

# Composición proximal de las macroalgas caribeñas *Chaetomorpha sp*, *Boodlea composita*, *Padina boergesenii*, *Dictyota barteyresiana*, *Sargassum vulgare* y *Laurencia microcladia*

Haydelba D'Armas, PhD<sup>1,2</sup>, Marifer Castañeda, Lcda.<sup>2</sup>, Jorge Barrios, MSc<sup>2</sup>, Ricauter López, MSc<sup>1</sup>, Mayra D'Armas, PhD<sup>1</sup>, and Luis Castillo, Ing<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estatal de Milagro, Milagro, Provincia de Guayas, Ecuador, [rlopezb@unemi.edu.ec](mailto:rlopezb@unemi.edu.ec), [mdarmasr@unemi.edu.ec](mailto:mdarmasr@unemi.edu.ec), [lcastillos@unemi.edu.ec](mailto:lcastillos@unemi.edu.ec), [hdarmasr@unemi.edu.ec](mailto:hdarmasr@unemi.edu.ec)

<sup>2</sup>Universidad de Oriente, Cumaná, estado Sucre, Venezuela, [htrinidad86@hotmail.com](mailto:htrinidad86@hotmail.com)

**Abstract**—The marine macroalgae, *Chaetomorpha sp* y *Boodlea composita* (Chlorophyta); *Padina boergesenii*, *Dictyota barteyresiana* y *Sargassum vulgare* (Phaeophyta); y *Laurencia microcladia* (Rhodophyta), collected in the Gulf of Cariaco, Sucre state, Venezuela, were analyzed to determine their proximal composition. The total lipid content fluctuated between 0.67% and 2.11% for *B. composita* and *D. barteyresiana*, respectively, with most species having a low lipid content. Values between 5.93% and 10.02% were obtained for total proteins, showing *L. microcladia* the lowest content and *B. composita* the highest value. The results of total carbohydrate content ranged from 14.53% for *S. vulgare* to 19.06% for *L. microcladia*. With respect to humidity, values were determined between 46.94% for *L. microcladia* and 53.70% for *P. boergesenii*. The percentage of ash varied between 2.71% in *B. composita* and 7.91% in *L. microcladia*. The results indicated that the values vary from one species to another, with the algae belonging to the Chlorophyta division having the highest average protein value. The Phaeophytes showed the highest values of humidity and lipids, and the Rhodophyta the highest average percentage of carbohydrates and ashes; however *Boodlea composita* showed the highest content of humidity, proteins and carbohydrates. In general, the great discrepancy in the percentages determined for the chemical parameters is due to several factors, both ecological and intrinsic to the plants, as well as their physiological behaviour. Consumption of these species is recommended because of its high energy and nutritional value, and also for nutraceutical production.

**Keywords**—Macroalgae, Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, porcentual composition, nutraceutics.

## I. INTRODUCCIÓN

Las algas conforman un conjunto de organismos acuáticos con una estructura morfológica menos compleja que la de las plantas terrestres y son responsables de más de la mitad de la actividad fotosintética del mundo (Cubas, 2008; Freile, 2001). Existen aproximadamente 30 000 especies de algas distribuidas en todo el mundo, produciéndose en lugares donde hay luz y humedad; y se encuentran en mayor abundancia en el mar (Bhakuni y Rawat, 2005). Tradicionalmente, los países asiáticos han incluido a las algas marinas en su dieta por

constituir un alimento sano (bajo en calorías y grasas), completo (contienen carbohidratos y son una fuente inigualable de proteínas) y con un elevado valor nutritivo (altas concentraciones de vitaminas, minerales, fibras y ácidos grasos poli-insaturados) (Alfonzo y Blanco, 2008). En el campo industrial y tecnológico las algas son de gran importancia y utilidad, ya que se usan en la producción de compuestos biológicos, de hidrógeno, de biocombustibles, específicamente biodisel y biofertilizantes; en el tratamiento de aguas, en las industrias cosmética, nutracéutica, farmacéutica y alimenticia; siendo de especial importancia la obtención de ficocoloides (alginatos, carragenatos, agar y agarosa) empleados en la industria química, textil y alimenticia (Alfonzo y Blanco, 2008). Existe una biodiversidad de algas en zonas naturales del Caribe, y a la vez se carece de programas tendientes a convertir a estas especies vegetales en fuentes de futuros nutracéuticos seguros y eficaces. El propósito de este trabajo fue realizar un análisis proximal de las especies de macroalgas pertenecientes a las familias Rhodophyta (algas rojas), Phaeophyta (algas pardas), y Chlorophyta (algas verdes), *Chaetomorpha sp*, *Boodlea composita*, *Padina boergesenii*, *Dictyota barteyresiana*, *Sargassum vulgare* y *Laurencia microcladia*, y según los resultados, considerarlas o no, como alternativas para la alimentación humana y animal, así como para la producción de nutracéuticos.

## II. METODOLOGÍA

**Recolección de las muestras:** Ejemplares de las algas fueron recolectados en la Ensenada de Turpialito en la localidad del Golfo de Cariaco, situado al sur de la Península de Araya, estado Sucre (10° 26' 56" N, 64° 02' 00" O), Venezuela. Estas algas fueron identificadas taxonómicamente por el MSc. Jorge Barrios y a su vez sometidas a un proceso de limpieza con abundante agua potable y secado a temperatura ambiente para su posterior análisis. Todas las determinaciones de los parámetros se realizaron por triplicado para cada especie. **Extracción de los lípidos o grasas** (Coristie, 1973): se realizó por el método de extracción de

Digital Object Identifier: (to be inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

Soxhlet utilizando éter de petróleo o hexano como solvente de extracción. **Determinación de humedad y cenizas** (WHO, 1998): para humedad, el método se basó en el secado de una muestra en un horno y su determinación por diferencia de peso entre el material seco y húmedo. Las cenizas se obtuvieron por calcinación de la muestra e indicó el contenido de minerales o material inorgánico en la misma. **Determinación de proteínas** (AOAC, 1995): su análisis se efectuó mediante el método de Kjeldahl, mismo que evaluó el contenido de nitrógeno total en la muestra, después de ser digerida con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador. **Determinación de carbohidratos:** se realizó por diferencia según las recomendaciones de la FAO y la OMS (1982), a partir de los resultados obtenidos en las determinaciones de grasa, cenizas, proteína y humedad. **Análisis estadístico de la composición química:** Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de dos factores (factor 1: porcentaje de lípidos, cenizas, humedad, proteínas o carbohidratos y factor 2: especies) utilizando Statgraphics versión 16.1. Esto se realizó con base en el contenido de los diferentes tipos de lípidos, proteínas o carbohidratos y las especies a estudiar. Cuando el ANOVA a realizar reveló la existencia de diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), el mismo se corroboró a través de una prueba *a posteriori* LSD.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis proximal comprende el contenido de humedad, cenizas, proteínas, lípidos y carbohidratos, cuyos resultados promedios se muestran en la Tabla I, valores necesarios para determinar el contenido energético total presente en las especies estudiadas. Las algas, pardas, verdes y rojas contienen varios compuestos orgánicos e inorgánicos que son beneficios para la salud humana por su alto valor nutricional y sus propiedades curativas de muchas enfermedades (tuberculosis, artritis, resfriados e influenza, infecciones de lombrices y tumores). Las especies de algas estudiadas han mostrado variaciones amplias en la composición química, las cuales se relacionan con factores ambientales como las temporadas estacionales, temperatura, luz, salinidad, localización y condiciones de almacenamiento (Bourgougnon, 2011).

TABLA I  
PORCENTAJES PROMEDIOS DE LÍPIDOS TOTALES, PROTEÍNAS TOTALES, CARBOHIDRATOS TOTALES, HUMEDAD Y CENIZAS PRESENTES EN LAS ESPECIES DE ALGAS RECOLECTADAS EN EL GOLFO DE CARIACO, ESTADO SUCRE, VENEZUELA.

Especies	Lípidos totales (%)	Humedad (%)	Cenizas (%)	Proteínas (%)	Carbohidratos (%)
I	1,03	52,94	2,73	8,20	35,10
II	0,67	51,43	2,21	10,02	35,66
III	0,99	53,70	5,97	8,75	30,59
IV	2,11	51,13	5,25	9,54	31,97
V	1,10	51,66	6,08	8,10	33,05
VI	2,09	46,94	7,91	5,93	37,13

I: *Chaetomorpha* sp (Chlorophyta), II: *Boodlea composita* (Chlorophyta), III: *Padina boergesenii* (Phaeophyta); IV: *Dictyota barteyresiana* (Phaeophyta); V: *Sargassum vulgare* (Phaeophyta); VI: *Laurencia microcladia* (Rhodophyta).

La especie con mayor contenido lipídico es *Dictyota barteyresiana* con un 2,11%, seguida por *Laurencia microcladia* (2,09%) y la de menor fue *Boodlea composita* con 0,67%, observándose que tanto la división Phaeophyta (algas pardas) como la Rhodophyta (algas rojas) mostraron porcentaje significativos de lípidos totales, mientras que la familia Chlorophyta (algas verdes) obtuvo el mayor valor promedio de humedad y proteínas, y la Rhodophyta (algas rojas) con el mayor contenido promedio en cenizas y carbohidratos. Estos valores químicos contrastan con los reportados por Quiral et al (2012), donde el alga *Durvillaca antártica* (Phaeophyta) presentó el valor promedio más alto con un 4,3 % y la especie *Ulva lactuca* (Chlorophyta) con el valor promedio más bajo de 0,3 %; los resultados deben estar influidos por las condiciones ambientales y el estado de desarrollo del alga, comportamiento fisiológico y constitución interna de las especies.

Las macroalgas rojas presentan un contenido de humedad por encima del 46%, este valor varía de acuerdo al desarrollo de la planta, siendo mayor en las plantas jóvenes que en las adultas, de acuerdo a esto, en esta investigación se consideran a las macroalgas de la división Rhodophyta como plantas más jóvenes que las *Chlorophytas* y *Phaeophytas*. Del mismo modo la textura, consistencia, porcentaje de fibra y volumen de tejido deben influir en el mayor o menor contenido hídrico, como es el caso de la *Padina boergesenii*, que contiene muy poco tejido consistente correspondiéndole valores por encima del 53%.

En el caso del contenido proteico por cada familia de algas, se observa una diferencia entre los porcentajes; en el caso de la familia Chlorophyta, representada por las algas *Chaetomorpha* sp y *Boodlea composita*, el contenido proteico varió entre 8,20 y 10,02 %, siendo esta última especie la de mayor contenido, tanto para esta familia, como para todas las especies de algas estudiadas, mientras que *Laurencia microcladia* (Rhodophyta) fue la de menor contenido proteico (5,93%). Frikha et al (2011) presenta valores promedios de proteínas para la división Chlorophyta de 6,06%, para Phaeophyta 5,60%, obteniéndose un alto valor para las Rhodophyta de 14,00 %; esta diferencia en relación a los resultados de esta investigación, es debido a la variabilidad de las condiciones ecológicas y geoquímicas en los divergentes medios ambientales donde se obtuvieron las macroalgas, lo cual puede afectar el comportamiento fisiológico de la planta, determinando variaciones en la composición química de las algas.

Las macroalgas se caracterizan por presentar altos contenidos en polisacáridos, oscilando el porcentaje cuantitativo de carbohidratos desde 33,05% (*Sargassum vulgare*) hasta 35,10% (*Chaetomorpha* sp). Se puede atribuir los altos valores de los carbohidratos presentes, a que gran

número de especies sintetizan además del típico producto fotosintético, almidón de las Florideas, otros compuestos de estructura molecular más compleja (ficocoloides) como lo son el agar-agar, carragenina y agaroides, que constituyen el principal componente orgánico de la pared celular. Las diferencias en el contenido de hidratos de carbono para una misma división se puede atribuir a ciertos factores entre los cuales resalta el estado de desarrollo o de madurez de la planta, el tipo de sustrato sobre el cual se fija el alga y la concentración de nutrientes disueltos en el agua de mar (Sierra-Vélez y Álvarez-León, 2010).

Las algas en su estado natural contienen entre 80 a 90% de agua; en base seca, contienen aproximadamente 40 % de carbohidratos, de 1 a 3 % de lípidos y 3 a 38% de minerales. En éstas, el contenido de proteínas es altamente variable y va desde 8 a 27%, con una alta proporción de aminoácidos esenciales (Fontaine M y Bonilla J, 1978.). En general, se puede decir que los resultados energéticos obtenidos son valores muy cercanos para todas las macroalgas, con lo cual se demostró que éstas presentan un bajo contenido lipídico, así como una importante porción de proteínas, carbohidratos y moléculas bioactivas con amplias potencialidades nutraceuticas y terapéuticas.

#### IV. CONCLUSIONES

Las macroalgas *D. barteyresiana* (Phaeophyta) y *L. microcladia* (Rhodophyta) mostraron los valores más elevados de lípidos; *B. composita* (Chlorophyta) y *P. boergesenii* (Phaeophyta), el mayor contenido de humedad; *S. vulgare* (Phaeophyta) y *L. microcladia* (Rhodophyta), los valores mayores de ceniza; *B. composita* (Chlorophyta) y *D. barteyresiana* (Phaeophyta), el contenido proteico más alto; *B.composita* (Chlorophyta) y *L. microcladia* (Rhodophyta), el porcentaje mayor de carbohidratos; siendo *Boodlea composita* (Chlorophyta) la especie con mayor contenido de humedad, proteínas y carbohidratos.

En general, la gran discrepancia en los porcentajes que determinan los parámetros químicos es debido a diversos factores, tanto ecológicos como intrínsecos a las plantas, así como de su comportamiento fisiológico. En base a los resultados obtenidos se recomienda el consumo de estas especies, por su alto valor energético y nutricional, y su potencialidad como nutraceuticos.

#### REFERENCIAS

- [1] Alfonso, Y. y Blanco, M. (2008). Algas, aliadas en el pasado y sustento para el futuro. *Tecnología Química*, Vol 8, No., pp. 46-50.
- [2] Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1995) Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 16th ed., Virginia, USA.
- [3] Bourgougnon, N., Bedoux, G., Sangiardi, A. y Pouvreau, V. (2011). Las algas: potencial nutritivo y aplicaciones cosméticas. *Valorización. Aplicaciones industriales y tendencias*, p. 79-92.
- [4] Bhakuni, D. y Rawat, D. (2005). *Bioactive marine natural products*. Editorial Anamaya. India.
- [5] Coristie W (1973) *Lipids Analysis*. Pergamon Press, New York.
- [6] Cubas, P. (2008). Algas eucariotas. < www.aulados.net > (23/07/2016).
- [7] FAO/OMS (1982) Programa conjunto FAO/OMS sobre Normas alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius. Roma- Italia.
- [8] Fontaine, M. y Bonilla, J. (1978). Composición Química de macroalgas marinas representativas del Edo. Sucre. *Bol. Instituto Oceanográfico-Universidad de Oriente*. Vol. 17, No. 1-2, pp. 35-54.
- [9] Freile, Y. (2001). Algas en la "botica". *Avance y perspectiva*, Vol. 20, pp. 283-292.
- [10] Frikha, F., Kammoun, M., Hammami, N., Mchirgui, R.A., Belbahri, L., Gargouri, Y., Miled, N., Ben-Rebah, F. (2011). Composición química y algunas actividades biológicas de algas marinas recolectadas en Túnez. *Ciencias Marinas*, Vol. 37, No. 2, pp. 113-124.
- [11] Quiral, V., Morales, C., Sepúlveda, M.y Schwart, M. (2012). Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. *Rev Chil Nutr*. Vol. 39, No. 4, pp. 169-202.
- [12] Sierra-Vélez, L. y Álvarez-León, R. (2010). Comparación bromatológica de las algas nativas (*Gracilariopsis tenuifrons*, *Sargassum filipendula*) y exóticas (*Kappaphycus alvarezii*) del Caribe colombiano. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat*. Vol. 13, No. 2, pp. 17 - 25
- [13] WHO (1998) Determination of water and volatile matter. En: Quality control methods for medicinal plants materials. Geneva: Word Health Organization. p. 32-33.
- [14] WHO (1998) Determination of ash. En: Quality control methods for medicinal plants materials. Geneva: Word Health Organization. p. 28-27.