

Cuantificación de carbohidratos, polifenoles y sulfatos en extractos de macroalgas promisorias para la acuicultura

N. Salas D.¹, R. Lengua C.², E. Becerra V.², D. Bazán G.², S. Santome³,
C. Córdova C.³

(Recibido: 20/10/2014 / Aceptado: 25/02/2015)

RESUMEN

En el presente trabajo se determinó el contenido de carbohidratos, polifenoles y sulfatos en muestras de macroalgas marinas, las que se recolectaron en la Bahía de Pisco, Ica y en la playa de Barranco. Las muestras estudiadas son las siguientes: *Macrocystis Pyrifera*, *Ulva nematoidea*, *Lessonia Trabeculata*, *Chondracanthus Chamissoi*. Se observó que el alga *Chondracanthus Chamissoi* femenina es la que tiene mayor cantidad de carbohidratos, el alga *Macrocystis Pyrifera* es la que presenta mayor contenido de polifenoles y el alga *Ulva Nematoidea* presenta la mayor cantidad de sulfatos.

Palabras clave: Alga, *Macrocystis pyrifera*, *Ulva nematoidea*, *Lessonia trabeculata*, *Chondracanthus chamissoi*, carbohidratos, polifenoles, sulfatos.

Quantification of carbohydrates, polyphenols and sulfate on selected macroalgae promising for aquaculture

ABSTRACT

In the present work, the carbohydrates, polyphenols and sulfates content was determined in samples of marine macroalgae, which were collected in the Bay of Pisco-Ica and Barranco beach. The samples studied were: *Macrocystis pyrifera*, *Ulva nematoidea*, *Lessonia trabeculata* and *Chondracanthus chamissoi*. It was observed that the female alga *Chondracanthus chamissoi* presents higher carbohydrate content, the algae *Macrocystis pyrifera* is the one with higher content of polyphenols and the algae *Ulva nematoidea* has the highest amount of sulfates.

Keywords: Algae, *Macrocystis pyrifera*, *Ulva nematoidea*, *Lessonia trabeculata*, *Chondracanthus chamissoi*, carbohydrates, polyphenols, sulfates.

1. Departamento Académico de procesos. FQIQ-UNMSM, nsalas@hotmail.com

2. Departamento Académico de Química Analítica e Instrumentación. FQIQ-UNMSM, lqac1@hotmail.com, ebecerrav@hotmail.com, dorita-dorita@hotmail.com

3. Laboratorio de Ficología Marina, Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM, ccordovac@unmsm.edu.pe, santone.selma@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN

Los intentos de cultivo de macroalgas en el Perú no han sido sustentables económicamente, debido a que en el mercado, solo es recolectado como materia prima para la exportación, conllevando a una actividad extractiva poco rentable y con perjuicio al ecosistema. Revisiones actuales destacan la presencia de moléculas bioactivas que podrían dar lugar a usos emergentes en nutraceuticos y cosmocéuticos con un alto valor agregado^[1]. Los polifenoles en macroalgas presentan de ocho a más anillos, muy estables y utilizados como antioxidantes que se mantienen activos hasta 72 horas en la sangre^[2].

Se ha cuantificado la cantidad de carbohidratos, polifenoles y sulfatos en extractos ácidos y orgánicos de *Macrocystis pyrifera* (alga verde), *Lessonia trabeculata* (alga parda), *Ulva nematoidea* (alga verde) y *Chondracanthus chamissoi* (alga roja), macroalgas promisorias para la acuicultura, que han sido utilizadas para consumo directo o indirecto de humanos y animales^[3].

II. PARTE EXPERIMENTAL

Recolección y procesamiento del material biológico:

Las macroalgas fueron recolectadas del intermareal rocoso durante la marea baja, *Macrocystis pyrifera*, *Lessonia trabeculata*, *Ulva nematoidea* de la localidad de Pisco-Ica y *Chondracanthus chamissoi* de la localidad de Barranco, Lima. El material recolectado fue lavado con agua de mar, se retiraron los epítifos y arena, luego envuelto en papel toalla y trasladado al laboratorio en cámara de aislamiento térmico a 8 °C.

En el laboratorio, fue lavado con abundante agua corriente para retirar la sal y restos orgánicos. Las algas pardas *Macrocystis pyrifera* y *Lessonia trabeculata* fueron segmentadas en rizoide, cauloide y filoide. *Chondracanthus chamissoi* fue separado en gametofito femenino, gametofito masculino y tetrasporofito. Luego, fueron oreadas y

secadas en una cámara de secado a 60 °C durante 4 horas. Una vez secas se procedió a trozar en pedazos y pulverizar utilizando un molino eléctrico marca Moulinex, luego se tamizó con una malla de 500 µm de poro. Las muestras fueron guardadas en bolsas herméticas con sílica gel para futuros análisis^[4].

Determinación de carbohidratos solubles en extracto ácido.

Se tomaron pesos de aproximadamente 0,5000 g de cada muestra y se llevaron a volúmenes de 50 mL, (figura N° 1) se empleó el método de la antrona (9,10 dihidro-antraceno-9-cetona), la cual forma un compuesto verde en medio ácido fuerte (ácido sulfúrico) con ciertos carbohidratos y sacáridos, en especial con azúcares y almidones (Gutiérrez 2012), (Olvera et al.1993). La reacción de la antrona (9,10 dihidro-9-ketoantraceno) en medio sulfúrico y calentamiento para el desarrollo del color, produce un derivado del furano que tiene su máximo de absorción en 630 nm. Se estableció una curva patrón con glucosa (10 a 60 ppm) y los resultados se expresaron en mg equivalente a glucosa (GE) por 100 g de alga seca^[5].

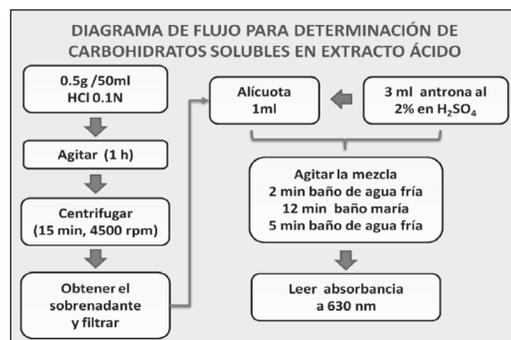


Figura N° 1. Diagrama de flujo para carbohidratos.

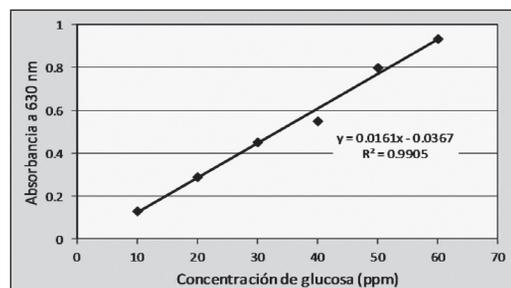


Figura N° 2. Curva de estándares de glucosa.

Tabla N°1. Absorbancia de estándares de glucosa

ABSORBANCIA a λ 630nm	DE ESTÁNDARES
C(ppm)	A
10	0,132
20	0,291
30	0,543
40	0,551
50	0,800
60	0,934

Tabla N° 2. Absorbancias de muestras, concentración y porcentajes.

ESPECIE	A	C ppm glucosa	% Glucosa
<i>Macrocystis pyrifera</i> (filoide, Barranco)	0,484	32,4	3,24
<i>Ulva nematoidea</i>	0,558	37,2	3,72
<i>Chondracanthus chamissoi</i> (tetraspórica)	0,507	33,8	3,37
<i>Lessonia trabeculata</i> (filoide)	0,155	11,9	1,19
<i>Chondracanthus chamissoi</i> (femenino)	0,732	47,8	11,95
<i>Chondracanthus chamissoi</i> (masculino)	0,428	28,9	2,89
<i>Macrocystis pyrifera</i> (filoide, Pisco)	0,620	40,8	4,08

Determinación del contenido de polifenoles en extracto orgánico

Se tomó un peso aproximado de 0,5000 g de cada muestra de algas secas y se llevó a volumen de 20 mL, (figura N°3).

La cuantificación de polifenoles se realizó con el método de Folin Ciocalteu, con la

formación de sales de tungsteno y molibdeno (Antolovich et al. 2002), (Jimenez et al. 2012), que son cuantificadas en espectrofotómetro a 760 nm.

Se realizó una curva patrón con soluciones de floroglucinol (10 a 100 ppm) y los resultados se expresaron en mg equivalentes a floroglucinol (FGE) por 100 g de alga seca^[6].

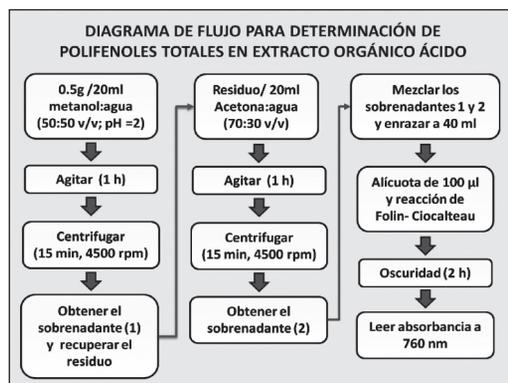


Figura N° 3. Diagrama de flujo de polifenoles.

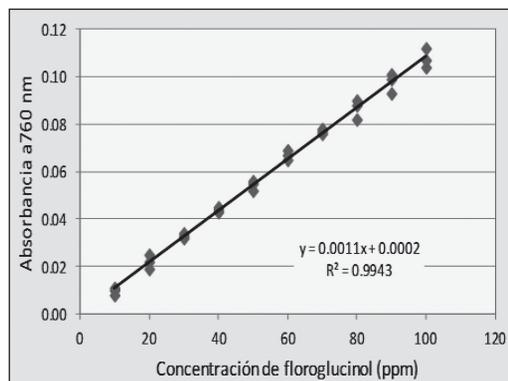


Figura N°4. Curva de estándares de Polifenoles.

Tabla N° 3. Porcentaje de polifenoles.

ESPECIE	% Polifenoles
<i>Macrocystis pyrifera</i> (filoide, Barranco)	28,0
<i>Ulva nematoidea</i>	18,0
<i>Chondracanthus chamissoi</i> (tetraspórica)	13,4
<i>Lessonia trabeculata</i> (filoide)	14,3

Determinación del contenido de sulfatos solubles en extracto ácido

Se tomó 0,500 g de la muestra de algas secas y se llevó a un volumen de 50 mL (figura N° 5). Se empleó el método turbidimétrico, (Rossum et al. 1961), (APHA, AWWA, WPCF, 1998) en medio ácido utilizando como reactivo el cloruro de bario ($BaCl_2$), que precipita como sulfato de bario ($BaSO_4$) en forma de cristales de tamaño uniforme, se midió la absorbancia en un espectrofotómetro Genesys 20 a 420 nm. Se realizó una curva patrón con los estándares de sulfatos, los cuales fueron preparados utilizando una solución de 100 ppm de $SO_4=$ a partir de Na_2SO_4 con agua destilada, obteniéndose diluciones entre 2 y 8 ppm de $SO_4=$. Los resultados se expresaron en mg equivalentes a sulfato (SE) por 100 g de alga seca^[7].

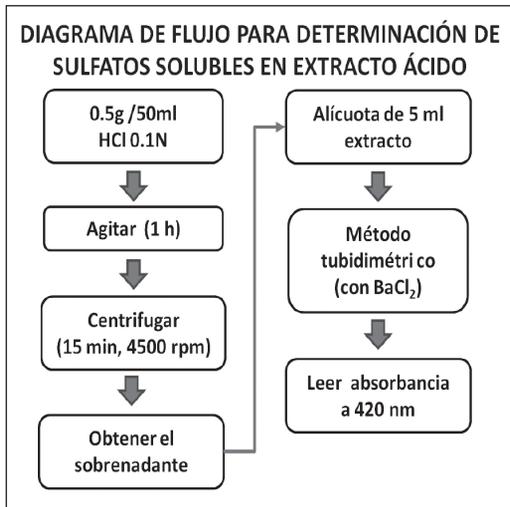


Figura N° 5. Diagrama de flujo para sulfatos.

Tabla N° 4. Absorbancia de estándares de sulfatos

ABSORBANCIA DE ESTÁNDARES a λ 630nm	
C(ppm)	A
2	0,387
4	0,590
6	0,780
8	0,890

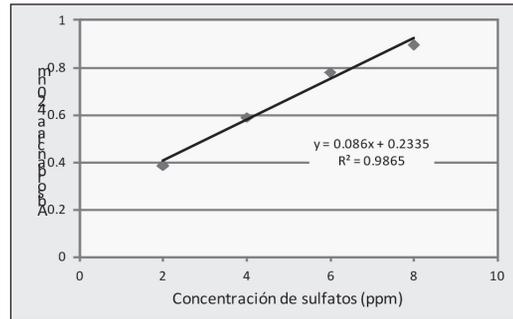


Figura N°6. Curva de estándares de sulfatos.

Tabla N°5. Concentración sulfatos en ppm

ESPECIE	A	C ppm sulfatos
<i>Macrocystis pyrifera</i> (filoide, Barranco)	0,9230	7,980
<i>Ulva nematoidea</i>	0,8830	27,400
<i>Chondracanthus chamissoi</i> (tetraspórica)	0,6070	4,280
<i>Lessonia trabeculata</i> (filoide)	0,5330	3,400
<i>Chondracanthus chamissoi</i> (femenino)	0,6860	5,170
<i>Chondracanthus chamissoi</i> (masculino)	0,6080	4,270
<i>Macrocystis pyrifera</i> (filoide, Pisco)	0,7660	6,100

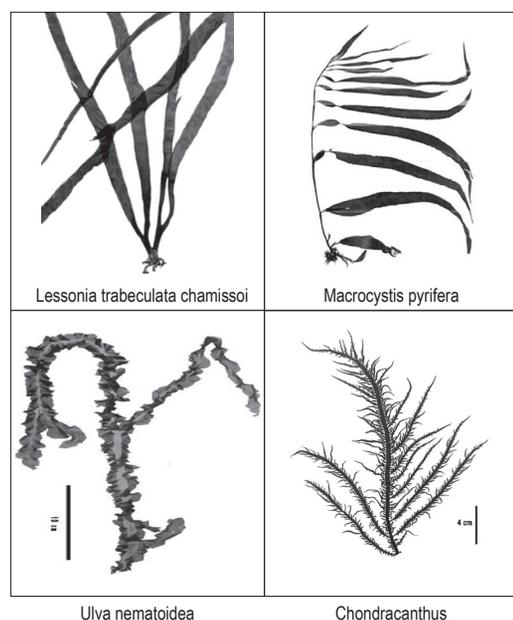


Figura N° 7. Fotos de las algas estudiadas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existen muchas especies de algas marinas de hábitat variable, por lo tanto existe variabilidad en el rendimiento de las extracciones entre las diferentes especies, así como también, los diferentes tipos de extractantes utilizados tienen impacto en el rendimiento. La determinación de carbohidratos expresada en cantidad de glucosa es importante porque ésta es usada por las células del cuerpo y del cerebro, y la que no se utiliza se almacena en el hígado y los músculos como glucógeno para su uso posterior. Los alimentos que contienen carbohidratos complejos suministran vitaminas y minerales que son importantes para la salud de una persona.

En la determinación cuantitativa de carbohidratos solubles en el extracto ácido desarrolladas en el Laboratorio de Química Analítica e Instrumental de la Facultad de Química e Ingeniería Química, se encontró que para el alga *Chondracanthus chamissoi* femenino el 11,95%, observándose, es el que tiene mayor porcentaje de carbohidratos; mientras que el porcentaje más bajo corresponde al alga *Lessonia trabeculata* filoide con 1,19 %. En estudios desarrolladas por la empresa Alnicolsa Productos Agroindustriales determinaron para el alga *Porphyra* 42 % de contenido de carbohidratos (extracto libre de nitrógeno).

En estudios realizados por Holdt y Kraan en el 2011, determinaron la presencia de polifenoles en algas que pueden llegar hasta el 14 % en peso seco en especies de *Ascophyllum* y *Fucus*.

En la determinación de contenido de polifenoles totales solubles desarrolladas en el Laboratorio de Química Analítica e Instrumental de la Facultad de Química e Ingeniería Química, se encontró que, en el extracto orgánico el alga *Macrocystis pyrifera* filoide presenta el mayor valor con 28,0 % en polifenoles totales y el más bajo corresponde al alga *Chondracanthus chamissoi* tetraspórica con un valor de 13,4 %.

El sulfato es un componente típico de las algas marinas, derivado principalmente de los polisacáridos fucoidanos en las algas

pardas, carragenanos o agar en las rojas y ulvanos en las algas verdes. Este anión que se encuentra unido al polisacárido mediante enlace éster (O-SO₃⁻) juega un papel muy importante desde el punto de vista de las propiedades biológicas de las algas. En ese sentido, se ha encontrado una correlación positiva entre el contenido de sulfato y las propiedades biológicas como antioxidantes y anticoagulantes. En la determinación del contenido de sulfatos solubles en extracto ácido desarrolladas en el laboratorio de Química Analítica e Instrumental de la Facultad de Química e Ingeniería Química, se encontró que el mayor valor corresponde al alga *Ulva nematoidea* con 27,400 ppm y el más bajo corresponde al alga *Lessonia trabeculata* filoide con 3,400 ppm. En los ensayos realizados por Alnicolsa productos agroindustriales, arrojan 0,6 % de sulfatos en hojas extraídas en frío del alga parda *Grateloupia doryphora* en polvo fino.

IV. CONCLUSIONES

Son muchas las propiedades biológicas atribuibles a los polisacáridos sulfatados de las algas, entre ellas las más relevantes son: actividad antioxidante, anticoagulante, antiviral, anticancerígena e inmunomoduladora que se recogen en estudios recientes de revisión bibliográfica (Jiao et al., 2011; Wijesekara et al., 2011). Además, se han descrito otras propiedades menos conocidas para los polisacáridos de algas como pueden ser: actividad antimicrobiana, antiproliferativa, anti-inflamatoria (Wijesekara et al., 2011), protección hepática (Charles & Huang, 2009), efecto en glucosa (Hoebler et al., 2000; Vaugelade et al., 2000).

En el presente trabajo de investigación se ha logrado cuantificar carbohidratos, sulfatos, polifenoles solubles en extractos ácidos y orgánicos respectivamente, dando valores positivos para todas las macroalgas estudiadas.

La cantidad de polifenoles coincide con reportes anteriores en donde se observa mayor contenido en las algas pardas, seguida de las algas verdes y finalmente, en las algas rojas.

Los resultados evidencian la presencia de compuestos antioxidantes lo cual puede ser aprovechado en la elaboración y comercialización de productos nutracéuticos y cosmeceúticos.

V. AGRADECIMIENTO

Al Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos por haber contribuido al financiamiento del estudio.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Hernandez A.M., Prieto E. Plantas que contienen antioxidantes dentro del estilo de vida. *Rev. Cubana Investig. Biomed.* 1999; 18.
- [2] Mauren A., Prieto E. Plantas que contienen antioxidantes dentro del estilo de vida. *Rev. Cubana Investig. Biomed.* 1999; 18.
- [3] Antolovich M., Prenzler P., Patsalides E., McDonald S., Robards K. Methods for testing antioxidant activity. *Analyst*; 2002; 127: 183-198.
- [4] Matsukawa R., Z. Dubinsky, E. Kishimoto, K. Masaki, Y. Masuda, T. Takeuchi, M. Chihara, Y. Yamamoto, E. Niki. A comparison of screening methods for antioxidant activity in seaweeds. *J. Appl. Phycol.* 1997; 9: 29-35.
- [5] Olvera-Novoa M., Martínez-Palacios C., Real de León E. Carbohidratos totales disponibles (Clegg-Anthrone) en peces y crustáceos. *J.Sci. Food Agric.* 1993; 7:40.
- [6] Rivero A. Evaluación de la actividad antioxidante de polifenoles de algas marinas. Facultad de Ciencias del Mar (Universidad de las Palmas de Gran Canaria). España; 1993.
- [7] Thomas J.F., Cotton J.E. A turbidimetric sulfate determination. *Water Sewage Works.* 1954; 101:462
- [8] Gutiérrez-Díaz J. Determinación de carbohidratos en aguas residuales de la industria azucarera y cuerpos de aguas contaminadas. La Habana, Cuba. 2012.
- [9] Jiménez A., Escrig A., Jiménez-Jiménez I., Pulido R., Saura-Calixto F. Antioxidant activity of fresh and processed edible seaweeds. *J. Sel. Food Agr.* 2001; 81: 530-534.
- [10] Jimenez-Escrig A., Gómez-Ordoñez E., Rupérez. Brown and red seaweeds as potential sources of antioxidant nutraceuticals. *J. Appl Phycol.* 2012; 24:1123-1132.
- [11] Nagai T., Yukimoto T.. Preparation and functional properties of beverages made from sea algae. *Food Chem.* 2003; 81: 327-332.
- [12] Rossum J.R., Villaruz P. Suggested methods for turbidimetric determination of sulfate in water. *American Water Works Assoc.* 1961; 53:873.
- [13] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. 1998. Métodos Normalizados.