

Evaluación de la actividad aglutinante de extractos de macroalgas presentes en las costas del Atlántico Mexicano

Graciela De Lara-Isassi
y Sergio Alvarez-Hernández

Laboratorio de Ficología Aplicada. Departamento de Hidrobiología. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
Apartado Postal 55-535. México, D.F., C. P. 09340.

De Lara-Isassi, G. y S. Alvarez-Hernández, 1998. Evaluación de la actividad aglutinante de extractos de macroalgas presentes en las costas del Atlántico Mexicano. *Hidrobiológica* 8(1): 67-72.

RESUMEN

Se evaluó la actividad aglutinante de extractos de veintisiete macroalgas marinas recolectadas en varias localidades de la Costa Atlántica de México. Se encontró respuesta positiva en la aglutinación de eritrocitos de conejo en el 75 % de las especies estudiadas y de éstas, el 47.2 % los aglutinaron con una dilución de 1: 64. Los títulos de aglutinación sobre eritrocitos humanos se observaron en algas con espectro de acción sobre dos o más grupos (44.4 % de las especies). Se reporta especificidad en la aglutinación del tipo sanguíneo A positivo por el extracto de *Cymopolia barbata* y del tipo O positivo por *Gelidiella acerosa*. No se registró regularidad en la aglutinación debida al grupo taxonómico de las algas probadas. Se reporta por vez primera la presencia de aglutininas en *Cladophora sericea*, *Cymopolia barbata* y *Penicillus capitatus* (División Chlorophyta); *Hincksia breviarticulata*, *Padina boergesenii*, *Sargassum vulgare* y *Sargassum cymosum* (División Phaeophyta) y *Bryocladia cuspidata*, *Bryocladia thyrsgigera*, *Digenea simplex*, *Gracilaria blodgettii*, *Gracilaria mammillaris*, *Gracilaria venezuelensis*, *Halitilton cubense*, *Laurencia intricata* y *Pterocladia capillaceae* (División Rhodophyta).

Palabras clave: Actividad aglutinante, Atlántico Mexicano, macroalgas.

ABSTRACT

It was tested hemagglutinating activity of aqueous extracts from twentyseven macroalgae species collected off the atlantic coast in Mexico. 75 % of the species studied gave positive agglutination with rabbit erythrocytes, 47.2 % of these species shown activity in a 1 : 64 dilutions. The agglutination titre against human erythrocytes was observed in algal extracts that agglutinated two or more human blood groups (44.4 % of the species). There were specificity in agglutination of A positive blood group with *Cymopolia barbata* and for O positive group with *Gelidiella acerosa* extracts. No regularity among the agglutination due to the taxonomic group of algae was observed. We report for the first time the presence of agglutinins in *Cladophora sericea*, *Cymopolia barbata* and *Penicillus capitatus* (Chlorophyta); *Hincksia breviarticulata*, *Padina boergesenii*, *Sargassum vulgare* and *Sargassum cymosum* (Phaeophyta) and *Bryocladia cuspidata*, *Bryocladia thyrsgigera*, *Digenea simplex*, *Gracilaria blodgettii*, *Gracilaria mammillaris*, *Gracilaria venezuelensis*, *Halitilton cubense*, *Laurencia intricata* and *Pterocladia capillaceae* (Rhodophyta).

Key Words: Agglutinating activity, Mexican Atlantic, seaweeds.

INTRODUCCIÓN

El proceso de hemaglutinación fue descubierto a finales del siglo pasado en extractos de plantas leguminosas, detectándose posteriormente que las moléculas responsables de esta propiedad eran proteínas. A estas proteínas o glicoproteínas se les dio el nombre de lectinas debido a la capacidad que tienen de unir moléculas de carbohidratos (Sharon y Lis 1972).

El primer trabajo donde se comprobó la presencia de aglutininas en macroalgas lo realizaron Boyd y colaboradores en 1966. Ellos probaron extractos de 23 macroalgas y una cianofita de Puerto Rico con eritrocitos humanos y encontraron respuesta positiva en nueve especies, de las cuales, solamente se encontró especificidad en la aglutinación por el grupo sanguíneo A en el extracto del alga *Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey in Hooker, mientras que los extractos acuosos de *Dictyota bartairesii* Lamouroux, *D. cervicornis* Kützing, *D. divaricata* Linnaeus, *D. delicatula* Lamouroux, *Sargassum rigidulum* Kützing, *Padina vickersiae* (Kützing) Sonder (= *Padina gymnospora* (Kützing) Sonder) y la cianofita *Lyngbya majuscula* (Dillwyn) Harvey, mostraron la extraña característica anti-(A+H).

Posteriormente, se han realizado estudios con el propósito de detectar la presencia de lectinas en macroalgas marinas entre los que podemos nombrar los de: Blunden *et al.* (1975) y Rogers (1977), en Inglaterra y en Japón; el de Hori *et al.* (1981), los cuales examinaron 240 especies de macroalgas de sus costas reportando actividad aglutinante en 100 de ellas.

El primer trabajo donde se probó una lectina algal contra eritrocitos de otras especies animales, sin considerar los humanos, fue el realizado por Shiomi *et al.* (1980). En este trabajo se reportó aglutinación de los eritrocitos probados de caballo, vaca, oveja, conejo, cobayo, ratón y pollo.

Fábregas *et al.* (1984, 1985 y 1986), han buscado lectinas en algas de las Divisiones Rhodophyta, Chlorophyta y Phaeophyta colectadas en la costa española, que tengan actividad sobre eritrocitos de animales (incluidos los humanos), sin encontrar especificidad por algún tipo de sangre, excepción hecha con el extracto de *Giffordia granulosa* (Sm.) Hamel, que sólo aglutinó las células del tipo O positivo.

Entre los trabajos para detectar lectinas en algas de las costas del continente americano están los de Ainouz y Sampaio, (1991) los cuales probaron 20 especies de macroalgas marinas recolectadas en la costa de Brasil y reportaron que 13 de ellas aglutinaron algún tipo de sangre

humana, oveja, conejo, pollo, vaca y cabra. Un año después Ainouz *et al.* (1992), reportaron la presencia de lectinas en 18 especies de un total de 27 analizadas, éstas tuvieron actividad contra eritrocitos tratados enzimáticamente. Bird *et al.* (1993) probaron extractos protéicos de 22 especies de algas marinas de las costas de Florida y Carolina del Norte, reportando que 21 de ellos, aglutinaron eritrocitos de conejo y/o de oveja.

Se han encontrado, purificado y parcialmente caracterizado lectinas en 14 especies de macroalgas marinas de la División Rhodophyta, en cuatro de la División Phaeophyta y solo en una especie de la División Phaeophyta (Rogers y Fish, 1991).

El objetivo fundamental del presente trabajo fue realizar ensayos de aglutinación de eritrocitos humanos y de conejo para detectar la presencia de aglutininas algales en muestras recolectadas en la costa del Golfo de México y Caribe Mexicano.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras se recolectaron manualmente o con la ayuda de una espátula en la zona rocosa intermareal de doce localidades ubicadas en cuatro estados de la costa del Atlántico Mexicano (Figura 1). En total se llevaron a cabo seis campañas de muestreo. Con excepción de las campañas realizadas en abril de 1993 y en noviembre de 1994, las cuatro restantes tuvieron lugar entre los meses de junio y agosto, desde 1992 a 1995. El material recolectado se lavó con agua de mar para eliminar los residuos inorgánicos, la epibiosis vágil y otras impurezas; después fue separado por géneros, colocado en bolsas de plástico y transportado al laboratorio congelado usando CO₂ sólido. Una vez descongelado, parte del material se conservó en formalina glicerinada al 4 % para su posterior determinación taxonómica. El resto se lavó en agua corriente y se limpió bajo el microscopio con el fin de eliminar el epifitismo.

Los extractos se obtuvieron macerando 10 g de biomasa algal en 10 ml de solución amortiguadora de fosfatos 100-mM, pH 7.2 (PB). El homogeneizado se centrifugó durante 20 min a 55 xg y el sobrenadante se filtró en equipo Millipore® con filtros de nitrocelulosa de 22 µm. Los extractos obtenidos se guardaron a -6 °C hasta su utilización aplicándose el método recomendado por Muñoz *et al.* (1985).

Para detectar la actividad aglutinante de los extractos se siguieron las recomendaciones de Bennet (1976). Se empleó una solución de eritrocitos formalinizados al 2 %

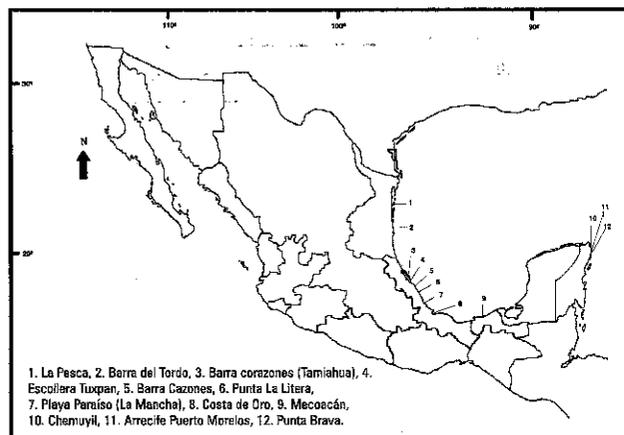


Figura 1. Distribución de las áreas de colecta.

(Nowak y Barondes, 1975) de sangre humana de los tipos O, A, B, y AB positivos y de conejo. La aglutinación se efectuó por duplicado en placas de microtitulación. Se añadieron a todos los pozos 100 μ l de PB, adicionando al segundo pozo 100 μ l de extracto algal; a partir de éste se realizaron diluciones dobles seriadas. Finalmente se adicionaron 100 μ l de solución de eritrocitos formalizados al 2% a todos los pozos. Las muestras se dejaron reposar por 2 h y después de este periodo se observó el efecto aglutinante 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). Cuando la especie fue recolectada en mas de un sitio o período anual, su actividad se refirió solo al lugar o momento donde adquirió el máximo valor.

RESULTADOS

Se evaluaron 36 especies algales: cuatro de la División Chlorophyta, seis de la División Phaeophyta y 26 de la División Rhodophyta (Tabla 1). La respuesta hemaglutinante de los extractos obtenidos se muestra en la Tabla 2. Veintisiete especies de algas aglutinaron a los eritrocitos de conejo, lo cual representa el 75 % del total de las especies estudiadas, y de ellas el 47.2 % lo hicieron con títulos superiores a 2^6 . Las especies con mayor poder de aglutinación sobre los eritrocitos de conejo fueron *Penicillus capitatus*, *Sargassum vulgare*, *Spatoglossum schoederii*, *Grateloupia filicina*, *Grateloupia doriphora* y *Gracilaria blodgettii* y salvo las dos últimas especies, todas ellas actuaron también de modo inespecífico sobre los eritrocitos humanos. Seis especies, todas de la División Rhodophyta,

aglutinaron solamente eritrocitos de conejo, pero ninguna lo hizo con títulos mayores de 2^9 .

Solo dos especies: *Cymopolia barbata* y *Gelidiella acerosa* aglutinaron exclusivamente eritrocitos humanos, en el primer caso del grupo sanguíneo A+ y en el segundo O+. Otras especies con actividad aglutinante contra un grupo sanguíneo y eritrocitos de conejo, fueron *Caulerpa cupressoides* y *Bryocladia thyrsgigera* las cuales aglutinaron a los eritrocitos del grupo sanguíneo A+, *Hincksia breviarticulata*, que aglutinó a aquellos del grupo AB+, así como *Digenea simplex*, *Gracilaria blodgettii*, *Gracilaria mammillaris*, y *Grateloupia doryphora*; que aglutinaron a los del grupo O+.

DISCUSIÓN

Caulerpa cupressoides aglutinó exclusivamente sangre tipo A+ y de conejo, a diferencia del trabajo realizado por Ainouz y Sampaio (1991), donde se reportó aglutinación de todos los tipos sanguíneos. En este caso, los autores mencionados trataron enzimáticamente los eritrocitos para potencializar la reacción de aglutinación. *Cladophora sericea* fue probada por Rogers *et al.* (1980), los autores no reportaron actividad en esta especie, a diferencia de la muestra analizada por nosotros donde si se observó aglutinación de los tipos sanguíneos utilizados excepto de la sangre AB+ lo que sugiere que una misma especie puede variar su actividad dependiendo de las condiciones del medio en el que se encuentre.

De las algas de la División Phaeophyta previamente estudiadas, *Spatoglossum schoederii* fue reportada por Bird *et al.* (1993) como potente aglutinador de eritrocitos de conejo, resultado con el que coincidimos, cabe destacar que las sustancias que provocan la aglutinación en las feofitas son polifenoles que provocan pseudoaglutinación por medio de la polimerización de sus esqueletos de carbono, formando un entramado que atrapa a los eritrocitos sin unir los carbohidratos de la membrana de estas células (Rogers y Loveless, 1991), por lo que esta especie, a pesar de su capacidad aglutinante, no se puede recomendar para estudios posteriores de aislamiento y purificación de lectinas. Ainouz *et al.* (1992) informaron que esta especie aglutinó los tipos de sangre A y O papainizados. La muestra probada en este estudio aglutinó todos los tipos de sangre sin tratamiento enzimático. Este mismo resultado fue obtenido con *Sargassum vulgare*, a diferencia de los resultados obtenidos por Ainouz *et al.* (1992), los cuales no reportaron aglutinación con extractos de esta especie.

Tabla 1. Especies evaluadas como fuente de sustancias con actividad aglutinante.

Especies	Fecha de colecta	Localidad	Estado
DIVISIÓN CLOROPHYTA			
<i>Caulerpa cupressoides</i> (West in Vahl) C. Agardh	8/1995	Puerto Morelos	Quintana Roo
<i>Gladophora sericea</i> (Hudson) Kützing	7/1993	Costa de Oro	Veracruz
<i>Cymopolia barbata</i> (Linnaeus) Lamouroux	7/1993	La Mancha	Veracruz
<i>Penicillus capitatus</i> Lamarck	8/1995	Puerto Morelos	Quintana Roo
DIVISIÓN PHAEOPHYTA			
<i>Hincksia breviariculata</i> (J. Agardh) Silva	7/1993	Punta La Litera	Tamaulipas
<i>Lobophora variegata</i> (Lamouroux) Womersley	11/1994	Punta Brava	Veracruz
<i>Padina boergesenii</i> Allender y Kraft	7/1993	Punta La Litera	Veracruz
<i>Sargassum cymosum</i> C. Agardh	6/1994	Barra del Tordo	Tamaulipas
<i>Sargassum vulgare</i> C. Agardh	7/1993	La Mancha	Veracruz
<i>Spatoglossum schroederii</i> (C. Agardh) Kützing	6/1994	La Pesca	Tamaulipas
DIVISIÓN RHODOPHYTA			
<i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Børgesen	8/1995	Puerto Morelos	Quintana Roo
<i>Bryocladia cuspidata</i> (J. Agardh) De Toni	6/1994	Escollera Tuxpan	Veracruz
<i>Bryocladia thyrigera</i> (J. Agardh) Schmitz in Falkenberg	7/1993	Costa de Oro	Veracruz
<i>Bryothamnion triquetrum</i> (Gmelin) Howe	11/1994	Puerto Morelos	Quintana Roo
<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh in Kunth) Montagne in Durieu de Maisonneuve	7/1993	La Mancha	Veracruz
<i>Dasya crouaniana</i> J. Agardh	6/1994	La Pesca	Tamaulipas
<i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C. Agardh	8/1995	Puerto Morelos	Quintana Roo
<i>Gelidiella acerosa</i> (Forsskall) Feldmann y Hamel	6/1994	Barra Corazones	Veracruz
<i>Gelidium crinale</i> (Turner) Gaillon	6/1994	La Pesca	Tamaulipas
<i>Gracilaria blodgettii</i> Harvey	6/1994	La Pesca	Tamaulipas
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i> (Gmelin) Silva	4/1993	Mecoacán	Tabasco
<i>Gracilaria cervicornis</i> (Turner) J. Agardh	6/1994	Escollera Tuxpan	Veracruz
<i>Gracilaria cornea</i> J. Agardh	8/1995	Puerto Morelos	Quintana Roo
<i>Gracilaria mammillaris</i> (Montagne) Howe	6/1994	Barra Corazones	Veracruz
<i>Gracilaria venezuelensis</i> Taylor	7/1993	Costa de Oro	Veracruz
<i>Grateloupia doryphora</i> (Montagne) Howe	6/1994	Barra Corazones	Veracruz
<i>Grateloupia filicina</i> (Lamouroux) C. Agardh	7/1993	Costa de Oro	Veracruz
<i>Halymenia agardhii</i> De Toni	6/1994	La Pesca	Tamaulipas
<i>Haliptilon cubense</i> (Montagne ex Kützing) Garbary y Johansen	6/1994	Escollera Tuxpan	Veracruz
<i>Laurencia intricata</i> Lamouroux	8/1995	Puerto Morelos	Quintana Roo
<i>Laurencia obtusa</i> (Hudson) Lamouroux	11/1994	Chemuyil	Quintana Roo
<i>Laurencia papillosa</i> (C. Agardh) Kützing o Greville	7/1993	Punta La Litera	Veracruz
<i>Prionitis pterocladina</i> Wynne	6/1994	Barra Cazonas	Tamaulipas
<i>Pterocladia capillacea</i> (S. G. Gmelin) Bornet y Thuret	6/1994	Barra Cazonas	Tamaulipas
<i>Pterocladia pinnata</i> (Hudson) Papenfuss	6/1994	La Pesca	Tamaulipas
<i>Spyridia filamentosa</i> (Wulfen) Harvey in Hooker	8/1995	Puerto Morelos	Quintana Roo

Tabla 2. Actividad aglutinante sobre eritrocitos de sangre humana y de conejo de 36 especies de macroalgas presentes en el piso mesolitoral de la costa Atlántica mexicana.

	TIPO DE SANGRE				Conejo
	O ⁺	A ⁺	B ⁺	AB ⁺	
DIVISIÓN CLOROPHYTA					
<i>Caulerpa cupressoides</i> *		2 ⁵			2 ⁷
<i>Cladophora sericea</i> *	2 ²	2 ¹	2 ⁴		2 ⁷
<i>Cymopolia barbata</i>		2 ³			
<i>Penicillus capitatus</i>	2 ⁶	2 ⁸	2 ⁴	2 ⁵	2 ¹²
DIVISIÓN PHAEOPHYTA					
<i>Hincksia breviariculata</i>				2 ²	2 ²
<i>Lobophora variegata</i> *		2 ¹		2 ⁴	2 ⁸
<i>Padina boergesenii</i>			2 ¹	2 ¹	2 ⁶
<i>Sargassum cymosum</i>	2 ⁶	2 ⁴	2 ⁴	2 ³	2 ⁷
<i>Sargassum vulgare</i> *	2 ⁸	2 ³	2 ³	2 ⁵	2 ¹¹
<i>Spatoglossum schroederii</i> *	2 ⁴	2 ⁸	2 ³	2 ²	2 ¹¹
DIVISIÓN RHODOPHYTA					
<i>Acanthophora spicifera</i> *	2 ²	2 ⁶			2 ⁹
<i>Bryocladia cuspidata</i>					2 ⁴
<i>Bryocladia thyrsgigera</i>		2 ⁴			2 ²
<i>Bryothamnion triquetrum</i> *					2 ⁴
<i>Centroceras clavulatum</i> *	2 ¹	2 ²	2 ¹⁰	2 ³	2 ⁵
<i>Dasya crouaniana</i>					
<i>Digenea simplex</i> *	2 ⁵				2 ³
<i>Gelidiella acerosa</i> *	2 ¹				
<i>Gelidium crinale</i>					2 ⁸
<i>Gracilaria blodgettii</i>	2 ⁵				2 ¹⁰
<i>Gracilaria bursa-pastoris</i> *	2 ⁸	2 ⁸		2 ⁷	2 ⁷
<i>Gracilaria cervicornis</i> *	2 ⁷			2 ³	2 ⁵
<i>Gracilaria cornea</i> *					
<i>Gracilaria mammillaris</i>	2 ⁴				2 ⁷
<i>Gracilaria venezuelensis</i>	2 ²	2 ¹¹	2 ⁴		2 ⁷
<i>Grateloupia doryphora</i>	2 ⁵				2 ¹⁰
<i>Grateloupia filicina</i> *	2 ²	2 ³	2 ⁷	2 ³	2 ¹¹
<i>Halymenia agardhii</i> *					
<i>Haliptilon cubense</i>					2 ⁹
<i>Laurencia intricata</i>					2 ³
<i>Laurencia obtusa</i> *			2 ²	2 ⁴	
<i>Laurencia papillosa</i> *	2 ⁴	2 ¹	2 ⁷	2 ¹⁰	2 ²
<i>Prionitis pterocladina</i>					
<i>Pterocladia capillacea</i> *					2 ⁵
<i>Pterocladia pinnata</i>					
<i>Spyridia filamentosa</i> *					

* Especies evaluadas en diversos lugares por otros autores

Las algas de la División Rhodophyta examinadas por nosotros que presentaron actividad hemaglutinante de algún tipo de sangre y que no exhibieron dicha propiedad en estudios realizados por otros autores fueron: *Pterocladia capillacea*, *Grateloupia doryphora*, *Grateloupia filicina* (Rogers, 1977); *Centroceras clavulatum*, *Laurencia obtusa*, (Ainouz y Sampaio, 1991) y *Laurencia papillosa* (Ainouz et al., 1992).

Otros autores reportaron, al igual que nosotros, la actividad aglutinante de *Acanthophora spicifera* (Rogers, 1977; Bird et al., 1993; Ainouz et al., 1992); *Halymenia agardhii*, *Bryothamnion triquetrum* (Ainouz et al., 1992); *Gracilaria bursa-pastoris* y *Gracilaria cervicornis* (Ainouz y Sampaio, 1991), con algún tipo de sangre, sin embargo, en los trabajos antes citados, los extractos fueron probados contra eritrocitos que fueron tratados con enzimas proteolíticas como: tripsina, bromelina, subtilisina y papaína (Ainouz y Sampaio, 1991; Ainouz et al., 1992); papaína y adición de albúmina bovina (Rogers, 1977), con el propósito de facilitar la unión de las moléculas de carbohidratos al sitio activo de la proteína; mientras que en el presente trabajo no se utilizó ningún tipo de enzimas. Esto puede ser indicativo de la presencia de una potente aglutinina presente en estas especies.

Las especies que no habían sido reportadas previamente tener actividad aglutinante y que en la presente investigación sí exhibieron esta propiedad son: *Cymopolia barbata*, y *Penicillus capitatus* de la División Chlorophyta; *Padina boergesenii* y *Sargassum cymosum* de la División Phaeophyta y de la División Rhodophyta *Bryocladia cuspidata*, *Bryocladia thyrsgigera*, *Digenea simplex*, *Gracilaria blodgettii*, *Gracilaria mammillaris*, *Gracilaria venezuelensis*, *Haliptilon cubense*, *Hincksia breviariculata* y *Laurencia intricata*.

En total, el 25% de las especies analizadas manifestó una acción aglutinante muy específica sobre los eritrocitos humanos, aunque sus títulos no fueron elevados lo cual sugiere que la actividad de algunas lectinas algales es específica para determinados tipos sanguíneos. Por el contrario, los títulos más altos de aglutinación de eritrocitos humanos se observaron en algas con espectro de acción sobre dos o más grupos sanguíneos, las que integraron el 44.4% de las especies estudiadas. Este es un buen criterio a tomarse en cuenta para estudios de aislamiento y purificación de las lectinas presentes en estas especies.

No se observó ninguna regularidad de carácter taxonómico en el potencial aglutinante de las algas evaluadas. Así, en géneros representados por más de una especie pudo constatararse la existencia de una amplia gama

de acción; desde aquellas sin actividad, hasta otras con una fuerte acción inespecífica. Estos resultados refuerzan la hipótesis expuesta por Ingram (1985) y Fábregas *et al.* (1985) que la actividad biológica de las macroalgas, está regulada por factores ecológicos como presiones de herbivoría, competencia y depredación, así como, factores abióticos, tales como las condiciones del sitio de colecta, la estacionalidad, los métodos de colecta y transporte de las muestras, entre otros.

Se recomienda tomar en cuenta la etapa del ciclo de vida en la que se encuentren las algas, ya que se ha detectado variación en la presencia de lectinas en función de esta característica (Bolwell *et al.*, 1980; Schmid *et al.*, 1994). Por lo cual se recomienda llevar a cabo un muestreo mensual con el propósito de identificar si se presenta variación en la actividad de los extractos algales, ya sea en el tipo de sangre aglutinado y/o en la potencia de la aglutinación de los eritrocitos, que pueda deberse a factores anteriormente mencionados.

LITERATURA CITADA

- AINOZ, L. I. y A. H. SAMPAIO, 1991. Screening of Brazilian marine algae for haemagglutinins. *Botanica Marina* 34: 211-214.
- AINOZ, L. I., A. H. SAMPAIO, N. M. B. BARROS, A. L. F. PONTE, F. H. F. COSTA, M. R. CARBALHO y F. PINHEIRO-JOVENTINO, 1992. Agglutination of enzyme treated erythrocytes by brazilian marine algal extracts. *Botanica Marina* 35: 475-479.
- BENNET, D. L., 1976. *Serología Clínica*. Panamericana. Buenos Aires, Argentina. 224 p.
- BIRD, K. T., T. C. CHILES, R. E. LONGLEY, A. F. KENDRICH y M. D. KINKEMA, 1993. Agglutinins from marine macroalgae of southeastern United States. *Journal of Applied Phycology* 5: 213-218.
- BLUNDEN, G., D. J. ROGERS y W. F. FARNHAM, 1975. Survey of British seaweed for hemagglutinins. *Lloydia* 38: 162-168.
- BLUNDEN, G., D. J. ROGERS y W. F. FARNHAM, 1977. Haemagglutinins in British marine algae and their possible taxonomic value. En: D. E. G. IRVINE y J. H. PRICE (Comps.). *Modern approaches to the taxonomy of red and brown algae. Vol 10*. Academic Press. Gran Bretaña, pp. 21-45.
- BOLWELL, G. P., J. A. CALLOW y L. V. EVANS, 1980. Fertilization in brown algae. III. Preliminary characterization of putative gamete receptors from eggs and sperm of *Fucus serratus*. *Journal of Cell Science* 43: 209-224.
- BOYD, W. C., L. R. ALMODOVAR y L. C. BOYD, 1966. Agglutinins in marine algae for human erythrocytes. *Transfusion* 66: 82-83.
- BRAY, W. E. B., 1947. *Sinopsis de los métodos bioquímicos de laboratorio*. Hispanoamericana, México, 456 p.
- FÁBREGAS J., A. MUÑOZ, J. LLOVO y J. ABALDE, 1984. Agglutinins in marine red algae. *ICRS Medical Science* 12: 298-299.
- FÁBREGAS J., J. LLOVO y A. MUÑOZ, 1985. Hemagglutinins in red seaweeds. *Botanica Marina* 28: 517-520.
- FÁBREGAS J., A. MUÑOZ y J. LLOVO, 1986. Hemagglutinins in brown seaweeds. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 97: 213-219.
- HORI, K., K. MIYAZAWA y K. ITO, 1981. Hemagglutinins in marine algae. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 47: 793-798.
- INGRAM G. A., 1985. Lectins and lectin-like molecules in lower plants. I. Marine algae (Review). *Developments in Comparative Immunology* 9: 1-10.
- MUÑOZ, A., J. LLOVO y J. FÁBREGAS, 1985. Hemagglutininas de algas verdes. *Acta Científica Compostelana* 22: 873-878.
- NOWAK, T. P. y S. H. BARONDES, 1975. Agglutinins from *Limulus polyphemus*. Purification with formalinized adsorbent. *Biochimica et Biophysica Acta* 393: 115-123.
- ROGERS, D. J., 1977. Antibody-like substances in marine organisms. En: J. FAULKNER y W.H. FENICAL (Comps.). *Marine natural products chemistry*. Plenum press, New York, EUA, pp. 311-327.
- ROGERS, D. J., G. BLUNDEN, J. A. TOPLISS y M. D. Guiry, 1980. A survey of some marine organisms for Haemagglutinins. *Botanica Marina* 23: 569-577.
- ROGERS, D. J. y B. C. FISH, 1991. Marine alga lectins. En: D. C. KILPATRICK, E. VAN DRIESSCHE y T. C. BØG-HANSEN (Comps.). *Lectins Reviews. Vol. 1*. Sigma Chemical Co., St. Louis MO., EUA, pp. 129-142.
- ROGERS, D. J. y R. W. LOVELESS, 1991. "Hemagglutinins" of the Phaeophyceae and non-specific aggregation phenomena by polyphenols. *Botanica Marina* 28: 133-137.
- SCHMID, C. E., N. SCHOEDER y D. G. MÜLLER, 1994. Female gamete membrane glycoproteins potentially involved in gamete recognition in *Ectocarpus siliculosus* (Phaeophyceae). *Plant Science* 102: 61-67.
- SHARON, N. y H. LIS, 1972. Lectins: cell agglutinating and sugar-specific proteins. *Science* 177: 949-959.
- SHIOMI, K., H. YAMANAKA y T. KIKUCHI, 1980. Biochemical properties of hemagglutinins in the red alga *Serraticardia maxima*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 46: 1369-1373.

Recibido: 31 de octubre de 1997.

Aceptado: 17 de diciembre de 1997.