

## PROPIEDADES ANTIBIOTICAS DE ALGUNAS ESPECIES DE ALGAS MARINAS BENTONICAS

De Lara-Isassi, G.

Depto. Hidrobiología, C.B.S., UAM-I, Apdo. Postal 55-535, México, D.F. 03940, MEXICO

### RESUMEN

Se colectaron veintiocho especies de algas marinas bentónicas en tres diferentes localidades, con el objeto de tener especies representativas de: zonas templadas, subtropicales y tropicales; de ellas se hicieron extractos acuosos y alcohólicos, que fueron probados para determinar sus efectos antibióticos, en contra de dos cepas de bacterias: *Escherichia coli* y *Micrococcus lysodeikticus*. La acción de los extractos varió de activa (efecto sobre las dos cepas bacterianas) a no activa. El 62% de las especies analizadas presentaron alguna actividad, correspondiendo el mayor porcentaje de algas con actividad a las recolectadas en la zona templada.

### ABSTRACT

Twenty eight species of marine benthic algae were collected in three different localities, in order to have representatives from: warm temperate, subtropical and tropical regions; aqueous and alcoholic extracts were prepared and tested for antibiosis against two pure strains of bacteria, *Escherichia coli* and *Micrococcus lysodeikticus*.

The action of the extracts ranged from active (antibiosis against both bacteria) to non active. The 62% of the analyzed species showed some antibiotic effect. The highest number of algal species with antibiotic activity were collected in the warm temperate region.

PALABRAS CLAVE / KEY WORDS: ALGAS MARINAS, ANTIBIOSIS / MARINE ALGAE, ANTIBIOSIS.

### INTRODUCCION

Los organismos marinos han sido considerados como una fuente potencial de sustancias con posibilidades farmacológicas y médicas (Baslow 1977), por lo que se puede considerar al mar como una alternativa en la búsqueda de medicamentos; por tal motivo la investigación en farmacología marina se ha hecho más organizada y sistemática, enfocada principalmente a la detección, aislamiento y caracterización química de compuestos específicos; así se han obtenido sustancias con propiedades antivirales, antitumorales y antifúngicas.

La mayor parte de la investigación biomédica marina ha sido desarrollada en organismos animales, principalmente invertebrados tales como: esponjas, poliquetos, moluscos y equinodermos (Ruggieri 1976, Green 1977); prestándose poca atención a las algas, las cuales por su diversidad y abundancia son un recurso importante para este tipo de investigación.

Las propiedades antibióticas de las algas han sido ampliamente estudiadas, sin embargo la antibiosis de las algas marinas, ha sido ignorada como una fuente potencial de medicamentos.

El primer reporte que se tiene acerca de las propiedades antibióticas de las algas fue hecho por Shirahama en 1942, citado en Pratt *et al.* (1951); el cual aisló una sustancia de *Cystophyllum hakodatense* que tenía efecto sobre *Lactobacillus bulgaricus* y *Lactobacillus helveticus*.

Pratt (1951) encontró que algunos extractos de varias algas marinas solubles en éter, inhibían el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* y *Pseudomonas aeruginosa*. Mautner *et al.* en 1953 aislaron de *Rhodomela larix* un fenol con principio activo. De los extractos de rodofitas hechos por Chester y Scott en 1956, varios probaron tener efectos inhibidores.

Existen estudios similares hechos por Vacca y Walsh (1954), Roos (1957), Nigrelli (1958). Burkholder y colaboradores en 1960 estudiaron las algas marinas de Puerto Rico y encontraron

que de 150 especies 66 tenían actividad antibiótica; Allen y Dawson (1960) trabajaron con algas marinas tropicales recolectadas en América Central y N. O. de México, encontrando alguna actividad antibiótica. Otros trabajos en este campo han sido hechos por: Martínez Nadal (1961), Martínez Nadal y colaboradores (1963 y 1966), Almodovar (1964), Fenical (1975), Hornsey y Hide (1976), Hoppe (1979), Hashimoto (1979), Caccamese y Azzolina (1979), Henriquez (1979).

Entre los trabajos más recientes encontramos los de Caccamese y colaboradores (1980, 1981, 1985), Naqvi y colaboradores (1980), Fenical (1982), Espeche y colaboradores (1984), Hodgson (1984), Moreau, Pesando y Caram (1984), Pesando y Caram (1984), Padma Sridhar *et al.* (1984), Glombitza y Klappetich (1985), Campos-Takaki (1988) y Padmini *et al.* (1988).

En México los estudios en este campo son muy escasos, ya que la investigación ficológica se ha enfocado principalmente a estudios taxonómicos, ecológicos y de distribución; los pocos reportes que se tienen acerca de la actividad antibiótica de algas colectadas en las costas mexicanas, han sido hechos en su mayoría por investigadores extranjeros tales como Allen y Dawson (1960).

La colecta del material en las tres áreas de estudio seleccionadas, además de contribuir al conocimiento de la actividad biológica de las algas marinas mexicanas, se hizo, para tener representantes de zonas templadas, subtropicales y tropicales y así poder observar si dicha actividad variaba según el área de recolecta.

Por la carencia de estudios acerca de la actividad antibiótica de las especies algales del litoral mexicano, con este trabajo, se pretende impulsar la investigación en este campo.

### MATERIAL Y METODOS

Las especies algales usadas en este estudio, fueron recolectadas en tres localidades: 1) en el Arrecife del Istmo y en la Cueva de los Pescadores en la Isla Santa Catalina, California, U.S.A. se recolectaron: *Codium fragile* (Suringar) Hariot, *Dictyopteris undulata* Holmes, *Dictyota flabellata* (Collins) Setchell y Gardner, *Egrecia laevigata* Setchell, *Eisenia arborea* Areschoug, *Geli-*

*dium purpurascens* Gardner, *Gigartina armata* (Gardner) Dawson, *Halidrys dioica* Gardner, *Hesperophycus harveyanus* (Decaisne) Setchell y Gardner, *Laurencia pacifica* Kylin, *Macrocystis pyrifer* (Linnaeus) C. Agardh, *Pelvetia fastigiata* (J. Agarth) De Toni, *Sargassum palmeri* Grunow, y *Zonaria Farlowii* Setchell & Gardner; de las cuales una pertenece a la División Chlorophyta, nueve a la División Phaeophyta y cuatro a la División Rhodophyta. 2) En Puerto Peñasco, Sonora, México, se recolectaron: *Padina durvillaei* Bory, *Sargassum acinacifolium* Setchell y Gardner, *Sargassum camouii* Dawson, *Sargassum herporhizum* Setchell y Gardner, y *Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey; de las cuales cuatro pertenecen a la División Phaeophyta y una a la División Rhodophyta. 3) En Punta Cerritos y Punta Tiburón, Mazatlán, Sinaloa, México se recolectaron: *Colpomenia ramosa* Taylor, *Colpomenia sinuosa* (Roth) Derbes & Solier, *Chaetomorpha antenina* (Bory) Kutzing, *Enteromorpha sp.*, *Gelidiopsis tenuis* Setchell & Gardner, *Grateloupia prolongata* J. Agardh, *Gymnogongrus johnstonii* (Setchell y Gardner) Dawson, *Jania mexicana* Taylor, *Padina durvillaei* Bory, y *Ulva sp.* de las cuales tres pertenecen a la División Chlorophyta, tres a la División Phaeophyta y cuatro a la División Rhodophyta.

Una parte del material recolectado fue preservada en formol al 4% para su posterior identificación y la otra parte fué congelada durante los primeros minutos después de la colecta, para evitar su descomposición y pérdida de metabolitos, manteniéndose en ese estado hasta ser procesada en el laboratorio.

Los extractos algales fueron preparados mezclando una muestra de 30 gr. del alga, previamente lavada y limpiada de epífitas y residuos calcáreos, con 150 ml de alcohol en una mezcladora automática, posteriormente se centrifugó a 3400 rpm durante 15 minutos, el sobrenadante se dividía en dos partes, una para hacer extractos concentrados por rotoevaporación y de la otra parte se tomaron alícuotas de 10 ml, que se dejaban evaporar a sequedad en cajas de Petri a temperatura ambiente; agregando posteriormente el solvente (agua destilada o metanol), para disolver los cristales, Padmini y Parekh (1981).

Los extractos acuosos se prepararon agregando 10 ml de agua destilada estéril a las cajas de Petri

TABLA 1. Antibiosis de extractos acuosos.

ESPECIES	LOCALIDAD DE COLECTA	ACTIVIDAD	ANTIBIOSIS CONTRA	
			<i>Escherichia coli</i>	<i>Micrococcus lysodeikticus</i>
			*	*
<i>Dictyota flabellata</i>	Isla Santa Catalina	MA	---	0.5
<i>Halidrys dioica</i>	Isla Santa Catalina	MA	---	0.5
<i>Zonaria farlowii</i>	Isla Santa Catalina	MA	---	1.0
<i>Jania mexicana</i>	Mazatlán	MA	---	0.5

MA=Moderadamente Activo, A=Activo

\* Diámetro de la zona de inhibición en mm.

con los cristales secos, para disolverlos, filtrando esta solución con un filtro Millipore y posteriormente, tanto la solución acuosa como el residuo en el filtro Millipore, fueron probados para efecto antibiótico.

Los extractos alcohólicos fueron preparados para una prueba preliminar, agregando 2 ml de metanol a los cristales secos en las cajas de Petri y esta solución probada para antibiosis.

Posteriormente se prepararon extractos alcohólicos concentrados con 60 ml del sobrenadante alcohólico inicial, el cual fue evaporado en un rotoevaporador hasta obtener un residuo de 3 ml, de ésta solución se hicieron diluciones de  $10^{-1}$  y  $10^{-2}$ .

Para probar la actividad antibiótica de los extractos, se usaron discos de papel filtro estériles marca Bacto de 1/4 de pulgada de diámetro los cuales eran cargados asépticamente, con el extracto algal a probar, siguiendo las recomendaciones de Duff *et al.* (1966).

Todos los extractos algales fueron probados en contra de dos cepas puras de bacterias patógenas: *Micrococcus lysodeikticus* (Gram +) y *Escherichia coli* (Gram -). Las pruebas se llevaron a cabo por triplicado en cajas de Petri conteniendo 15 ml de medio (agar-soya triptocaseína) previamente inoculado con la cepa bacteriana. En cada caja, se colocaban: un disco previamente inoculado con el extracto algal a probar, un disco con 0.1 ml del solvente utilizado para que sirviera como testigo y un disco sensible Bacto de 5 unidades de penicilina en las cajas inoculadas con *Micrococcus lysodeikticus*, o un disco de 5 mcg de

estreptomina en las cajas inoculadas con *Escherichia coli*; para comparar el tamaño de la zona de inhibición producida por los extractos algales con la de estos discos. El tamaño de la zona de inhibición de los discos de penicilina fue de 15 mm y la producida por los discos de estreptomina fue de 5 mm. Las cajas fueron incubadas a 37°C y examinadas a las 24, 36 y 48 horas.

## RESULTADOS

De acuerdo a la actividad que presentaron los extractos, se clasificaron de la siguiente manera: sin actividad (SA), aquellos que no presentaron actividad en contra de las bacterias usadas; moderadamente activos (MA), aquellos que presentaron alguna actividad en contra de una de las dos bacterias usadas; activos (A) aquellos que presentaron alguna actividad en contra de las dos bacterias usadas y altamente activos (AA), aquellos que presentaron una actividad igual o mayor a la presentada por los discos del antibiótico conocido.

En la prueba llevada a cabo con los extractos algales acuosos, solo cuatro especies presentaron una moderada actividad antibiótica en contra de *Micrococcus lysodeikticus* (Gram +), tres de ellas recolectadas en Santa Catalina y una en Mazatlán, siendo de 1 mm el mayor diámetro de la zona de inhibición presentado (Tabla 1).

En la prueba efectuada con el residuo algal que quedaba en el filtro Millipore, cinco especies presentaron actividad; tres de ellas en contra de las dos bacterias (A), cuatro de estas especies algales fueron colectadas en Santa Catalina y una en Puerto Peñasco (Tabla 2). El diámetro de la zona

TABLA 2. Antibiosis de residuo algal.

ESPECIES	LOCALIDAD DE COLECTA	ACTIVIDAD	ANTIBIOSIS CONTRA	
			<i>Escherichia coli</i>	<i>Micrococcus lysodeikticus</i>
<i>Dictyopteris undulata</i>	Isla Santa Catalina	A	2	5
<i>Dictyota flabellata</i>	Isla Santa Catalina	A	4	3
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Isla Santa Catalina	MA	4	---
<i>Sargassum palmeri</i>	Isla Santa Catalina	MA	---	2
<i>Sargassum acinacifolium</i>	Puerto Peñasco	A	1	3

MA= Moderadamente Activo, A=Activo.

\* Diámetro de la zona de inhibición en mm.

de inhibición presentada por los extractos de *Dictyota flabellata* y *Macrocystis pyrifera* en contra de *Escherichia coli* fue de 4 mm, (Tabla 2).

En la prueba realizada con los extractos elaborados con los cristales secos del alga mas 2 ml de metanol; dieciséis mostraron actividad, de estos seis fueron clasificados como activos (A) y once como moderadamente activos (MA), (Tabla 3).

De los veintinueve extractos alcohólicos elaborados, dieciocho fueron clasificados como activos (A) y once como moderadamente activos (MA), (Tabla 4).

De las catorce especies recolectadas en la Isla Santa Catalina, once (78%) presentaron alguna actividad antibiótica, tres especies (60%) de las cinco recolectadas en Puerto Peñasco y cuatro especies (40%) de las diez recolectadas en Mazatlán. Presentando el 62% del total de especies estudiadas alguna actividad en contra de las cepas bacterianas utilizadas.

Ninguno de los extractos algales probados se clasificó como altamente activo (AA), debido a que las zonas de inhibición producidas, siempre fueron de menor tamaño de las producidas por los discos de penicilina y streptomina.

En las tablas 1, 2, 3 y 4 solo se presentan los nombres de las especies algales que tuvieron alguna actividad antibiótica.

## DISCUSION

De los resultados obtenidos se puede observar que los extractos acuosos presentan poca o nula

actividad antibiótica, lo que puede deberse a que el residuo algal era poco soluble en agua, ya que algunos extractos alcohólicos de las mismas especies algales si presentaron actividad.

La actividad antibiótica presentada fue mayor en los extractos hechos de las algas colectadas en el Arrecife del Istmo de la Isla Santa Catalina, California (zona templada); menor actividad fue presentada por los extractos de las algas recolectadas en Puerto Peñasco, Sonora (zona subtropical); y mucho menor actividad en aquellos extractos elaborados de las algas recolectadas en Mazatlán, Sinaloa, (zona tropical); es conveniente puntualizar que en las zonas tropicales, las bacterias son la mayor fuente de alimento para animales filtradores (Sorokin 1971), por lo que se esperaba encontrar una menor actividad antibiótica, pues esta controlaría a las poblaciones bacterianas. Las algas recolectadas en Mazatlán fueron en porcentaje las que presentaron menor actividad antibiótica lo que coincide con lo anteriormente expuesto.

Hay poca información acerca de la acción de sustancias de origen algal que actúen en contra de poblaciones de bacterias en el mar, es probable que estas sustancias, sean solo residuos del metabolismo del alga que puedan ser útiles como fuente de productos farmacéuticos.

La presencia de sustancias con efectos antibióticos en las algas marinas bénticas parece no tener una explicación ecológica; ya sea por el papel que representan en el alga que las produce o por su interacción con el ambiente.

TABLA 3. Antibiosis con cristales secos + 2 ml de metanol

E S P E C I E S	LOCALIDAD DE COLECTA	ACTIVIDAD	ANTIBIOSIS CONTRA	
			<i>Escherichia coli</i>	<i>Micrococcus lysodeikticus</i>
			*	*
<i>Codium fragile</i>	Isla Santa Catalina	A	0.5	2.5
<i>Dictyota flabellata</i>	Isla Santa Catalina	MA	1.0	---
<i>Egria laevigata</i>	Isla Santa Catalina	MA	---	1.5
<i>Hesperophycus harveyanus</i>	Isla Santa Catalina	MA	---	0.5
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Isla Santa Catalina	A	2.0	1-5
<i>Zonaria falowii</i>	Isla Santa Catalina	MA	0.5	---
<i>Gelidium purpurascens</i>	Isla Santa Catalina	MA	1.0	---
<i>Gigartina armata</i>	Isla Santa Catalina	MA	0.5	---
<i>Laurencia pacífica</i>	Isla Santa Catalina	MA	2.0	---
<i>Sargassum acinacifolium</i>	Puerto Peñasco	A	1.5	1.0
<i>Sargassum campouii</i>	Puerto Peñasco	MA	---	1.0
<i>Syrdia filamentosa</i>	Puerto Peñasco	A	1.0	1.0
<i>Enteromorpha sp.</i>	Mazatlán	A	1.0	1.0
<i>Colpomenia sinuosa</i>	Mazatlán	MA	0.1	---
<i>Grateloupia prolongata</i>	Mazatlán	A	0.5	0.5
<i>Jania mexicana</i>	Mazatlán	MA	---	1-0

MA=Moderadamente Activo, A=Activo

\* Diámetro de la zona de inhibición en mm.

Para poder probar la hipótesis de que las algas marinas de zonas tropicales presentan menor actividad antibiótica que las que habitan en las zona subtropicales y templadas, será necesario coleccionar un mayor número de especies algales en cada zona, hacer los extractos y probar su acción en contra de un mayor número de especies bacterianas; colateralmente se propondría hacer un estudio comparativo con especies de amplia distribución que estuvieran representadas en las tres zonas de estudio y así poder probar si la actividad antibiótica de las algas, que la presenten varía según la latitud de la zona de colecta.

#### LITERATURA CITADA

- ALLEN, M. B. y DAWSON, E. Y. 1960. Production of antibacterial substances by benthic tropical marine algae. *Journal of bacteriology* 79: 454-460.
- ALMODOVAR, L. R. 1964. Ecological aspects of some marine algae of Puerto Rico. *Botanica Marina* 2: 149-156.
- BASLOW, M. H. 1977. *Marine Pharmacology*. Krieger Publication Company.

BURKHOLDER, P.R., BURKHOLDER L. M. y ALMODOVAR L. R. 1960. Antibiotic activity of some marine algae of Puerto Rico. *Botanica Marina* 11 (1/2): 325-342.

CACCAMESE, S. y R. AZZOLINA, 1979. Screening for Antibacterial Activities in Marine Algae from Eastern Sicily. *Planta Medica* 37: 333-339.

CACCAMESE, S., AZZOLINA, R., FURNARI, G., CORMASI M. y GRASSO S. 1980. Antimicrobial and antiviral activities of extracts from mediterranean algae. *Botanica Marina* 23: 285-288.

CACCAMESE, S., AZZOLINA, R., FURNARI, G. y GRASSO S. 1981. Antimicrobial and antiviral activities of some marine algae from eastern Sicily. *Botanica Marina* 24: 365-367.

CACCAMESE, S., TOSCANO, R. M., FURNARI, G. y CORMACI, M. 1985. Antimicrobial activities of red and brown algae from southern Italy coast. *Botanica Marina* 28: 505-507.

CAMPOS-TAKAKI, G. M., DIU M. B. S., KOENING, M. L. y PEREIRA, E. C. 1988. Screening of marine algae from brazilian northeastern coast for antimicrobial activity. *Botanica Marina* 31: 375-377.

CHESTER, C. y SCOTT, J. 1956. The production of antibiotic substances by seaweeds. *Second International Seaweed Symposium, Pergamon N. Y. Ed.* 49-53.pp.

TABLA 4. Antibiosis de los extractos alcohólicos concentrados y diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ 

ESPECIES	LOCALIDAD DE COLECTA	DILUCION	ACTIVIDAD	ANTIBIOSIS CONTRA	
				<i>Escherichia coli</i> *	<i>Micrococcus lysodeikticus</i> *
<i>Codium fragile</i>	Isla Santa Catalina	concentrado	A	0.5	1.0
		$10^{-1}$		---	0.5
		$10^{-2}$		---	---
<i>Dictyopteris undulata</i>	Isla Santa Catalina	concentrado	MA	---	1.0
		$10^{-1}$		---	0.5
		$10^{-2}$		---	0.5
<i>Dictyota flabellata</i>	Isla Santa Catalina	concentrado	A	1.0	2.0
		$10^{-1}$		0.5	1.5
		$10^{-2}$		---	1.0
<i>Egrecia laevigata</i>	Isla Santa Catalina	concentrado	MA	---	0.5
		$10^{-1}$		---	---
		$10^{-2}$		---	---
<i>Halidrys dioica</i>	Isla Santa Catalina	concentrado	MA	---	1.0
		$10^{-1}$		---	---
		$10^{-2}$		---	---
<i>Hesperophycus harveyanus</i>	Isla Santa Catalina	concentrado	MA	---	0.5
		$10^{-1}$		---	---
		$10^{-2}$		---	---
<i>Macrocystis pyrifera</i>	Isla Santa Catalina	concentrado	A	2.0	1.0
		$10^{-1}$		---	---
		$10^{-2}$		---	---
<i>Zonaria farlowii</i>	Isla Santa Catalina	concentrado	MA	1.0	---
		$10^{-1}$		0.5	---
		$10^{-2}$		0.5	---
<i>Gelidium purpurascens</i>	Isla Santa Catalina	concentrado	MA	1.0	---
		$10^{-1}$		---	---
		$10^{-2}$		---	---
<i>Gigartina armata</i>	Isla Santa Catalina	concentrado	MA	1.0	---
		$10^{-1}$		0.5	---
		$10^{-2}$		0.5	---
<i>Laurencia pacifica</i>	Isla Santa Catalina	concentrado	MA	2.0	---
		$10^{-1}$		0.5	---
		$10^{-2}$		---	---

TABLA 4. (continuación)

<i>Sargassum acinacifolium</i>	Puerto Peñasco	concentrado	A	1.5	1.0
		$10^{-1}$		0.5	1.0
		$10^{-2}$		---	---
<i>Sargassum camouii</i>	Puerto Peñasco	concentrado	A	1.0	0.5
		$10^{-1}$		0.5	0.5
		$10^{-2}$		0.5	---
<i>Spyridia filamentosa</i>	Puerto Peñasco	concentrado	A	1.0	1.0
		$10^{-1}$		---	---
		$10^{-2}$		---	---
<i>Enteromorpha</i>	Mazatlán	concentrado	A	0.5	0.5
		$10^{-1}$		0.5	---
		$10^{-2}$		---	---
<i>Colpomenia sinuosa</i>	Mazatlán	concentrado	MA	1.0	---
		$10^{-1}$		0.5	---
		$10^{-2}$		---	---
<i>Grateulopia prolongata</i>	Mazatlán	concentrado	MA	1.0	---
		$10^{-1}$		0.5	---
		$10^{-2}$		0.5	---
<i>Jania mexicana</i>	Mazatlán	concentrado	MA	---	1.0
		$10^{-1}$		---	1.0
		$10^{-2}$		---	---

MA= Moderadamente Activo, A=Activo.

\* Diámetro dela zona de inhibición en mm.

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

DUFF, D. C. B., BRUCE, D. L. Y ANTIAN, J. 1966. The antibacterial activity of marine planktonic algae. *Canadian Journal of Microbiology*, 12: 877-883.

FENICAL, W. 1975. Halogenation in the Rhodophyta a review. *Journal of Phycology* 11: 245-259.

\_\_\_\_\_ 1982. Investigation on benthic marine algae as a resource for new pharmaceuticals and agricultural chemicals *Proceedings Joint U. S.- China Phycology Symposium*. Qingdao. Peoples's Republic of China. Nov. 1981.

GLOMBITZA, K. W. 1979. Antibiotics from algae. *Marine algae in Pharmaceutical Science*. H. A. Hoppe Ed. Walter de Gruyter, Berlin. pp. 303-342.

GLOMBITZA, K. W. y KLAPPERICH, K. 1985. Cleavage of the highmolecular-weight methylated phlorotannin fraction from *Pelvetia canaliculata*. *Botanica Marina* 28: 139-144.

GREEN, G. 1977. Ecology of toxicity in marine sponges. *Marine Biology* 40: 207-215.

HASHIMOTO, Y. 1979. *Marine toxins and other bioactive marine metabolites*. Japan Scientific Societies Press, Tokyo. 36 pp.

HENRIQUEZ, P., 1979. Antibiotic Properties of Marine Algae. II Screening of Chilean Marine Algae for Antimicrobial Activity. *Botanica Marina*. 11: 34-56.

HODGSON, L. M. 1984. Antimicrobial and antineoplastic activity in some south Florida seaweeds. *Botanica Marina* 27: 387-390.

- HOPPE, H. A. 1979. Marine algae and their products and constituents in Pharmacy. In H. A. Hoppe et al. (Eds.) *Marine Algae in Pharmaceutical Science*. Walter Gruyter, Berlin, pp. 25-119.
- HORNSEY, I. S. y HIDE D. 1976. The production of antimicrobial compounds by british marine algae. I. Antibiotic-producing marine algae. *British Phycological Journal* 11: 63-67.
- MARTÍNEZ-NADAL, N. G. 1961. Antibiotic properties of *Sargassum natans* from Puerto Rico. *Journal of American Pharmacology Association Scientific Edition* 50: 356.
- MARTÍNEZ-NADAL, N. G., RODRÍGUEZ, L. V. y CASILLAS, C. 1963. Low molecular weight carbohydrates in *Sargassum natans* from Puerto Rico. *Journal of Pharmaceutical Science* 52: 498.
- MARTÍNEZ-NADAL, N. G., CASILLAS, C., RODRÍGUEZ, L. V., RODRIGUEZ, J. y TORRES, L. 1966. Antibiotic properties of marine algae. III. *Cymopolia barbata*. *Botanica Marina* 9: 21-27.
- MAUTNER, H., GARDNER, G. M., SHA, Y. y PRATT, R. 1953. Antibiotic activity of seaweed extracts *Rhodomela larix*. *Journal of American Pharmacology Association Scientific Edition* 42: 294-296.
- MOREAU, J., PESANDO, D. y CARAM, B. 1984. Antifungal and antibacterial screening of Dictyotales from the french mediterranean coast. *Hydrobiologia* 116/117, 521-524.
- NAQVI, S. W. A., SOLIMABI, KAMAT, S. Y., FERNANDES, L., REDDY, C. V. G., BHAKUMI, D. S. y DHAWAN, B. N. 1980. Screening of some marine plants from the indian coast for biological activity. *Botanica Marina* 23: 51-55.
- NIGRELLI, R. F. 1958. Dutchman's baccy juice or growth-promoting and growth inhibiting substances of marine origin. *Trans. New York Academy of Science Series* 11: 248-262.
- PADMA SRIDHAR, LAKSHMI, V. V., POLASA, H., SANTHOSH REDDY, V., PRASAD RAO, CH. y SRIMAN-NARAYANA, G. 1984. Biological activity of some marine algal extracts. *Indian Journal of Marine Science* 13: 90-91.
- PADMINI SREENIVASA RAO y K. S. PAREKH. 1981. Antibacterial activity of indian seaweed extracts. *Botanica Marina* 24: 577-582.
- PADMINI SREENIVASA RAO, P., SREENIVASA RAO, P. y KARMARKAR, M. 1988. Antibacterial activity from indian species of *Sargassum*. *Botanica Marina* 31: 295-298.
- PESANDO, D. y CARAM, B. 1984. Screening of marine algae from the french mediterranean coast for antibacterial and antifungal activity. *Botanica Marina* 27: 381-386.
- PRATT, R. H., MAUTNER, H., GARDNER, G. M., SHA, Y. y DUFRENOY, J. 1951. Report on the antibiotic activity of seaweed extracts. *Journal of American Pharmacology Association, Scientific Edition*. 40: 575-579.
- ROOS, H. 1957. Untersuchungen uber das Vorkommen antimikrobieller substanzen in Meersealgen Kieler. *Meeresforsch.* 13: 41-58.
- RUGGIERI, G. D. 1976. Drugs from the sea ( marine organisms with a novel chemical constituents as excellent sources of new drugs). *Science* 194 (29): 491-497.
- SOROKIN, Y. I. 1971. Bacterial populations as components of oceanic ecosystems. *Marine Biology* 2: 101-105.
- VACCA, D. y WALSH, R. 1954. The antibacterial extract obtained from *Ascophyllum nodosum*. *Journal of American Pharmacology Association, Scientific Edition* 43: 24-26.

Recibido: Julio, 1991

Aceptado: Noviembre, 1991