988	
	Antibacteriana	sin actividad	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975	
	Antimicrobiana	sin actividad	Florida	Hodgson <i>et al.</i> , 1984	
	antineoplásica	sin actividad	Florida	Hodgson <i>et al.</i> , 1984	
<i>Sargassum cymosum</i>	Nematicida	activa	Florida	Paracer <i>et al.</i> , 1987	
	Tóxica	activa	Carolina	Hay, <i>et al.</i> , 1987	
<i>Sargassum filipendula</i>	Tóxica	activa	Carolina	Hay, 1992	
	Tóxica	activa	Carolina	Hay, 1992	
<i>Sargassum polyceratum</i>	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987	
	Tóxica	activa	Belice	Norris y Fenical, 1982	
<i>Sargassum vulgare</i>	Antibacteriana	sin actividad	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975	
	Antibacteriana	sin actividad	Sicilia	Caccamese <i>et al.</i> 1979	
	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987	
	Antibacteriana	activa	India	Padmini <i>et al.</i> , 1988	
	Antimicrobiana	+ y -	Brazil	Campos-Takaki, 1988	
	Antibacteriana	activa Gram+	Florida	Hodgson, 1984	
<i>Spatoglossum schroederi</i>	Antifúngica	sin actividad	Florida	Norris y Fenical, 1982	
	Antineoplásica	sin actividad	Florida	Hodgson, 1984	
	Nematicida	activa	Florida	Hodgson, 1984	
	Aglutinante	activa	Florida	Paracer <i>et al.</i> , 1987	
	Citotóxica	activa	Florida	Bird, <i>et al.</i> , 1993	
	Tóxica	activa	Belice	Gerwick, <i>et al.</i> 1981	
	Antibacteriana	activa	Belice	Norris y Fenical, 1982	
<i>Styopodium zonale</i>	Antibacteriana	sin actividad	Florida	Hodgson, 1984	
	Antifúngica	sin actividad	Florida	Hodgson, 1984	
	Antineoplásica	sin actividad	Florida	Hodgson, 1984	
	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987	

	Nematicida	activa	Florida	Paracer <i>et al.</i> , 1987
	Tóxica	activa	Caribe	Hay, <i>et al.</i> , 1988
	Tóxica	activa	Caribe	Hay, 1992
<i>Turbinaria turbinata</i>	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Welch, 1962
	Tóxica	activa	Belice	Norris y Fenical, 1982
	Aglutinante	activa	Inglaterra	Rogers, <i>et al.</i> 1991

### III. DIVISIÓN RHODOPHYTA

ESPECIE	ACTIVIDAD	RESULTADO	LUGAR	AUTOR Y FECHA
<i>Acanthophora spicifera</i>	Antibacteriana	activa	Puerto Rico	Burkholder <i>et al.</i> , 1960
	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Burkholder <i>et al.</i> , 1960
	Antibacteriana	sin actividad	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975
	Antimicrobiana	activa	India	Naqvi, 1980
	Tóxica	activa	Panama	Hay, <i>et al.</i> 1983
	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Tóxica	activa	Caribe	Hay <i>et al.</i> , 1987
	Aglutinante	activa	Florida	Bird <i>et al.</i> , 1993
<i>Amphiroa fragilissima</i>	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Welch, 1962
<i>Bryothamnion triquetrum</i>	Nematicida	activa	Florida	Paracer <i>et al.</i> , 1987
	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
<i>Centroceras clavulatum</i>	Antibiótica	activa Gram +	Chile	Henriquez <i>et al.</i> , 1979
	Antibacteriana	activa Gram +	Sicilia	Caccamese <i>et al.</i> , 1981
	Antifúngica	activa	Sicilia	Caccamese <i>et al.</i> , 1981
	Aglutinante	sin actividad	Inglaterra	Blunden, <i>et al.</i> 1981
	Antimicrobiana	activa	India	Vidyavanthi, <i>et al.</i> 1991
	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Hemaglutinante	sin actividad	Brazil	Ainouz y Sampaio, 1991
<i>Corallina officinalis</i>	Antibacteriana	sin actividad	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975
	Antibacteriana	+ y -	Francia	Biard <i>et al.</i> , 1980
	Antifúngica	+ y -	Francia	Biard <i>et al.</i> , 1980
	Citotóxica	sin actividad	Francia	Chenieux <i>et al.</i> , 1980
	Hemaglutinante	+ y -	Japon	Hori <i>et al.</i> , 1981
	Antibacteriana	activa	India	Sreenivasa-Rao <i>et al.</i> 1981
	Antimicrobiana	sin actividad	China	Jin-Wen y Wei-ci, 1984
	Hemaglutinante	sin actividad	Brazil	Ainouz y Sampaio, 1991
<i>Digenea simplex</i>	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
<i>Gelidium pusillum</i>	Aglutinante	+ y -	España	Fabregas, 1984.
	Aglutinante	+ y -	España	Fabregas <i>et al.</i> , 1988
	Aglutinante	+ y -	España	Llovo <i>et al.</i> , 1986
	Aglutinante	+ y -	España	Muñoz y Llovo 1987
	Aglutinante	sin actividad	España	Muñoz <i>et al.</i> , 1987
	Biológica	+ y -	Mediterraneo	Ballesteros <i>et al.</i> , 1992
	Antibacteriana	activa	India	Padma <i>et al.</i> , 1984
	Antibacteriana	+ y -	India	Vidyavanthi <i>et al.</i> , 1991
<i>Gelidiella acerosa</i>	Antibacteriana	Gram +	India	Rao y Parek, 1981
<i>Gracilaria blodgettii</i>	Antimicrobiana	activa	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	Antimicrobiana	activa Gram+y-	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
<i>Gracilaria cervicornis</i>	Antibacteriana	sin actividad	Venezuela	Núñez <i>et al.</i> , 1975
	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Hemaglutinante	activa	Brazil	Ainouz y Sampaio 1991
<i>Gracilaria cornea</i>	Hemaglutinante	activa	Brazil	Ainouz y Sampaio 1991
<i>Gracilaria mammillaris</i>	Antimicrobiana	sin actividad	Florida	Hodgson <i>et al.</i> , 1984
	Antineoplásica	sin actividad	Florida	Hodgson <i>et al.</i> , 1984
	Nematicida	activa	Florida	Paracer <i>et al.</i> , 1987
<i>Gracilaropsis lemaneiformis</i>	Aglutinante	activa	Florida	Bird, <i>et al.</i> 1993
<i>Gracilaria verrucosa</i>	Antibacteriana	+ y -	Francia	Bird <i>et al.</i> , 1980
	Antifúngica	+ y -	Francia	Bird <i>et al.</i> , 1980



	Citotóxica	sin actividad	Francia	Chenieux <i>et al.</i> , 1980
	Aglutinante	activa	Inglaterra	Blunden <i>et al.</i> , 1981
	Hemaglutinante	activa	Japón	Shiomi <i>et al.</i> , 1981
	Antimicrobiana	sin actividad	Argentina	Espeche <i>et al.</i> , 1984
	Antimicrobiana	sin actividad	China	Jin-Wen Wei-ci 1984
	Antitumoral	activa	Argentina	Mayer y Panick, 1984
	Anticoagulante	activa	Inglaterra	Deacon-Smith, 1985
	Hemaglutinante	+ y -	España	Fabregas <i>et al.</i> , 1985
	Aglutinante	sin actividad	España	Llovo <i>et al.</i> , 1986
	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Aglutinante	activa	España	Muñoz y Llovo, 1987
	Aglutinane	+ y -	España	Muñoz <i>et al.</i> , 1987
	Aglutinante	+ y -	España	Fabregas <i>et al.</i> 1988
	Antitumoral	activa	Japón	Noda <i>et al.</i> , 1989
	Aglutinante	activa	España	Fabregas <i>et al.</i> , 1992
	Aglutinante	activa	Florida	Bird, <i>et al.</i> , 1993
<i>Grateloupia flicina</i>	Antibacteriana	+ y -	Francia	Biard <i>et al.</i> , 1980
	Antifúngica	+ y -	Francia	Biard <i>et al.</i> , 1980
	Aglutinante	activa	Inglaterra	Blunden <i>et al.</i> , 1981
	Hemaglutinante	+ y -	Japón	Hori <i>et al.</i> , 1981
	Antimicrobiana	sin actividad	China	Jin-Wen Wei-ci 1984
	Antimicrobiana	activa	India	Vidyanthi <i>et al.</i> 1991
<i>Halptilton cubense</i>	Antitumoral	activa	Japón	Noda <i>et al.</i> , 1989
<i>Halymenia agardhii</i>	Antimicrobiana	activa	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Aglutinante	activa	Florida	Bird, <i>et al.</i> 1993
<i>Hypnea cervicornis</i>	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Welch, 1962
	Antimicrobiana	activa Gram+y-	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Hemaglutinante	activa	Brazil	Ainouz y Sampaio, 1991
<i>Hypnea musciformis</i>	Antimicrobiana	sin actividad	Italia	Fassina y Berti, 1962
	Antifúngica	sin actividad	Egipto	Khaleafa <i>et al.</i> , 1975
	Antibacteriana	sin actividad	Venezuela	Nuñez <i>et al.</i> , 1975
	Antimicrobiana	+ y -	Sicilia	Caccamese <i>et al.</i> 1979
	Antibacteriana	activa Gram+	India	Naqvi <i>et al.</i> , 1980
	Antifúngica	activa	India	Naqvi <i>et al.</i> , 1980
	Antibacteriana	sin actividad	India	Rao y Parekh, 1981
	Antibacteriana	activa	India	Sreenivasa <i>et al.</i> , 1981
	Tóxica	activa	Panama	Hay, <i>et al.</i> 1983
	Antibacteriana	sin actividad	Francia	Pesandoy Caram 1984
	Antifúngica	activa	Francia	Pesandoy Caram 1984
	Antineoplásica	activa		Paterson, 1984
	Antibacteriana y antifúngica	sin actividad	India	Padmakumar y Ayyakkannu, 1986
	Antimicrobiana	sin actividad	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Tóxica	activa	Caribe	Hay <i>et al.</i> 1987
	Antimicrobiana	activa	Brazil	Campos-Takaki, 1988
	Antimicrobiana	+ y -	India	Vydyvanthi <i>et al.</i> , 1991
	Hemaglutinante	activa	Brazil	Ainouz y Sampaio, 1991
	Aglutinante	activa	Florida	Bird, K.T. <i>et al.</i> 1993
<i>Laurencia obtusa</i>	Antibiótica	activa Gram+y-	Puerto Rico	Burkholder <i>et al.</i> 1960
	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Burkholder <i>et al.</i> 1960
	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Welch, 1962
	Antibacteriana	activa Gram+y-	Puerto Rico	Almodovar, 1964
	Antibacteriana	activa Gram+	Puerto Rico	Olesen, 1964
	Antifúngica	sin actividad	Puerto Rico	Olesen, 1964
	Antibacteriana	activa Gram+	Inglaterra	Homsey y Hide, 1974
	Antibacteriana	+ y - **	Sicilia	Barbagallo <i>et al.</i> , 1979
	Antimicrobiana	activa Gram-	Sicilia	Caccamese y Azzolina 1979
	Antifúngica	activa		Caccamese <i>et al.</i> , 1980
	Antibiótica	+ y -	Mediterráneo	

	Antibiótica	activa Gram+	Sicilia	Caccamese <i>et al.</i> , 1981
	Antifúngica	activa	Sicilia	Caccamese <i>et al.</i> , 1981
	Antiviral	+ y -	Inglaterra	Blunden <i>et al.</i> , 1981
	Tóxica	activa	Belice	Norris y Fenical, 1982
	Antibacteriana	activa Gram+y-	Francia	Pesando y Caram 1984
	Antifúngica	activa	Francia	Pesando y Caram 1984
	Animicrobiana	activa	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Tóxica	activa	Caribe	Hay, et al. 1987
	Hemaglutinante	sin actividad	Brazil	Ainouz y Sampaio, 1991
<i>Laurencia papillosa</i>	Antifúngica	+ y -	Puerto Rico	Welch, 1962
	Antimicrobiana	activa	Sicilia	Caccamese <i>et al</i> 1979
	Antibacteriana	activa	India	Sreenivasa <i>et al.</i> , 1981
	Tóxica	activa	Panama	Hay <i>et al.</i> , 1993
<i>Laurencia polteauii</i>	Antimicrobiana	activa Gram+	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Nematicida	activa	Florida	Paracer <i>et al.</i> , 1987
	Hemaglutinante	sin actividad	Japon	Hori <i>et al.</i> , 1981
<i>Pterocladia capillaceae</i>	Antibacteriana	activa *	CentroAmerica	Allen y Dawson, 1959
<i>Spyridia filamentosa</i>	Antifúngica	activa	Puerto Rico	Welch, 1962
	Tóxica	activa	Panama	Hay, <i>et al</i> , 1993
	Antimicrobiana	activa Gram+ y-	Puerto Rico	Ballantine <i>et al.</i> , 1987
	Aglutinante	activa	Inglaterra	Rogers <i>et al.</i> , 1991
	Antibacteriana	activa	Puerto Rico	Robles <i>et al.</i> , 1996

TABLA 2. ESPECIES EN LAS QUE SE EVALUARON LAS CUATRO ACTIVIDADES

DIVISION CHLOROPHYTA	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD				
				Antibiótica	Tóxica	Aglutinante	Anticoagulante	
<i>Caulerpa cupressoides</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	sin actividad	CE. T, ET. T	A+ 2 <sup>3</sup> , C 2 <sup>1</sup>	TT 0.28, TP >10.0	
<i>Chaetomorpha anteninna</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	S. aur. CE 11	CE. T, ET. MT	sin actividad	TT 1.20, TP 1.30	
			Zicatela	S. aur. CE 11	CE. MT, ET. MT	sin actividad	TT 1.20, TP 1.40	
	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	S. aur. CE 7 ET. 7	CE. MT, ET. T	O+ 2 <sup>3</sup> , A+ 2 <sup>1</sup> B+ 2 <sup>2</sup> , AB+ 2 <sup>1</sup> C 2 <sup>3</sup>	TT 1.40, TP 0.38	
<i>Cladophora seticea</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	S. aur. CE 11 ET 8, AC 8 E.coli AC 10	sin actividad	O+ 2 <sup>2</sup> , A+ 2 <sup>1</sup> B+ 2 <sup>1</sup> , C 2 <sup>1</sup>	TT 0.18, TP 0.38	
<i>Codium isthmocladum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	Sin actividad	sin actividad	O+ 2 <sup>2</sup>	TT 6.0, TP 2.90	
<i>Cymopalla barbata</i>	Veracruz	7/93	La Mancha	S.aur. CE 8 ET 8	CE. MT, ET. MT	A+ 2 <sup>2</sup> , AB+ 2 <sup>2</sup>	TT 1.33, TP 0.28	
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Guerrero	5/91	Revolcadero	S. aur. CE 11 S.pyo. CE 11	sin actividad	sin actividad	TT 1.10, TP 1.40	
			Oaxaca	5/91	Cacalotepec	S. aur. CE 12 S.pyo. CE 14	CE. MT, ET. MT	sin actividad
	Zicatela	sin actividad	CE. MT, ET. MT		sin actividad	TT 1.30, TP 1.30		
	Zipolite	S.aur. CE 12 S.pyo. CE 11	CE. MT, ET. MT		sin actividad	TT 1.20, TP 1.40		
	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina		sin actividad	sin actividad	O+ 2 <sup>1</sup> , A+ 2 <sup>1</sup> B+ 2 <sup>3</sup> , AB+ 2 <sup>2</sup> C 2 <sup>4</sup>	TT 0.34, TP 0.38
	6/94		Escollera de Tuxpan	S.aur. ET 8	sin actividad	O+ 2 <sup>2</sup> , A+ 2 <sup>3</sup> C 2 <sup>1</sup>	TT 0.20, TP 0.25	
	Veracruz	7/93	La Mancha	sin actividad	sin actividad	AB+ 2 <sup>2</sup> , C 2 <sup>1</sup>	TT 0.26, TP 0.24	
			Punta Delgada	sin actividad	sin actividad	AB+ 2 <sup>1</sup> , C 2 <sup>1</sup>	TT 0.38, TP 0.27	
			Costa de Oro	sin actividad	sin actividad	A+ 2 <sup>1</sup> , B+ 2 <sup>3</sup> AB+ 2 <sup>1</sup> , C 2 <sup>1</sup>	TT 0.11, TP 0.25	
			6/94	Barra de Cazonos	S.aur. ET 9	CE. T - ET. MT	A+ 2 <sup>2</sup> , C 2 <sup>3</sup>	TT 0.12, TP 0.45
	<i>Halimeda discoidea</i>	Oaxaca	5/91	Zipolite	sin actividad	sin actividad	sin actividad	TT > 10, TP > 10

CHLOROPHYTA (Continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD			
				Antibiótica	Tóxica	Aglutinante	Anticoagulante
<i>Halimeda opuntia</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	<i>S.aur.</i> CE 13 ET 11.5 <i>S.pyo.</i> CE 14 ET 13 <i>E.aer.</i> CE 9	Sin actividad	sin actividad	TT 1.20, TP 1.60
<i>Halimeda tuna</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	<i>S.aur.</i> CE 12.5 ET 11	Sin actividad	sin actividad	TT 3.20, TP 2.40
<i>Penicillus capitatus</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	sin actividad	CE. T, ET. T	O+ 2 <sup>9</sup> , A+ 2 <sup>8</sup> B+ 2 <sup>4</sup> , AB+ 2 <sup>5</sup> C 2 <sup>12</sup>	TT 0.35 TP>10.0
<i>Udotea flavellum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	<i>S.aur.</i> CE 10.5 ET 9 <i>S.pyo.</i> CE 10.5 ET 9	Sin actividad	sin actividad	TT 6.70 TP 2.80
		8/95	Puerto Morelos	<i>S.aur.</i> CE 12.5 ET 11, AC 9	CE. T, ET. T	C 2 <sup>9</sup>	TT 0.30 TP>10.0
<i>Ulva fasciata</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	sin actividad	Sin actividad	O+ 2 <sup>9</sup> , A+ 2 <sup>1</sup> C 2 <sup>11</sup>	TT 1.0 TP 1.10
		6/94	Escollera de Tampico	sin actividad	Sin actividad	O+ 2 <sup>7</sup> , A+ 2 <sup>1</sup> , C 2 <sup>8</sup>	TT 1.15 TP 0.57
	Veracruz	7/93	Escollera de Tuxpan	sin actividad	Sin actividad	O+ 2 <sup>8</sup> , A+ 2 <sup>7</sup> , B+ 2 <sup>6</sup> AB+ 2 <sup>2</sup> , C 2 <sup>2</sup>	TT 0.40 TP 0.34
			Punta Delgada	sin actividad	sin actividad	O+ 2 <sup>7</sup> , A+ 2 <sup>2</sup> , B+ 2 <sup>6</sup>	TT 0.29 TP 0.30
	Veracruz	6/94	Barra Corazones	sin actividad	sin actividad	C 2 <sup>9</sup>	TT 0.20 TP 0.54
			Escollera Tuxpan	<i>S.aur.</i> ET 8	sin actividad	A+ 2 <sup>7</sup> , C 2 <sup>8</sup>	TT 0.28 TP 0.25
		Barra de Cazonos	sin actividad	sin actividad	O+ 2 <sup>7</sup> , A+ 2 <sup>1</sup> , C 2 <sup>8</sup>	TT 0.19 TP 0.44	
<i>Ulva lactuca</i>	Oaxaca	5/91	Carrizalillo	sin actividad	CE. T	sin actividad	TT 2.50 TP 1.20
			Punta Arena	sin actividad	CE. MT, ET. MT	O+ 2 <sup>8</sup> , A+ 2 <sup>3</sup> , B+ 2 <sup>1</sup>	TT 1.30 TP 1.30
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	sin actividad	ET. MT	O+ 2 <sup>10</sup> , A+ 2 <sup>9</sup> , B+ 2 <sup>2</sup> C 2 <sup>2</sup>	TT 0.23 TP 0.21

DIVISIÓN PHAEOPHYTA	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD			
				Antibiótica	Tóxica	Aglutinante	Anticoagulante
<i>Chnospora minima</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	S.aur. CE 12 S.pyo. CE 13	CE. MT, ET. MT	sin actividad	TT 2.50 TP 2.50
		5/91	Zicatela	sin actividad	CE. T, ET. MT	sin actividad	TT 1.20, TP 1.90
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	S. aur. CE 12	sin actividad	A+ 2 <sup>2</sup> , B+ 2 <sup>1</sup> AB+ 2 <sup>4</sup> , C 2 <sup>2</sup>	TT .37 TP .27
		7/93	Boca Andrea	S.aur. CE 8	sin actividad	A+ 2 <sup>1</sup> , B+ 2 <sup>2</sup> AB+ 2 <sup>5</sup> , C 2 <sup>3</sup>	TT 1.19 TP 0.25
		7/93	Punta El Morro	S.aur. CE 9.5	CE. T, ET. T	O+ 2 <sup>1</sup> , A+ 2 <sup>6</sup> B+ 2 <sup>2</sup> , AB+ 2 <sup>6</sup> C 2 <sup>2</sup>	TT 0.32 TP 0.32
7/93	Punta La Litera	S.aur. CE 9	Sin actividad	A+ 2 <sup>8</sup> , B+ 2 <sup>2</sup> AB+ 2 <sup>1</sup> , C 2 <sup>1</sup>	TT 0.55 TP 0.25		
<i>Dictyota bartayresiana</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	S.aur. CE 12 ET 10.5	CE. MT	Sin actividad	TT 2.40 TP 1.00
		11/94	Puerto Morelos	S.aur. ET 8.6	CE. T, ET. T, AC. T	B+ 2 <sup>1</sup> , AB+ 2 <sup>3</sup> C 2 <sup>4</sup>	TT 0.41 TP 0.49
<i>Dictyota cervicornis</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	S.aur. CE 10.5 ET 10.5 S.pyo CE 10.5 ET 10.5	CE. T, ET. T AC. MT	sin actividad	TT 1.00 TP 1.10
		8/95	Puerto Morelos	sin actividad	CE. T, ET. T	O+ 2 <sup>3</sup> , A+ 2 <sup>3</sup> C 2 <sup>2</sup>	TT .31 TP .46
<i>Lobophora variegata</i>	Quintana Roo	11/94	Punta Brava	S.aur. CE 9.8 ET 8.9 AC 12.3 S.pyo AC 9.3	CE. T, ET. T AC. T	A+ 2 <sup>1</sup> , AB+ 2 <sup>8</sup> C 2 <sup>8</sup>	TT 0.35 TP 1.02
<i>Padina boergesenii</i>	Veracruz	7/93	Boca Andrea	sin actividad	CE. T, ET. T	B+ 2 <sup>1</sup> , C 2 <sup>2</sup>	TT .25 TP .24
		7/93	Punta La Litera	sin actividad	CE. T, ET. T	B+ 2 <sup>1</sup> , AB+ 2 <sup>1</sup> C 2 <sup>6</sup>	TT 2.34 TP 0.26
<i>Padina gymnospora</i>	Oaxaca	5/91	Zicatela	sin actividad	CE. MT, ET. MT	sin actividad	TT 2.10, TP 1.30
<i>Sargassum filipendula</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	S.aur. CE 9	CE. MT, ET. MT	sin actividad	TT 1.30, TP 1.30
		6/94	Barra del Tordo	Sin actividad	ET. T	O+ 2 <sup>4</sup> , A+ 2 <sup>1</sup> , B+ 2 <sup>4</sup> , AB+ 2 <sup>2</sup> , C 2 <sup>6</sup>	TT 0.16 TP 1.22
<i>Sargassum fluitans</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	sin actividad	CE. MT, ET. MT	sin actividad	TT 1.10, TP 1.20
<i>Sargassum hystrix</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	sin actividad	ET. MT, AC. MT	sin actividad	TT >10.0 TP 1.40
<i>Sargassum liebmannii</i>	Oaxaca	5/91	Tangolunda	sin actividad	CE. T, ET. T	sin actividad	TT 2.30, TP 1.10

PHAEOPHYTA (Continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD			
				Antibiótica	Tóxica	Aglutinante	Anticoagulante
<i>Sargassum polyceratum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	sin actividad	NT	sin actividad	TT 1.0, TP 1.30
<i>Sargassum pteropleuron</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	S. aur. CE 9	CE. MT, ET. MT	sin actividad	TT 1.0, TP 1.10
<i>Sargassum vulgare</i>	Veracruz	7/93	La Mancha	sin actividad	CE. T, ET. T	O+2 <sup>9</sup> , A+2 <sup>7</sup> , B+2 <sup>3</sup> AB 2 <sup>5</sup> , C2 <sup>11</sup>	TT 1.41, TP 0.30
		6/94	Barra de Corazones	sin actividad	sin actividad	O+2 <sup>8</sup> , A+ 2 <sup>4</sup> , B+ 2 <sup>4</sup> , AB+ 2 <sup>3</sup> , C 2 <sup>5</sup>	TT 0.25, TP > 10.0
<i>Spatoglossum schroederi</i>	Tamaulipas	6/94	Soto la Marina	sin actividad	sin actividad	O+2 <sup>8</sup> , A+ 2 <sup>4</sup> , B+ 2 <sup>3</sup> , AB+ 2 <sup>2</sup> , C2 <sup>11</sup>	TT 0.11, TP 1.44
<i>Styopodium zonale</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	S.aur. CE 11 E.aer. CE 10	CE. T, ET. T	sin actividad	TT 1.20, TP 1.20
<i>Turbinaria tricosata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	sin actividad	sin actividad	sin actividad	TT 1.30, TP 1.00
		11/94	Tulum	sin actividad	CE. T, ET. T AC. NT	A+ 2 <sup>8</sup> , B+ 2 <sup>4</sup> AB+ 2 <sup>4</sup> , C2 <sup>6</sup>	TT 0.18, TP 0.23
<i>Turbinaria turbinata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	S.aur. CE 10 S.pyo. CE 17 ET 13 E.aer. CE 11	CE. T, ET. MT	sin actividad	TT 1.20, TP 1.10
<b>DIVISIÓN RHODOPHYTA</b>							
<i>Acanthophora spicifera</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	sin actividad	sin actividad	O+2 <sup>4</sup> , A+2 <sup>9</sup> C2 <sup>9</sup>	TT 0.46, TP 0.46
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	S.aur. CE 12 S.pyo. CE 11	CE. MT, ET. MT	sin actividad	TT 1.30, TP 1.30
		5/91	Zicatela	S.aur. CE. 13 S.pyo. CE 13	CE. MT, ET. MT	sin actividad	TT 2.20, TP 1.20
<i>Amphiroa fragilissima</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	sin actividad	sin actividad	sin actividad	TT 1.30, TP 1.60
<i>Amphiroa mexicana</i>	Oaxaca	5/91	Tangolunda	S.aur. CE 11	AC. MT, ET. T	sin actividad	TT 1.10, TP 1.40
	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	sin actividad	CE. MT, ET. T	sin actividad	TT 1.10, TP 1.40
<i>Bryocladia cuspidata</i>	Veracruz	6/94	Escollera Tuxpan	sin actividad	CE. T, ET. T	C 2 <sup>4</sup>	TT 0.39, TP 0.22
<i>Bryocladia thyrsigera</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	sin actividad	CE. T, ET. T	A+ 2 <sup>4</sup> , C 2 <sup>2</sup>	TT 0.16, TP 0.38
<i>Bryothamnium triquetrum</i>	Quintana Roo	11/94	Predio San Francisco	sin actividad	CE. MT, ET. T AC. T	C 2 <sup>2</sup>	TT 0.56, TP 0.48
		11/94	Puerto Morelos	sin actividad	ET. T	C 2 <sup>4</sup>	TT 0.50, TP 0.50
<i>Centroceras clavulatum</i>	Tamaulipas	6/94	Soto la Marina	sin actividad	NT	C2 <sup>10</sup>	TT 0.24, TP 0.29

RHODOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD			
				Antibiótica	Tóxica	Aglutinante	Anticoagulante
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	S.aur. CE 9	sin actividad	A+ 2 <sup>2</sup> , B+ 2 <sup>10</sup> AB+ 2 <sup>5</sup> , C 2 <sup>5</sup>	TT 0.40, TP 0.30
		7/93	Punta la Litera	S.aur. CE 8 S.pyo. CE 8	sin actividad	O+ 2 <sup>2</sup> , A+ 2 <sup>2</sup> B+ 2 <sup>10</sup> , AB+ 2 <sup>3</sup> C 2 <sup>3</sup>	TT 0.25, TP 0.23
		7/93	La Mancha	sin actividad	sin actividad	O+ 2 <sup>1</sup> , A+ 2 <sup>2</sup> B+ 2 <sup>10</sup> , AB+ 2 <sup>3</sup> C 2 <sup>5</sup>	TT 0.25, TP 0.25
		8/95	Puerto Morelos	S.aur. CE 7	CE. T, ET. T	sin actividad	TT 0.27, TP 0.32
<i>Dasya crowaniana</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	sin actividad	CE. MT, ET. MT AC. NT	sin actividad	TT 0.40, TP 0.30
<i>Digenea simplex</i>	Veracruz Quintana Roo	7/93	Punta El Morro	S.aur. CE 7	sin actividad	B+ 2 <sup>2</sup> , C 2 <sup>2</sup>	TT 0.21, TP 0.25
		11/94	Tulum	S.aur. CE 9	CE. T, ET. T	O+ 2 <sup>1</sup> , C 2 <sup>1</sup>	TT 0.30, TP 0.45
			Cancun Hyatt	S.aur. CE 8.2	CE T, ET. T	sin actividad	TT 0.28, TP 0.40
		8/95	Puerto Morelos	S.aur. CE 9 ET 9, AC 9	CE. T, ET. T AC. MT	O+ 2 <sup>2</sup> , C 2 <sup>3</sup>	TT 0.26, TP 0.46
<i>Galaxaura oblongata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	sin actividad	ET. MT	sin actividad	TT 1.0, TP 1.0
<i>Gelidiella acerosa</i>	Veracruz	6/94	Barra corazones	sin actividad	CE. T ET. T	O+ 2 <sup>1</sup>	TT 0.11, TP 0.28
<i>Gelidium crinale</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	sin actividad	CE. MT, ET. MT	C 2 <sup>5</sup>	TT 0.18, TP 0.29
<i>Gracilaria blodgettii</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	sin actividad	CE. MT, ET. MT	O+ 2 <sup>3</sup> , C 2 <sup>10</sup>	TT 0.18, TP 0.30
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	sin actividad	CE. MT, ET. T	B+ 2 <sup>2</sup> , AB+ 2 <sup>2</sup> C 2 <sup>10</sup>	TT 0.11, TP 0.26
<i>Gracilaria cervicornis</i>	Veracruz	7/93	Escollera Tuxpan	sin actividad	sin actividad	B+ 2 <sup>1</sup> , C 2 <sup>1</sup>	TT 1.33, TP 0.30
		6/94	Barra corazones	S.aur. CE. 8 ET. 8	sin actividad	O+ 2 <sup>2</sup> , AB+ 2 <sup>2</sup> C 2 <sup>3</sup>	TT > 10, TP 0.30
<i>Gracilaria cornea</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	S.aur. CE. 7 ET. 8	CE. T ET. T	sin actividad	TT 0.29, TP 0.37
<i>Gracilaria venezuelensis</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	S.aur. CE 7	ET. T	O+ 2 <sup>2</sup> , A+ 2 <sup>11</sup> B+ 2 <sup>4</sup> , C 2 <sup>7</sup>	TT 15, TP 2.8
<i>Gracilariopsis lemaneiformis</i>	Chiapas	3/92	El Paredon	sin actividad	CE. MT ET. MT	O+ 2 <sup>2</sup> , A+ 2 <sup>2</sup> AB+ 2 <sup>4</sup> , C 2 <sup>3</sup>	TT 1.58, TP 0.32
		3/92	La Costa	sin actividad	CE. MT ET MT	O+ 2 <sup>8</sup> , A+ 2 <sup>1</sup> AB+ 2 <sup>6</sup> , C 2 <sup>6</sup>	TT 1.20, TP 1.30
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	sin actividad	sin actividad	B+ 2 <sup>1</sup> , C 2 <sup>8</sup>	TT 0.32, TP 0.24

RHODOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD			
				Antibiótica	Tóxica	Aglutinante	Anticoagulante
<i>Gratelopuia doryphora</i>	Veracruz	6/94	Barra corazonos	sin actividad	CE. T, ET. T	O+ 2 <sup>2</sup> , C 2 <sup>10</sup>	TT > 10 TP 0.32
<i>Gratelopuia filicina</i>	Tamaulipas	6/94	Estación Tampico	S.aur.AC 7 ET 7	CE. T, ET. T	sin actividad	TT 0.25 TP 4.32
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	S.aur. CE 11	CE. T, ET. T	O+ 2 <sup>2</sup> , A+ 2 <sup>3</sup> B+2 <sup>2</sup> , AB+2 <sup>3</sup> , C2 <sup>11</sup>	TT 0.25 TP 0.26
<i>Halipilton cubense</i>	Veracruz	6/94	Escollera Tuxpan	sin actividad	CE. T, ET. MT	C 2 <sup>9</sup>	TT 0.30, TP 0.26
<i>Hincksia breviariculata</i>	Veracruz	7/93	Punta La Litera	sin actividad	AC. T, ET. T	AB+ 2 <sup>2</sup> , C 2 <sup>2</sup>	TT 0.39, TP 0.24
<i>Hlypnea musciformis</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	S.aur. CE 9	CE. MT, ET. MT	sin actividad	TT 1.60, TP 1.0
	Veracruz	7/93	Escollera Tuxpan	sin actividad	NT	O+ 2 <sup>1</sup> , A+ 2 <sup>2</sup> , B+ 2 <sup>2</sup>	TT 0.43, TP 0.26
<i>Laurencia intricata</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	S.aur CE 8, ET 8	CE. T, ET T	C. 2 <sup>2</sup>	TT 0.25 TP 0.31
<i>Laurencia obtusa</i>	Quintana Roo	11/94	Chemuyil	S.aur. ET 8.3	CE. T, ET. T AC. T	B+ 2 <sup>2</sup> AB+ 2 <sup>4</sup>	TT 0.31 TP 0.56
<i>Laurencia papillosa</i>	Veracruz	7/93	Punta La Litera	S. pyo. CE 11 ET 11	CE. MT, ET. MT AC. NT, ET. T	O+ 2 <sup>4</sup> , A+2 <sup>1</sup> , B+2 <sup>1</sup> AB+2 <sup>10</sup> C 2 <sup>2</sup>	TT 0.22 TP 0.30
		7/93	La Mancha	S. pyo. CE 9 ET 10, AC 8	CE. T, ET. T	O+2 <sup>4</sup> , A+2 <sup>1</sup> , B+2 <sup>0</sup> AB+2 <sup>5</sup> , C 2 <sup>3</sup>	TT 2.15 TP 0.25
	Quintana Roo	11/94	Predio San Francisco	S.aur. ET 9.4 CE 10	sin actividad	C 2 <sup>2</sup>	TT 0.40 TP 0.36
	11/94	Tulum	sin actividad	sin actividad	C 2 <sup>2</sup>	TT 0.40, TP 0.35	
	8/95	Puerto Morelos	sin actividad	CE. T, ET. MT	C. 2 <sup>6</sup>	TT 0.25, TP 0.43	
<i>Laurencia poitei</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	S.aur. CE 11 ET 11, E.aer.11	ET. MT	sin actividad	TT 1.00 TP 1.70
<i>Prionitis pterocladina</i>	Veracruz	6/94	Barra de cazones	S.aur. CE 8 ET 8	CE. MT, ET. T	sin actividad	TT .09 - TP .26
<i>Pterocladia capillaceae</i>	Veracruz	6/94	Barra de cazones	sin actividad	CE. T, ET. T	C 2 <sup>5</sup>	TT 1.07, TP > 10
<i>Spyridia filamentosa</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	S. aur. CE. 7 ET. 7	CE. T, ET. T	sin actividad	TT 0.32 TP 0.41

<i>E. aer.</i>	<i>Enterobacter aerogenes</i>	<b>CE</b>	Extracto acetónico	<b>T</b>	Tóxico	<b>2<sup>1</sup></b>	Título de la prueba
<i>S. aur.</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<b>ET</b>	Extracto etanólico	<b>MT</b>	Medianamente Tóxico	<b>TT</b>	Tiempo de trombina
<i>S. pyo.</i>	<i>Streptococcus pyogenes</i>	<b>AC</b>	Extracto acuoso	<b>NT</b>	No Tóxico	<b>TP</b>	Tiempo de protrombina



### **TABLA 3. LISTADO TAXONÓMICO DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS**

#### **DIVISIÓN CHLOROPHYTA**

##### **ORDEN ULVALES**

##### **FAMILIA ULVACEAE**

*Enteromorpha* Link, 1920

*Enteromorpha flexuosa* (Wulfen ex Roth) J. Agardh

*Enteromorpha intestinalis* (Linnaeus) Nees

*Ulva* (Linnaeus) Thuret, 1854

*Ulva fasciata* Delile

*Ulva lactuca* Linnaeus

##### **ORDEN CLADOPHORALES**

##### **FAMILIA CLADOPHORACEAE**

*Chaetomorpha* Kützing, 1845

*Chaetomorpha antennina* (Bory) Kützing

*Chaetomorpha linum* (Muller) Kützing

*Cladophora* (Kützing) Kützing, 1843

*Cladophora prolifera* (Roth) Kützing

*Cladophora sericea* (Hudson) Kützing

##### **ORDEN SIPHONOCLADALES**

##### **FAMILIA SIPHONOCLADACEAE**

*Cladophoropsis* Borgesen, 1905

*Cladophoropsis robusta* Setchell & Gardner

##### **ORDEN BRYOPSIDALES**

##### **FAMILIA BRYOPSIDACEAE**

*Bryopsis* Lamouroux 1809

*Bryopsis hypnoides* Lamouroux

##### **FAMILIA CODIACEAE**

*Codium* Stackhouse, 1797

*Codium giraffa* Silva

*Codium isthmocladum* Vickers  
*Codium isabelae* Taylor

#### FAMILIA CAULERPACEAE

*Caulerpa* Lamouroux, 1809  
*Caulerpa cupressoides* (West in Vahl) C. Agarth  
*Caulerpa peltata* (Lamouroux) Eubank  
*Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agarth  
*Caulerpa sertularioides* (Gmelin) Howe

#### FAMILIA UDOTACEAE

*Halimeda* Lamouroux, 1812  
*Halimeda discoidea* Decaisne  
*Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux  
*Halimeda tuna* (Ellis & Solander) Lamouroux

*Penicillus* Lamarck, 1813  
*Penicillus capitatus* Lamarck

*Udotea* Lamouroux  
*Udotea flabellum* (Ellis & Solander) Lamouroux

#### ORDEN DASYCLADALES FAMILIA DASYCLADACEAE

*Cymopolia* Lamouroux  
*Cymopolia barbata* (Linnaeus) Lamouroux

#### DIVISIÓN PHAEOPHYTA

#### ORDEN ECTOCARPALES FAMILIA ECTOCARPACEAE

*Hincksia* Gray, 1864  
*Hincksia breviararticulata* (J. Agarth) Silva

#### ORDEN SCYTOSIPHONALES FAMILIA CHNOOSPORACEAE

*Chnoospora* J. Agarth, 1847  
*Chnoospora minima* (Hering) Papenfuss

## FAMILIA SCYTOSIPHONACEAE

*Colpomenia* Derbes & Solier, 1856

*Colpomenia ramosa* Taylor

*Colpomenia sinuosa* (Merten ex Roth) Derbès & Solier

## ORDEN DICTYOTALES

### FAMILIA DICTYOTACEAE

*Dictyota* Lamouroux, 1809

*Dictyota bartayresiana* Lamouroux

*Dictyota cervicornis* Kützing

*Dictyota crenulata* J. Agarth

*Dictyota volubilis* Kützing sensu Vickers

*Lobophora* J. Agarth, 1894

*Lobophora variegata* (Lamouroux) Womersley

*Padina* Adanson, 1763

*Padina boergesenii* Allender & Kraft

*Padina crispata* Thivy in Taylor

*Padina durvillaei* Bory

*Padina gymnospora* (Kützing) Vickers

*Spatoglossum* Kützing, 1843

*Spatoglossum schoederi* (C. Agardh) Kützing

*Styopodium* Kützing, 1843

*Styopodium zonale* (Lamouroux) Papenfuss

## ORDEN FUCALES

### FAMILIA SARGASSACEAE

*Sargassum* C. Agardh, 1820

*Sargassum acinacifolium* Setchell & Gardner

*Sargassum acinarum* (Linnaeus) C. Agardh

*Sargassum camouii* Dawson

*Sargassum cymosum* C. Agardh

*Sargassum filipendula* C. Agardh

*Sargassum fluitans* Borgesen

*Sargassum herporhisum* Setchell & Gardner

*Sargassum howellii* Setchell

*Sargassum hystrix* J. Agardh

*Sargassum liebmannii* J. Agardh

*Sargassum polyceratium* Montagne

*Sargassum pteropleuron* Grunow

*Sargassum vulgare* C. Agardh

*Turbinaria* Lamouroux, 1823  
*Turbinaria tricostata* Barton  
*Turbinaria turbinata* (Linnaeus) Kuntze

## **DIVISIÓN RHODOPHYTA**

### **ORDEN NEMALIALES FAMILIA GALAXAURACEAE**

*Galaxaura* Lamouroux, 1812  
*Galaxaura oblongata* (Ellis & Solander) Lamouroux

### **ORDEN GELIDIALES FAMILIA GELIDIACEAE**

*Gelidium* Lamouroux, 1813  
*Gelidium crinale* (Turner) Gaillon  
*Gelidium galapaguensis* Taylor  
*Gelidium purpurascens* Gardner  
*Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis  
*Gelidium sclerophyllum* Taylor

*Pterocladia* J. Agardh, 1852  
*Pterocladia capillaceae* (S. G. Gmelin) Bornet & Thuret  
*Pterocladia pinnata* (Hudson) Papenfuss

### **FAMILIA GELIDELLACEAE**

*Gelidiella* Feldmann & Hamel  
*Gelidiella acerosa* (Forsskall) Feldmann & Hamel

### **ORDEN CORALLINALES FAMILIA CORALLINACEAE**

*Corallina* Linnaeus, 1758  
*Corallina officinalis* Linnaeus

*Amphiroa* Lamouroux, 1812  
*Amphiroa beauvoisii* Lamouroux  
*Amphiroa fragillissima* (Linnaeus) Lamouroux  
*Amphiroa mexicana* Taylor

*Haliptilon* (Decaisne) Lindley, 1846  
*Haliptilon cubense* (Montagne ex Kützing) Garbary & Johansen

*Jania* Lamouroux, 1812  
*Jania mexicana* Taylor  
*Jania tenella* (Kützinger) Grunow

ORDEN GIGARTINALES  
FAMILIA HALYMENIACEA

*Prionitis* J. Agardh, 1851  
*Prionitis pterocladina* Wynne

FAMILIA HYPNEACEAE

*Hypnea* Lamouroux, 1813  
*Hypnea cervicornis* (C. Agardh) Kützinger  
*Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux  
*Hypnea pannosa* J. Agardh  
*Hypnea spinella* (C. Agardh) Kützinger

FAMILIA PHYLLOPHORACEAE

*Gymnogongrus* Martius, 1833  
*Gymnogongrus johnstonii* (Setchell & Gardner) Dawson

ORDEN GRACILARIALES  
FAMILIA GRACILARIACEAE

*Gelidiopsis* Schmitz, 1895  
*Gelidiopsis tenuis* Setchell & Gardner

*Gracilaria* Greville, 1830  
*Gracilaria blodgettii* Harvey  
*Gracilaria bursa-pastoris* (Gmelin) Silva  
*Gracilaria cerrosiana* Taylor  
*Gracilaria cervicornis* (Turner) J. Agardh  
*Gracilaria cornea* J. Agardh  
*Gracilaria mammillaris* (Montagne) Howe  
*Gracilaria ramiscunda* Dawson  
*Gracilaria venezuelensis* Taylor  
*Gracilaria verrucosa* (Hudson) Papenfuss

*Gracilariopsis*  
*Gracilariopsis lemaneiformis* (Bory) Dawson, Acleto & Foldvik

ORDEN CRYPTONEMIALE  
FAMILIA HALYMENIACEAE

*Grateloupia* C. Agardh, 1851  
*Grateloupia abbreviata* Kylin  
*Grateloupia doryphora* (Montagne) Howe  
*Grateloupia filicina* (Lamouroux) C. Agardh  
*Grateloupia prolongata* J. Agardh

*Halymenia* C. Agardh, 1817  
*Halymenia agardhii* De Toni

ORDEN RHODYMENIALES  
FAMILIA RHODYMENIACEAE

*Rhodymenia* Greville, 1831  
*Rhodymenia pacifica* Kylin

ORDEN CERAMIALES  
FAMILIA CERAMIACEAE

*Centroceras* Kützing 1841  
*Centroceras clavulatum* (C. Ag. in Kunth) Montagne in Durieu de Maisonneuve

*Spyridia* Harvey, 1833  
*Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey in Hooker

FAMILIA DASYACEAE

*Dasya* C. Agardh, 1824  
*Dasya crouaniana* J. Agardh

FAMILIA RHODOMELACEAE

*Acanthophora* Lamouroux, 1813  
*Acanthophora spicifera* (Vahl) Borgesen

*Bryocladia* Schmitz, 1897  
*Bryocladia cuspidata* (J. Agardh) De Toni  
*Bryocladia thyrsgera* (J. Agardh) Schmitz in Falkenberg

*Bryothamnion* Kützing, 1843  
*Bryothamnion triquetrum* (Gmelin) Howe

*Digenea* C. Agardh, 1823  
*Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh

*Laurencia* Lamouroux, 1813

*Laurencia clarionensis* Setchell & Gardner

*Laurencia intricata* Lamouroux

*Laurencia obtusa* (Hudson) Lamouroux

*Laurencia papillosa* (C. Agardh) Kützing o Greville

*Laurencia poiteaui* (Lamouroux) Howe

*Tayloriella* Kylin, 1938

*Tayloriella dictyurus* (J. Agardh) Kylin

**TABLA 4. ACTIVIDAD ANTIBIOTICA DE LAS MACROALGAS DEL LITORAL MEXICANO**

DIVISION CHLOROPHYTA	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	<i>Staphylococcus aureus</i>			<i>Shyella sonei</i>			<i>Streptococcus pyogenes</i>		
				CE.	ET.	AC.	CE.	ET.	AC.	CE.	ET.	AC.
<i>Bryopsis hypnoides</i>	Jalisco	8/89	Tenacatita	15*	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caulerpa cupressoides</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caulerpa peltata</i>	Oaxaca	5/91	Zipolite	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caulerpa racemosa</i>	Nayarit	8/89	Matachén	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	9/89	Playa Paraiso	7.6	7	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	2/90	Playa Paraiso	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Caulerpa sertularioides</i>	Nayarit	8/89	San Blas	14	-	-	-	-	-	-	-	-
	Guerrero	5/91	Zihuatanejo	-	21.6	23.6	-	-	-	-	-	-
	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	9/89	Playa Paraiso	8.4	7	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	2/90	Playa Paraiso	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetomorpha antennina</i>	Sinaloa	8/89	Mazatlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nayarit	8/89	San Blas	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Guerrero	5/91	Zihuatanejo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	11	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oaxaca	5/91	Zicatela	11	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	7	7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chaetomorpha linum</i>	Sinaloa	8/89	Mazatlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora sericea</i>	Nayarit	8/89	San Blas	14	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	11	8	8	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora prolifera</i>	Sonora	8/89	Las Bocas	13	-	-	-	14	-	-	-	-
<i>Cladophoropsis robusta</i>	Michoacán	5/88	Maruata	-	9	9	-	-	-	-	-	-
	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Codium isthmocladum</i>	Veracruz	9/89	Playa Paraiso	-	-	7.3	-	-	-	-	-	-
	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Codium isabetae</i>	Nayarit	8/89	Guayabitos	21	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Codium giraffa</i>	Michoacán	5/88	San Telmo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oaxaca	5/91	Zicatela	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cymopolia barbata</i>	Veracruz	9/89	Playa Paraiso	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	La Mancha	8	8	-	-	-	-	-	-	-



CHLOROPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	<i>Staphylococcus aureus</i>			<i>Shyella sonoi</i>			<i>Streptococcus pyogenes</i>		
				CE.	ET.	AC.	CE.	ET.	AC.	CE.	ET.	AC.
<i>Enteromorpha flexuosa</i>	Michoacán	5/88	San Telmo	9*	9	-	-	-	8	-	-	-
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Sinaloa	8/89	Mazatlán	-	7	-	-	7	-	-	-	-
	Nayarit	8/89	San Blas	-	32.2	26	-	-	-	-	-	-
	Guerrero	5/91	Zihuatanejo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Guerrero	5/91	Revolcadero	11	-	-	-	-	-	11	-	-
	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	12	-	-	-	-	-	14	-	-
	Oaxaca	5/91	Carrisalillo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oaxaca	5/91	Zicatela	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oaxaca	5/91	Zipolite	12	-	-	-	-	-	11	-	-
	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	La Mancha	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	6/94	Escollera Tuxpan	-	8	-	-	-	-	-	-	-
Veracruz	6/94	Barra Cazones	-	9	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Halimeda discoidea</i>	Nayarit	8/89	Punta Mita	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Jalisco	8/89	Careyes	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oaxaca	5/91	Zipolite	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halimeda opuntia</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	13	11.5	-	-	-	-	14	13	-
<i>Halimeda tuna</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	12.5	11	-	-	-	-	-	-	-
<i>Penicillus capitatus</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Udotea flabellum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	10.5	9	-	-	-	-	10.5	9	-
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	12.5	11	9	-	-	-	-	-	-
<i>Ulva fasciata</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tamaulipas	6/94	Estación Tampico	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	Escollera Tuxpan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	6/94	Barra Corazones	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	6/94	Escollera Tuxpan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	6/94	Barra Cazones	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulva lactuca</i>	Sinaloa	8/89	Mazatlán	-	37	-	-	-	-	-	-	-











RHODOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	<i>Staphylococcus aureus</i>			<i>Shyella sonci</i>			<i>Streptococcus pyogenes</i>		
				CE.	ET.	AC.	CE.	ET.	AC.	CE.	ET.	AC.
	Sinaloa	8/89	Topolobampo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Quintana Roo	8/95	Quintana Roo	7*	7	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tayloriella dictyurus</i>	Michoacán	5/88	Las Peñas	-	9	9	-	9	9	-	-	-

\* Diámetro del halo de inhibición del crecimiento bacteriano en mm. - Prueba negativa

CE Extracto acetónico

ET Extracto etanólico

AC Extracto acuoso

\*\* En la tabla no se relaciona a *Escherichia coli*, por que ninguno de los extractos probados, inhibió su crecimiento.

RHODOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	<i>Staphylococcus aureus</i>			<i>Shyella sonei</i>			<i>Streptococcus pyogenes</i>		
				CE.	ET.	AC.	CE.	ET.	AC.	CE.	ET.	AC.
<i>Hinckia breviarticulata</i>	Veracruz	7/93	Punta La Litera	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypnea cervicornis</i>	Veracruz	9/89	Playa Paraíso	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypnea musciformis</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	9*	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	9/89	Playa Paraíso	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	Escollera Tuxpan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypnea pannosa</i>	Sinaloa	8/89	Mazatlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypnea spinella</i>	Oaxaca	5/91	Puerto Escondido	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oaxaca	5/91	Carrizalillo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oaxaca	5/91	Zipolite	11	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	14	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	6/94	Escollera Tuxpan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Jania mexicana</i>	Sinaloa	8/89	Mazatlán	-	8	-	-	8	-	-	-	-
<i>Jania tenella</i>	Nayarit	8/89	Matachen	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Oaxaca	5/91	Tangolunda	17	-	-	-	-	-	21	-	-
<i>Laurencia clarionensis</i>	Sinaloa	8/89	Mazatlán	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Michoacán	5/88	Las Peñas	10	-	-	15	15	-	-	-	-
<i>Laurencia intricata</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	8	8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Laurencia obtusa</i>	Quintana Roo	11/94	Chemuyil	8.3	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Laurencia papillosa</i>	Veracruz	9/89	Playa Paraíso	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	-	-	-	-	-	-	11	11	-
	Veracruz	7/93	La Mancha	-	-	-	-	-	-	9	10	8
	Quintana Roo	11/94	Punta Brava	8.2	-	-	-	-	-	-	-	-
	Quintana Roo	11/94	Predio San Fco.	10	9.4	-	-	-	-	-	-	-
	Quintana Roo	11/94	Tulum	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Laurencia poiteaui</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	11	11	-	-	-	-	-	-	-
<i>Prionitis pterocladina</i>	Veracruz	6/94	Barra Cazonos	8	8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterocladia capillaceae</i>	Veracruz	6/94	Escollera Tuxpan	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Veracruz	6/94	Barra Cazonos	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pterocladia pinnata</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	8	8	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhodymenia pacifica</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spyridia filamentosa</i>	Sonora	8/89	Puerto Peñasco	-	8	-	-	8	-	-	-	-



**TABLA 5. ACTIVIDAD TÓXICA DE LAS MACROALGAS DEL LITORAL MEXICANO**

DIVISION CHLOROPHYTA	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE EXTRACTO		
				Acetona	Etanol	Agua
<i>Caulerpa cupressoides</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	T	T	—
<i>Caulerpa peltata</i>	Oaxaca	5/91	Zipolite	MT	MT	—
<i>Caulerpa racemosa</i>	Nayarit	8/89	Matachen	MT	MT	—
<i>Caulerpa sertularioides</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	—	—	—
<i>Chaetomorpha antennina</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	MT	T	—
	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	T	MT	—
	Oaxaca	5/91	Zicatela	MT	MT	—
<i>Cladophora sericea</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	—	—
<i>Cladophoropsis robusta</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	MT	MT	—
<i>Codium isthmocladum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—
<i>Codium giraffa</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	—	—	—
<i>Cymopolia barbata</i>	Veracruz	7/93	La Mancha	MT	MT	—
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	—	—	—
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	—	—
	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—
	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	—	—	—
	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	T	MT	—
	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	—	—	—
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—
	Veracruz	7/93	La Mancha	—	—	—
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	—	—	—
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	—	—
	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	—	—	—
	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	T	MT	—
	Guerrero	5/91	El Revolcadero	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	MT	MT	—
	Oaxaca	5/91	Carrizalillo	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Zicatela	MT	MT	—
	Oaxaca	5/91	Zipolite	MT	MT	—
	Oaxaca	5/91	Zipolite	—	—	—
<i>Halimeda discoidea</i>	Oaxaca	5/91	Zipolite	—	—	—
<i>Halimeda opuntia</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—

CHLOROPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	EXTRACTO		
				Acetona	Etanol	Agua
				—	—	—
<i>Halimeda tuna</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—
<i>Penicillus capitatus</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	T	T	—
<i>Udotea flavellum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	T	T	—
<i>Ulva fasciata</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—
	Tamaulipas	6/94	Escollera de Tampico	—	—	—
	Veracruz	7/93	Escollera de Tuxpan	—	—	—
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	—	—	—
	Veracruz	7/93	Boca Andrea	—	—	—
	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	—	—	—
	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	—	—	—
	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	—	—	—
<i>Ulva lactuca.</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	MT	—
	Oaxaca	5/91	Carrizalillo	—	T	—
	Oaxaca	5/91	Zipolite	—	MT	—
	Oaxaca	5/91	Punta Arena	MT	MT	—
<b>DIVISIÓN PHAEOPHYTA</b>						
<i>Chnoospora minima</i>	Veracruz	7/93	Punta Delgada	—	—	—
	Veracruz	7/93	Boca Andrea	—	—	—
	Veracruz	7/93	Punta El Morro	T	T	—
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	MT	MT	—
	Oaxaca	5/91	Zicatela	T	MT	—
<i>Colpomenia sinuosa</i>	Veracruz	7/93	Punta Delgada	—	—	—
<i>Dictyota bartayresiana</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	MT	—	—
	Quintana Roo	11/94	Puerto Morelos	T	T	T
<i>Dictyota cervicornis</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	T	T	MT
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	T	T	—
<i>Lobophora variegata</i>	Quintana Roo	11/94	Punta Brava	T	T	T
<i>Padina boergesenii</i>	Veracruz	7/93	Punta Delgada	MT	T	—
	Veracruz	7/93	Boca Andrea	T	T	—
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	T	T	—

PHAEOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO	DE	EXTRACTO
				Acetona	Etanol	Agua
	Veracruz	7/93	La Mancha	T	T	—
<i>Padina crispata</i>	Oaxaca	5/91	Playa Muertos	—	—	—
<i>Padina durvillaei</i>	Guerrero	5/91	Puerto Marquez	MT	MT	—
	Guerrero	5/91	Punta Maldonado	—	T	—
	Oaxaca	5/91	Zipolite	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Tangolunda	—	—	—
<i>Padina gymnospora</i>	Oaxaca	5/91	Puerto Escondido	—	MT	—
	Oaxaca	5/91	Zicatela	MT	MT	—
<i>Sargassum cymosum</i>	Tamaulipas	6/94	Barra Del Tordo	MT	MT	—
<i>Sargassum filipendula</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	MT	MT	—
	Tamaulipas	6/94	Barra Del Tordo	—	T	—
<i>Sargassum fluitans</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	MT	MT	—
<i>Sargassum hystrix</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	MT	MT
<i>Sargassum liebmannii</i>	Oaxaca	5/91	Zipolite	T	T	—
	Oaxaca	5/91	Tangolunda	T	T	—
<i>Sargassum polyceratium</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—
<i>Sargassum pteropleuron</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	MT	MT	—
<i>Sargassum vulgare</i>	Veracruz	7/93	Punta El Morro	MT	MT	—
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	T	T	—
	Veracruz	7/93	La Mancha	T	T	—
	Veracruz	7/93	Boca Andrea	T	T	—
	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	T	T	—
<i>Spatoglossum schroederi</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—
<i>Styopodium zonale</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	T	T	—
<i>Turbinaria tricostrata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—
	Quintana Roo	11/94	Tulum	T	T	—
<i>Turbinaria turbinata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	T	MT	—
<b>DIVISION RHODOPHYTA</b>						
<i>Acanthophora spicifera</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	—	—	—
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	MT	MT	—
	Quintana Roo	5/91	Zicatela	MT	MT	—
<i>Amphiroa fragillissima</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—
<i>Amphiroa mexicana</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	MT	T	—

RHODOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE EXTRACTO		
				Acetona	Etanol	Agua
	Oaxaca	5/91	Tangolunda	—	MT	MT
<i>Bryocladia cuspidata</i>	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	T	T	—
<i>Bryocladia thyrsegera</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	T	T	—
<i>Bryothamnium triquetrum</i>	Quintana Roo	11/94	Predio San Francisco	MT	T	T
	Quintana Roo	11/94	Puerto Morelos	—	T	—
<i>Centroceras clavulatum</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	—	—	—
	Veracruz	7/93	Punta El Morro	—	—	—
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	—	—	—
	Veracruz	7/93	La Mancha	—	—	—
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	T	T	—
<i>Dasya crouaniana</i>	Veracruz	6/94	Soto La Marina	MT	MT	—
<i>Digenea simplex</i>	Veracruz	7/93	Punta El Morro	—	—	—
	Quintana Roo	11/94	Tulum	T	T	—
	Quintana Roo	11/94	Cancun Hyatt	T	T	—
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	T	T	—
<i>Galaxaura oblongata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	MT	—
<i>Gelidiella acerosa</i>	Veracruz	6/94	Barra de corazones	T	T	—
<i>Gelidium crinale</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	MT	MT	—
<i>Gracilaria blodgettii</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	MT	MT	—
	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	T	MT	—
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	MT	T	—
<i>Gracilaria cervicornis</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—
	Veracruz	7/93	Escollera de Tuxpan	—	—	—
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	—	—
	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	—	—	—
<i>Gracilaria cornea</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	T	T	—
<i>Gracilaria venezuelensis</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	T	—
<i>Gracilariopsis lemaneiformis</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	—	—
	Veracruz	6/94	Barra corazones	—	—	—
	Chiapas	3/92	El Paredon	MT	MT	—
	Veracruz	3/92	La Costa	—	—	—
<i>Grateloupia doryphora</i>	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	T	T	—
<i>Grateloupia filicina</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	T	T	—

RHODOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE EXTRACTO		
				Acetona	Etanol	Agua
	Tamaulipas	6/94	Escollera de Tampico	T	T	—
<i>Halymenia agardhii</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	MT	—	—
<i>Halipilton cubense</i>	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	T	MT	—
<i>Hincksia breviarticulata</i>	Veracruz	7/93	Punta La Litera	—	T	T
<i>Hypnea musciformis</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	MT	MT	—
	Veracruz	7/93	Escollera de Tuxpan	—	—	—
<i>Hypnea spinella</i>	Veracruz	7/93	Punta Delgada	—	—	—
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	—	—	—
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	—	—
	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	T	MT	—
	Oaxaca	5/91	Puerto Escondido	MT	MT	—
	Oaxaca	5/91	Carrizalillo	MT	T	—
	Oaxaca	5/91	Zipolite	MT	T	—
<i>Jania tenella</i>	Oaxaca	5/91	Tangolunda	MT	MT	—
<i>Laurencia intricata</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	T	T	—
<i>Laurencia obtusa</i>	Quintana Roo	11/94	Chemuyil	T	T	T
<i>Laurencia papillosa</i>	Veracruz	7/93	Punta La Litera	MT	MT	—
	Veracruz	7/93	La Mancha	T	T	—
	Quintana Roo	11/94	Punta Brava	—	—	—
	Quintana Roo	11/94	Predio San Francisco	—	—	—
	Quintana Roo	11/94	Tulum	—	—	—
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	T	MT	—
<i>Laurencia poiteaui</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	MT	—
<i>Prionitis pterocladina</i>	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	MT	T	—
<i>Pterocladia capillaceae</i>	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	T	T	—
	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	T	T	—
<i>Pterocladia pinnata</i>	Tamaulipas	6/94	Soto la Marina	MT	MT	—
<i>Rhodymenia pacifica</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	T	T	—
<i>Spyridia filamentosa</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	T	T	—

T = Tóxico

MT = Medianamente tóxico

— = No tóxico

TABLA 6. ACTIVIDAD AGLUTINANTE DE LAS MACROALGAS DEL LITORAL MEXICANO

DIVISION CHLOROPHYTA	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE SANGRE				
				0+	A+	B+	AB+	Conejo
<i>Caulerpa cupressoides</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	—	2 <sup>2</sup>	—	—	2 <sup>1</sup>
<i>Chaetomorpha antennina</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	—	—	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Zicatela	—	—	—	—	—
	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	2 <sup>4</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>
<i>Cladophora sericea</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>4</sup>	—	2 <sup>1</sup>
<i>Codium giraffa</i>	Oaxaca	5/91	Zicatela	2 <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>	—	—
<i>Codium isthmocladum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	2 <sup>2</sup>	—	—	—	—
<i>Cymopolia barbata</i>	Veracruz	7/93	La Mancha	—	2 <sup>3</sup>	—	—	—
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Guerrero	5/91	Acapulco	—	—	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	—	—	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Zicatela	—	—	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Acapulco	—	—	—	—	—
	Veracruz	7/93	La Mancha	—	—	—	2 <sup>3</sup>	2 <sup>1</sup>
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	—	—	—	2 <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	2 <sup>1</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>1</sup>
	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	2 <sup>4</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>4</sup>
	Tamaulipas	6/94	Escollera de Tuxpan	2 <sup>2</sup>	2 <sup>3</sup>	—	—	2 <sup>4</sup>
	Tamaulipas	6/94	Barra de Cazones	—	2 <sup>3</sup>	—	—	2 <sup>3</sup>
<i>Halimeda discoidea</i>	Oaxaca	5/91	Zipolite	—	—	—	—	—
<i>Halimeda opuntia</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Halimeda tuna</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Penicillus capitatus</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>12</sup>
<i>Udotea flavellum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	—	—	—	—	2 <sup>9</sup>
<i>Ulva fasciata</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	—	—	2 <sup>11</sup>
	Tamaulipas	6/94	Escollera de Tampico	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	—	—	2 <sup>2</sup>
	Veracruz	7/93	Escollera de Tuxpan	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	—	—
	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	—	—	—	—	2 <sup>2</sup>
	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	—	2 <sup>2</sup>	—	—	2 <sup>2</sup>
	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	—	—	2 <sup>2</sup>
<i>Ulva lactuca</i>	Oaxaca	5/91	Carrizalillo	—	—	—	—	—

CHLOROPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE SANGRE				
				0+	A+	B+	AB+	Conejo
	Oaxaca	5/91	Zipolite	—	—	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Punta Arena	2 <sup>b</sup>	2 <sup>d</sup>	2 <sup>f</sup>	—	—
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	2 <sup>u</sup>	2 <sup>g</sup>	2 <sup>i</sup>	—	2 <sup>c</sup>
<b>DIVISION PHAEOPHYTA</b>								
<i>Chnoospora minima</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	—	—	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Zicatela	—	—	—	—	—
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	—	2 <sup>g</sup>	2 <sup>k</sup>	2 <sup>l</sup>	2 <sup>e</sup>
	Veracruz	7/93	Boca Andrea	—	2 <sup>h</sup>	2 <sup>s</sup>	2 <sup>o</sup>	2 <sup>j</sup>
	Veracruz	7/93	Punta El Morro	2 <sup>i</sup>	2 <sup>o</sup>	2 <sup>z</sup>	2 <sup>o</sup>	2 <sup>e</sup>
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	—	2 <sup>g</sup>	2 <sup>z</sup>	2 <sup>i</sup>	2 <sup>i</sup>
<i>Dictyota bartayresiana</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
	Quintana Roo	11/94	Puerto Morelos	—	—	2 <sup>i</sup>	2 <sup>j</sup>	2 <sup>k</sup>
<i>Dictyota cervicornis</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	2 <sup>j</sup>	2 <sup>g</sup>	—	—	2 <sup>g</sup>
<i>Lobophora variegata</i>	Quintana Roo	11/94	Punta Brava	—	2 <sup>i</sup>	—	2 <sup>k</sup>	2 <sup>g</sup>
<i>Padina boergesenii</i>	Veracruz	7/93	Boca Andrea	—	—	2 <sup>i</sup>	—	2 <sup>g</sup>
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	—	—	2 <sup>i</sup>	2 <sup>i</sup>	2 <sup>g</sup>
	Veracruz	7/93	La Mancha	—	—	—	—	—
<i>Padina durvillaei</i>	Guerrero	5/91	Acapulco	—	—	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Zicatela	—	—	—	—	—
<i>Padina gymnospora</i>	Guerrero	5/91	Acapulco	—	—	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Zicatela	—	—	—	—	—
<i>Sargassum cymosum</i>	Tamaulipas	6/94	Barra Del Tordo	2 <sup>b</sup>	2 <sup>k</sup>	2 <sup>k</sup>	2 <sup>d</sup>	2 <sup>f</sup>
<i>Sargassum filipendula</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	—	—	—	—	—
	Tamaulipas	6/94	Barra Del Tordo	2 <sup>k</sup>	2 <sup>g</sup>	2 <sup>z</sup>	2 <sup>z</sup>	2 <sup>g</sup>
<i>Sargassum fluitans</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Sargassum hystrix</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Sargassum liebmannii</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	—	—	—	—	—
	Oaxaca	5/91	Tangolunda	—	—	—	—	—
<i>Sargassum polyceratum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Sargassum pteropleuron</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	—	—	—	—	—
<i>Sargassum vulgare</i>	Veracruz	7/93	Punta La Litera	2 <sup>b</sup>	2 <sup>g</sup>	2 <sup>d</sup>	2 <sup>g</sup>	2 <sup>g</sup>
	Veracruz	7/93	La Mancha	2 <sup>g</sup>	2 <sup>g</sup>	2 <sup>d</sup>	2 <sup>g</sup>	2 <sup>h</sup>

PHAEOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE SANGRE				
				0+	A+	B+	AB+	Conejo
	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	2 <sup>b</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>5</sup>
<i>Spatoglossum schroederi</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	2 <sup>a</sup>	2 <sup>b</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>11</sup>
<i>Styopodium zonale</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Turbinaria tricornata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	de—
	Quintana Roo	11/94	Tulum	—	2 <sup>2</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	2 <sup>b</sup>
<i>Turbinaria turbinata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<b>DIVISION RHODOPHYTA</b>								
<i>Acanthophora spicifera</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	2 <sup>2</sup>	2 <sup>b</sup>	—	—	2 <sup>9</sup>
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	—	—	—	—	—
<i>Amphiroa mexicana</i>	Oaxaca	5/91	Tangolunda	—	—	—	—	—
<i>Amphiroa mexicana</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Amphiroa fragilissima</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Bryocladia cuspidata</i>	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	—	—	—	—	2 <sup>a</sup>
<i>Bryocladia thyrsegera</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	2 <sup>a</sup>	—	—	2 <sup>a</sup>
<i>Bryothamnium triquetrum</i>	Quintana Roo	11/94	Predio San Francisco	—	—	—	—	2 <sup>2</sup>
	Quintana Roo	11/94	Puerto Morelos	—	—	—	—	2 <sup>a</sup>
<i>Centroceras clavulatum</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—	—	2 <sup>10</sup>
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	—	2 <sup>2</sup>	2 <sup>10</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>5</sup>
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>10</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>5</sup>
	Veracruz	7/93	La Mancha	2 <sup>1</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>10</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>5</sup>
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Dasya crowaniana</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—	—	—
<i>Digenca simplex</i>	Veracruz	7/93	Punta El Morro	—	—	2 <sup>a</sup>	—	2 <sup>2</sup>
	Quintana Roo	11/94	Tulum	2 <sup>1</sup>	—	—	—	2 <sup>1</sup>
	Quintana Roo	11/94	Cancun Hyatt	—	—	—	—	—
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	2 <sup>5</sup>	—	—	—	2 <sup>a</sup>
<i>Galaxaura oblongata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Gelidiella acerosa</i>	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	2 <sup>1</sup>	—	—	—	—
<i>Gelidium crinale</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—	—	2 <sup>b</sup>
<i>Gracilaria blodgettii</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	2 <sup>5</sup>	—	—	—	2 <sup>10</sup>
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	—	2 <sup>2</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>10</sup>
	Tabasco	1/93	Mecoacán E. 8 y 9	2 <sup>b</sup>	2 <sup>1</sup>	—	2 <sup>1</sup>	2 <sup>1</sup>
	Tabasco	2/93	Mecoacán E. 3	2 <sup>b</sup>	2 <sup>1</sup>	—	2 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>



RHODOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE SANGRE				
				0+	A+	B+	AB+	Conejo
	Tabasco	7/93	Mecoacán E. 9	2 <sup>b</sup>	2 <sup>r</sup>	—	2 <sup>r</sup>	2 <sup>r</sup>
	Tabasco	5/93	Mecoacán E. 4 y 5	2 <sup>r</sup>	2 <sup>g</sup>	—	2 <sup>r</sup>	2 <sup>g</sup>
	Tabasco	5/93	Mecoacán E. 11	2 <sup>r</sup>	2 <sup>g</sup>	—	2 <sup>r</sup>	2 <sup>g</sup>
	Tabasco	4/93	Mecoacán E. 9	2 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	—	2 <sup>r</sup>	2 <sup>r</sup>
	Tabasco	4/93	Mecoacán E. 11	2 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>	—	2 <sup>r</sup>	2 <sup>r</sup>
	Tabasco	7/93	Mecoacán E. 9	2 <sup>b</sup>	2 <sup>r</sup>	—	2 <sup>r</sup>	2 <sup>r</sup>
<i>Gracilaria cervicornis</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—	—	2 <sup>g</sup>
	Veracruz	7/93	Escollera de Tuxpan	—	—	2 <sup>r</sup>	—	2 <sup>r</sup>
	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	2 <sup>g</sup>	—	—	2 <sup>r</sup>	2 <sup>g</sup>
	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	2 <sup>r</sup>	—	—	2 <sup>r</sup>	2 <sup>g</sup>
<i>Gracilaria cornea</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Gracilaria mammillaris</i>	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	2 <sup>g</sup>	—	—	—	2 <sup>r</sup>
<i>Gracilaria venezuelensis</i>	Veracruz	7/93	CostadeOro	2 <sup>r</sup>	2 <sup>11</sup>	2 <sup>g</sup>	—	2 <sup>r</sup>
<i>Gracilariaopsis lemaneiformis</i>	Chiapas	5/91	La Costa	2 <sup>g</sup>	2 <sup>r</sup>	—	2 <sup>b</sup>	2 <sup>b</sup>
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	—	—	2 <sup>r</sup>	—	2 <sup>g</sup>
<i>Grateloupia dotyphora</i>	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	2 <sup>g</sup>	—	—	—	2 <sup>10</sup>
<i>Grateloupia filicina</i>	Tamaulipas	6/94	Escollera de Tampico	—	—	—	—	—
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	2 <sup>r</sup>	2 <sup>g</sup>	2 <sup>r</sup>	2 <sup>g</sup>	2 <sup>11</sup>
	Veracruz	7/93	Escollera de Tuxpan	—	—	—	—	2 <sup>10</sup>
<i>Halymenia agardhii</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—	—	—
<i>Halipilón cubense</i>	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	—	—	—	—	2 <sup>g</sup>
<i>Hincstia breviariculata</i>	Veracruz	7/93	Punta La Litera	—	—	—	2 <sup>r</sup>	2 <sup>r</sup>
<i>Hypnea musciformis</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	—	—	—	—	—
	Veracruz	7/93	Escollera de Tuxpan	2 <sup>r</sup>	2 <sup>r</sup>	2 <sup>r</sup>	—	—
<i>Hypnea spinella</i>	Oaxaca	5/91	Puerto Escondido	2 <sup>b</sup>	2 <sup>r</sup>	2 <sup>b</sup>	—	—
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	2 <sup>r</sup>	—	—	2 <sup>r</sup>	2 <sup>g</sup>
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	2 <sup>g</sup>	—	—	2 <sup>g</sup>	2 <sup>g</sup>
<i>Laurencia intricata</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	—	—	—	—	2 <sup>r</sup>
<i>Laurencia obtusa</i>	Q.Roo	11/94	Chemuyil	—	—	2 <sup>r</sup>	2 <sup>r</sup>	—
<i>Laurencia papillosa</i>	Veracruz	7/93	Punta La Litera	2 <sup>g</sup>	2 <sup>r</sup>	2 <sup>r</sup>	2 <sup>10</sup>	2 <sup>r</sup>
	Veracruz	7/93	La Mancha	2 <sup>g</sup>	2 <sup>r</sup>	2 <sup>b</sup>	2 <sup>g</sup>	2 <sup>r</sup>
	Quintana Roo	11/94	Predio San Francisco.	—	—	—	—	2 <sup>r</sup>
	Quintana Roo	11/94	Tulum	—	—	—	—	2 <sup>r</sup>

RHODOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	TIPO DE SANGRE				
				0+	A+	B+	AB+	Conejo
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	—	—	—	—	2 <sup>6</sup>
<i>Laurencia poiteaui</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	—	—	—	—	—
<i>Prionitis pterocladina</i>	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	—	—	—	—	—
<i>Pterocladia capillaceae</i>	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	—	—	—	—	2 <sup>5</sup>
<i>Pterocladia pinnata</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	—	—	—	—	—
<i>Spyridia filamentosa</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	—	—	—	—	—

2<sup>x</sup> - título de la prueba

— - sin actividad

**TABLA 7. ACTIVIDAD ANTICOAGULANTE DE LAS MACROALGAS DEL LITORAL MEXICANO**

<b>DIVISIÓN CHLOROPHYTA</b>	<b>ESTADO</b>	<b>FECHA</b>	<b>LOCALIDAD</b>	<b>tiempo de trombina (minutos)</b>	<b>tiempo de protrombina (minutos)</b>
<i>Caulerpa cupressoides</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.28	> 10.0
<i>Chaetomorpha antennina</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	1.20	1.30
	Oaxaca	5/91	Zicatela	1.20	1.40
	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	0.40	0.38
<i>Cladophora sericea</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	0.18	0.38
<i>Codium ishmocladum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	6.00	2.90
<i>Codium giraffa</i>	Oaxaca	5/91	Zicatela	> 10.0	1.00
<i>Cymopolia barbata</i>	Veracruz	7/93	La Mancha	1.33	0.28
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Guerrero	5/91	Revolcadero	1.10	1.40
	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	1.10	1.30
	Oaxaca	5/91	Zicatela	1.30	1.30
	Oaxaca	5/91	Zipolite	1.20	1.40
	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	0.34	0.38
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	0.38	0.27
	Veracruz	7/93	La Mancha	0.26	0.24
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	0.11	0.25
	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	0.20	0.25
Veracruz	6/94	Barra de Cazones	0.12	0.45	
<i>Halimeda discoidea</i>	Oaxaca	5/91	Zipolite	> 10.0	> 10.0
<i>Halimeda opuntia</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	1.20	1.60
<i>Halimeda tuna</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	3.20	2.40
<i>Penicillus capitatus</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.35	> 10.0
<i>Udotea flabellum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	6.70	2.80
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.30	> 10.0
<i>Ulva fasciata</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	1.00	1.10
	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	0.21	0.31
	Tamaulipas	6/94	Escollera de Tampico	1.15	0.57
	Veracruz	7/93	Escollera de Tuxpan	0.40	0.34
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	0.29	0.30
	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	0.20	0.54
	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	0.28	0.25
Veracruz	6/94	Barra de Cazones	0.19	0.44	

CHLOROPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	Tiempo de trombina (minutos)	Tiempo de protrombina (minutos)
<i>Ulva lactuca</i>	Oaxaca	5/91	Carrizalillo	2.50	1.20
	Oaxaca	5/91	Punta Arena	1.30	1.30
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	0.23	0.21
<b>DIVISION PHAEOPHYTA</b>					
<i>Chnoospora minima</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	2.50	2.50
	Oaxaca	5/91	Zicatela	1.20	1.90
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	0.37	0.27
	Veracruz	7/93	Punta El Morro	0.32	0.32
	Veracruz	7/93	Boca Andrea	1.19	0.25
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	0.55	0.25
<i>Colpomenia sinuosa</i>	Veracruz	7/93	Punta Delgada	0.54	0.26
<i>Dicytota bartayresiana</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	2.40	1.00
	Quintana Roo	11/94	Puerto Morelos	0.41	0.49
<i>Dicytota cervicornis</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	1.00	1.10
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.31	0.46
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.26	0.46
<i>Labophora variegata</i>	Quintana Roo	11/94	Punta Brava	0.35	1.02
	Quintana Roo	4/95	Puerto Morelos	0.20	1.50
<i>Padina boergesenii</i>	Veracruz	7/93	Boca Andrea	0.25	0.24
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	2.34	0.26
<i>Padina durvillaei</i>	Guerrero	5/91	Acapulco	1.10	1.30
	Oaxaca	5/91	Zicatela	1.10	1.10
<i>Padina gymnospora</i>	Guerrero	5/91	Acapulco	2.30	1.00
	Oaxaca	5/91	Zicatela	2.10	1.30
<i>Sargassum cymosum</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	1.30	1.30
<i>Sargassum filipendula</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	1.30	1.30
	Tamaulipas	6/94	Barra del Tordo	0.16	1.22
<i>Sargassum fluitans</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	1.10	1.20
<i>Sargassum hystrix</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	> 10.0	1.40
<i>Sargassum liebmannii</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	2.40	1.00
	Oaxaca	5/91	Tangolunda	2.30	1.10
<i>Sargassum polyceratum</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	1.00	1.30

PHAEOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	tiempo de trombina (minutos)	Tiempo de protrombina (minutos)
<i>Sargassum pteropleuron</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	1.00	1.40
<i>Sargassum vulgare</i>	Veracruz	7/93	Punta El Morro	0.41	0.25
	Veracruz	7/93	La Mancha	1.41	0.30
	Veracruz	6/94	Barra Corazones	0.25	> 10.0
<i>Spatoglossum schroederi</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	0.11	1.44
<i>Styopodium zonale</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	1.20	1.20
<i>Turbinaria tricostata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	1.30	1.00
	Quintana Roo	11/94	Tulum	0.18	0.23
<i>Turbinaria turbinata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	1.20	1.10
<b>DIVISION RHODOPHYTA</b>					
<i>Acanthophora spicifera</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.46	0.46
<i>Amphiroa beauvoisii</i>	Oaxaca	5/91	Cacalotepec	1.30	1.30
	Oaxaca	5/91	Zicatela	2.20	1.20
<i>Amphiroa fragilissima</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	1.30	1.60
<i>Amphiroa mexicana</i>	Oaxaca	5/91	Tangolunda	1.10	1.40
	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	1.10	1.40
<i>Bryocladia cuspidata</i>	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	0.39	0.22
<i>Bryocladia thyrsigera</i>	Veracruz	7/92	Costa de Oro	0.16	0.38
<i>Bryothamnium triquetrum</i>	Quintana Roo	11/94	Predio San Francisco	0.56	0.48
	Quintana Roo	11/94	Puerto Morelos	0.50	0.50
<i>Centroceras clavulatum</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	0.24	0.29
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	0.40	0.30
	Veracruz	7/93	Punta El Morro	0.24	0.34
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	0.25	0.23
	Veracruz	7/93	La Mancha	0.25	0.25
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.27	0.32
<i>Dasya crouaniana</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	0.40	0.30
<i>Digena simplex</i>	Veracruz	7/93	Punta El Morro	0.21	0.25
	Quintana Roo	11/94	Tulum	0.30	0.45
	Quintana Roo	11/94	Cancun Hyatt	0.28	0.40
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.26	0.46
<i>Galaxaura oblongata</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	1.00	1.00
<i>Gelidiella acerosa</i>	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	0.11	0.28

RHODOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	Tiempo de trombina (minutos)	tiempo de protrombina (minutos)
<i>Gelidium crinale</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	0.18	0.29
<i>Gracilaria blodgettii</i>	Tamaulipas	6/94	Soto La Marina	0.18	0.30
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	0.11	0.26
	Tabasco	1/93	Mecoacan E. 8	1.58	0.55
	Tabasco	1/93	Mecoacan E. 9	4.10	0.55
	Tabasco	2/93	Mecoacan E. 3	4.32	0.54
	Tabasco	4/93	Mecoacan E. 9	0.46	0.55
	Tabasco	4/93	Mecoacan E. 11	0.58	0.54
	Tabasco	5/93	Mecoacan E. 4	0.50	0.55
	Tabasco	5/93	Mecoacan E. 5	0.50	0.52
	Tabasco	5/93	Mecoacan E. 11	0.58	0.56
	Tabasco	7/93	Mecoacan E. 9	0.56	0.55
	<i>Gracilaria cervicornis</i>	Veracruz	7/93	Escollera de Tuxpan	1.33
Veracruz		7/93	Costa de Oro	0.21	0.22
Veracruz		6/94	Barra de Corazones	> 10.0	0.30
Veracruz		6/94	Escollera de Tuxpan	0.80	0.26
<i>Gracilaria cornea</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.29	0.37
<i>Gracilaria mamillarlis</i>	Veracruz	6/94	Barra corazones	0.12	0.40
<i>Gracilaria venezuelensis.</i>	Veracruz	7/93	Costa de Oro	0.15	0.28
<i>Gracilariaopsis lemniciformis</i>	Chiapas	3/92	El Paredon	1.58	0.32
	Chiapas	3/92	La Costa	1.20	1.30
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	0.32	.24
<i>Grateloupia doryphora</i>	Veracruz	6/94	Barra de Corazones	> 10.0	.32
<i>Grateloupia filicina</i>	Tamaulipas	6/94	Escollera Tampico	0.25	4.32
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	0.58	1.18
	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	> 10.0	0.26
	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	> 10.0	2.47
<i>Haliptilon cubense</i>	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	0.30	0.26
<i>Himckia breviarticulata</i>	Veracruz	7/93	Punta La Litera	0.39	0.24
<i>Hypnea musciformis</i>	Tamaulipas	3/92	La Pesca	1.60	1.00
	Veracruz	7/93	Escollera de Tuxpan	0.43	0.26
<i>Hypnea spinella</i>	Oaxaca	5/91	Puerto Escondido	1.80	1.60
	Veracruz	7/93	Punta Delgada	0.31	0.27
	Veracruz	7/93	Punta La Litera	0.44	0.30

RHODOPHYTA (continuación)	ESTADO	FECHA	LOCALIDAD	tiempo de trombina (minutos)	Tiempo de protrombina (minutos)
	Veracruz	7/93	Costa de Oro	0.25	0.26
	Veracruz	6/94	Escollera de Tuxpan	0.11	0.26
<i>Laurencia intricata</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.25	0.31
<i>Laurencia obtusa</i>	Quintana Roo	11/94	Chemuyil	0.31	0.56
<i>Laurencia papillosa</i>	Veracruz	7/93	Punta La Litera	0.22	0.30
	Veracruz	7/93	La Mancha	2.15	0.25
	Quintana Roo	11/94	Punta Brava	0.40	0.35
	Quintana Roo	11/94	Predio San Francisco	0.40	0.36
	Quintana Roo	11/94	Tulum	0.40	0.35
	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.25	0.43
<i>Laurencia poitei</i>	Quintana Roo	7/92	Puerto Morelos	1.00	1.70
<i>Prionitis pterocladina</i>	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	0.09	0.26
<i>Pterocladia capillaceae</i>	Veracruz	6/94	Barra de Cazones	1.07	> 10.0
<i>Spyridia filamentosa</i>	Quintana Roo	8/95	Puerto Morelos	0.32	0.41







