

ALGUNOS USOS DE LAS MACROALGAS MARINAS DE ARRIBAZÓN

NELSON JAVIER RAMÍREZ-LINARES^{1*} & YURAIMA GARCÍA-GONZÁLEZ²

¹*Universidad de Oriente, Nueva de Esparta, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar (ECAM), Departamento de Acuicultura, Boca de Río, Isla de Margarita, Venezuela.*

**E-mail: noslenr1993@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2873-6533>*

²*Universidad de Oriente, Nueva de Esparta, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar (ECAM), Departamento de Acuicultura, Boca de Río, Isla de Margarita, Venezuela.*

yuraima1602@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2025-576>

RESUMEN: Las arribazones de macroalgas marinas son observadas en las costas de alta y baja marea, producidas por fuertes corrientes marinas, vientos alisios u otros factores abióticos, formando grandes biomásas algales que llegan a cubrir por completo algunas playas. Actualmente las macroalgas tienen una gran importancia económica por sus múltiples usos, siendo colectadas con métodos especializados por algunos países para utilizarlas en la alimentación humana (sopas, ensaladas, harinas, guisos y bebidas), en bloques nutricionales y alimentos para animales, compost, fertilizantes, ladrillos, calzados ecológicos, jabones, shampoo líquido y sólido, protector solar, bioplástico, gomas y otros productos innovadores. Los géneros de mayor interés son: *Ulva*, *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Codium*, *Sargassum*, *Ascophyllum*, *Padina*, *Dictyota*, *Canistrocarpus*, *Lobophora*, *Laminaria*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Laurencia*, *Gelidium*, *Halymenia*, *Euclima*, *Kappaphycus*, *Acanthophora*, *Agardhiella*, *Botryocladia*, *Ceramium*, *Chondria*, *Chondracanthus*, *Grateloupia*, *Gymnogongrus*, *Kallymenia*, *Lomentaria*, *Meristotheca*, *Polysiphonia*, *Porphyra* y *Solieria*, siendo utilizadas algunas de ellas para la obtención de ficocoloides: alginatos, agar y carragenina, estos compuestos son gelificantes, emulsificantes, espesantes y estabilizantes, propiedades fundamentales en numerosas industrias. Estos recursos algales han sido poco explotados en Venezuela, siendo una actividad que puede generar importantes ingresos económicos. En esta recopilación se describen algunos usos de las macroalgas marinas de arribazón.

Palabras claves: Macroalgas, Arribazón, Usos, Artesanal, Industrial.

ABSTRACT: The drift marine macroalgae are observed on the coasts at high and low tide, produced by strong marine currents, trade winds or other abiotic factors, forming large algae biomasses that completely cover some beaches. Currently, macroalgae are of great economic importance due to their multiple uses, being collected with specialized methods by some countries for use in human food (soups, salads, flour, stews and drinks), in nutritional blocks and animal feed, compost, fertilizers, bricks, ecological footwear, soaps, liquid and solid shampoo, sunscreen, bioplastic, rubber bands and other innovative products. The genera of greatest interest are: *Ulva*, *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Codium*, *Sargassum*, *Ascophyllum*, *Padina*, *Dictyota*, *Canistrocarpus*, *Lobophora*, *Laminaria*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Laurencia*, *Gelidium*, *Halymenia*, *Euclima*, *Kappaphycus*, *Acanthophora*, *Agardhiella*, *Botryocladia*, *Ceramium*, *Chondria*, *Chondracanthus*, *Grateloupia*, *Gymnogongrus*, *Kallymenia*, *Lomentaria*, *Meristotheca*, *Polysiphonia*, *Porphyra* and *Solieria*, some of them being used to obtain phycocolloids: alginates, agar and carrageenan, these compounds are gelling, emulsifying, thickening and stabilizing agents, fundamental properties in many industries. These algae resources have been little exploited in Venezuela, being an activity that can generate important economic income. In this compilation, some uses of drift marine macroalgae are described.

Key words: Macroalgae, Drift, Uses, Craft, Industrial.

INTRODUCCIÓN

Las macroalgas marinas de arribazón (Fig. 1) son generadas por factores abióticos que provocan su acumulación en la orilla de playas, lagunas costeras y estuarios de alta y baja marea (MARTÍNEZ & MARÍN 2013; GARRIDO & GARCÍA-GONZÁLEZ 2017; HERNÁNDEZ *et al.* 2018; GARCÍA 2019). Estos organismos fotosintéticos están conformados por diferentes Phylum: Rhodophyta (algas rojas), Ochrophyta (algas pardas o marrones) y Chlorophyta (algas verdes), además de cumplir un papel ecológico pueden ser aprovechados económicamente (GARCÍA 2019; MONTOYA *et al.* 2017).

En diferentes países las macroalgas marinas tienen importancia económica y actualmente son extraídas para múltiples usos, artesanales o industriales. Algunas especies de macroalgas marinas son aprovechadas en las industrias de alimentación, farmacéutica, biomedicina, odontología, cultivos microbiológicos, cosmetología, agricultura, ganadería, avicultura, veterinaria, biocombustibles, textil, biotecnología y bioquímica; poseen un alto valor nutritivo al proporcionar cantidades significativas de carbohidratos, proteínas, vitaminas, minerales y fibras solubles como los ficocoloides (PASQUEL 2001; ZAIXSO & BORASO DE ZAIXSO 2015; GARRIDO & GARCÍA-GONZÁLEZ 2017; MONTOYA *et al.* 2017; GARCÍA 2019). En este trabajo se realizó una recopilación de algunos usos de las macroalgas marinas de arribazón.



Fig. 1. Macroalgas marinas de arribazón en Playa Bella Vista, Isla de Margarita, estado Nueva Esparta (Venezuela) de julio del 2020.

MACROALGAS MARINAS DE ARRIBAZÓN

Algunos usos artesanales de las macroalgas marinas de arribazón

Las macroalgas marinas que varan en las playas están disponibles en grandes cantidades. Son recogidas en fresco y luego procesadas para la preparación de diferentes alimentos como sopas, ensaladas, harinas, guisos, bebidas y cocina molecular (PASQUEL 2001; AYARZA 2014; FERNÁNDEZ-FUENTES & GARCÍA-GONZÁLEZ 2021), compost y fertilizantes (MARTÍNEZ & MARÍN 2013), alimentos para animales (CASAS-VALDEZ *et al.* 2006, VILLALOBOS 2012; LAGUNA 2016) y bloques nutricionales (CASTELLANOS *et al.* 2010), porque contienen todos los macro y micronutrientes que necesitan los seres vivos; además son empleadas en la elaboración de ladrillos (AMORÓS 2011), calzados ecológicos (JIMÉNEZ 2022), jabones (ALPUCHE *et al.* 2016; RODRÍGUEZ *et al.* 2010), shampoo líquido (ALPUCHE *et al.* 2016), protector solar (VARGAS 2020), gomas de alginatos, carragenina y agar (PASQUEL 2001; PESO-ECHARRI *et al.* 2012; AYARZA 2014), en bioplástico (LOJA 2020; BERNEDO & PALOMINO 2020) y empaques biodegradables (GARCÍA *et al.* 2020).

Cabe destacar que de forma artesanal se pueden extraer alginatos de las macroalgas pardas, carragenina y agar de las macroalgas rojas y ulvanos de las macroalgas verdes. La composición química varía con las especies, localidades y la disponibilidad de nutrientes del medio (MONTROYA *et al.* 2017). El principal componente de las algas marinas es el agua, siendo bajas en calorías y grasas (ZARAGOZANO & ASÍN 2019). Por otro lado, una vez recolectadas, lavadas, secadas y molidas para convertirlas en harina, pueden ser usadas como alimento o suplemento mineral para los seres vivos, no obstante, dichas harinas de algas también pueden ser mezcladas con otras harinas o alimentos y utilizarse como aditivos o complementos dietéticos ricos en nutrientes y minerales (PASQUEL 2001; ORTIZ 2011a, 2011b, 2011c; GUTIÉRREZ *et al.* 2016).

Los géneros más utilizados por sus múltiples usos y aplicaciones son: *Ulva*, *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Codium*, *Sargassum Ascophylum*, *Padina*, *Dictyota*, *Canistrocarpus*, *Lobophora*, *Laminaria*, *Gracilaria*, *Hypnea*, *Laurencia*, *Gelidium*, *Halymenia*, *Eucheuma*, *Kappaphycus*, *Acanthophora*, *Agardhiella*, *Botryocladia*, *Ceramium*, *Chondria*, *Chondracanthus*, *Grateloupia*, *Gymnogongrus*, *Kallymenia*, *Lomentaria*, *Meristotheca*, *Polysiphonia*, *Porphyra* y *Solieria* (ALFONSO & BLANCO 2008; RADULOVICH *et al.* 2013; MONTROYA *et al.* 2017; GARCÍA 2019; ZARAGOZANO & ASÍN 2019). Existen varias alternativas como la elaboración de compuestos alimenticios de algas en fresco y deshidratadas que pueden tener de 33-50% de fibra alimentaria, de 5-24% de proteínas en algas pardas, y hasta 10-47% de proteínas en algas rojas y verdes (MONTROYA *et al.* 2017). Por otro lado, KAZIR *et al.* (2019) mencionan contenidos de proteínas y lípidos que pueden oscilar entre un 7-31% y un 2-13% del peso seco, respectivamente, aunque se puede encontrar una cantidad considerable de carbohidratos en las macroalgas de hasta un 32-60% del peso seco.

Entre otros usos dados a las macroalgas tenemos el empleo en textiles del alginato extraído de las algas pardas *Laminaria*, *Ascophylum*, *Macrocystis* y *Sargassum*, la elaboración de papel y cartón corrugado, y el diseño de figuras con algas prensadas en tarjetería (BUENFIL & RAMOS 2014; ZAIXSO & BORASO DE ZAIXSO 2015). Actualmente se está apostando a la biotecnología encaminada hacia el desarrollo de bioplástico o biomateriales para disminuir la contaminación ambiental. Por

ejemplo, un estudiante de diseño de artes (Ari Jónsson) de Islandia, fabricó con agar de forma artesanal una botella biodegradable y comestible para almacenar agua, el inconveniente de esta botella según el inventor es que el agua adquiere sabor a algas; este proyecto prototipo constituye una idea futurista para la sustitución de los plásticos no biodegradables (MORBY 2016; Fig. 2).

Aplicaciones industriales de las macroalgas marinas de arribazón

Las macroalgas marinas de arribazón son importantes por sus hidrocoloides formadores de geles, que comprenden los alginatos de sodio y calcio de algas pardas (Laminariales y Fucales), además de su uso en la extracción de lignina, celulosa y hemicelulosa, siendo de interés en el Mar Caribe el género *Sargassum* (Fig. 3), y en ambos océanos de Sur América los géneros *Ascophyllum*, *Durvillaea*, *Ecklonia*, *Lessonia*, *Macrocystis* y *Undaria* (SZMIDT 1997; VEGA-VILLASANTE *et al.* 2006; AYARZA 2014; ZAIXSO & BORASO DE ZAIXSO 2015; ONU 2018). Por su parte las algas rojas son fuente de carragenanos (Gigartinales y Cryptonemiales) y agares (Gelidiales y Gracilariales) de los cuales existen distintos tipos y calidades (ORTIZ 2011b, 2011c; ZAIXSO & BORASO DE ZAIXSO 2015). Las macroalgas de mayor interés para la obtención de carragenanos son *Kappaphycus* de la que se obtiene kappa-carragenina y los géneros *Euचेuma*, *Euचेumatopsis*, *Chondrus*, *Gigartina* y *Mastocarpus*, a partir de las cuales se produce iota-carragenina (GARCÍA 2019; MARTÍNEZ & MARÍN 2013; DUMILAD 2019). La nomenclatura comercial de estos aditivos con propiedades gelificantes son: E-401 o alginato sódico, utilizado en nata entera pasteurizada y mermeladas; E-402 o alginato potásico, utilizado en postres, pudín y preparados a base de fruta; E-403 o alginato amónico; E-404 o alginato cálcico y E-406 o Agar-Agar, utilizados en mermeladas, cultivos microbiológicos y también en preparados a base de fruta (ZAIXSO & BORASO DE ZAIXSO 2015; ZARAGOZANO & ASÍN 2019).



Fig. 2. Envase biodegradable comestible creado por Ari Jónsson, Islandia en el 2016 (MORBY 2016).

Aunque su uso pueda parecer novedoso, la sociedad actual lleva años empleando e ingiriendo algas marinas, porque están presentes en otros muchos productos además de los citados, como la pasta dentífrica, confiriéndole la consistencia característica y evitando su deshidratación, extendiendo el período de comercialización (ZAIKSO & BORASO DE ZAIKSO 2015). Un efecto sinérgico se da entre la leche y la carragenina, al combinarse ambos la fuerza del gel se incrementa hasta 10 veces; en concentraciones de 0,03-0,08% puede suspender el cacao de una leche chocolatada aumentando el cuerpo y la calidad del producto, de 0,5-0,9% se utiliza para postres en general, de 0,5-2,0 % en flanes, de 0,6-0,8% en helados para evitar la cristalización del producto y de 0,3-4,5%, para mousse de chocolate. El carragenano estabiliza la estructura espumosa característica en algunos postres, utilizándose en alimentos para animales, pastas, recubrimiento de embutidos, etc, también se emplea en cremas, shampoos y jabones como suavizante y estabilizante, y en muchas otras aplicaciones en la industria cosmetológica (MONTROYA *et al.* 2017), constituyendo claros ejemplos de la presencia de las algas marinas en la vida cotidiana (ALFONSO & BLANCO 2008).

Es preciso mencionar que las macroalgas tienen concentraciones de minerales de mucho interés en la industria cosmetológica, biomedicina y farmacéutica, como magnesio, yodo, fósforo, hierro, calcio, potasio, silicio y sodio, sustancias idóneas para remineralizar y fortalecer los huesos, las uñas y la piel. También poseen vitaminas A, B1, B2, B6, B12, C, D, E y K, siendo fundamentales para la síntesis del ADN, la formación de los glóbulos rojos, las células de las paredes del estómago y otras mucosas, reducen además la actividad de los radicales libres actuando contra el envejecimiento (ALFONSO & BLANCO 2008; PIMENTEL *et al.* 2018). Además de los micronutrientes (minerales y vitaminas) la gran cantidad de fibra de las algas estimula el tracto intestinal (ALFONSO & BLANCO 2008; ZARAGOZANO & ASÍN 2019).

En algunos países asiáticos y europeos se aprovecha este recurso, como ejemplo tenemos a España que es el segundo productor mundial de agar (QUITRAL *et al.* 2012; GUTIÉRREZ *et al.* 2016; PIMENTEL *et al.* 2018). Las actividades relacionadas con el cultivo, recolección de macroalgas, extracción de ficocoloides y otros usos generan grandes ingresos para estos países.

El aumento de los costos de las materias primas y de la energía afecta negativamente a la población mundial, por lo que algunos países se han centrado en el aprovechamiento de los recursos marinos, así tenemos que la demanda del mercado de los ficocoloides ha crecido rápidamente en estos últimos años (AYARZA 2014; BUENFIL & RAMOS 2014). En Venezuela no existen empresas que aprovechen industrialmente las macroalgas marinas de arribazón, y sería un comienzo viable el desarrollo de empresas dedicadas a la recolección de biomasa arribada para su exportación y posteriormente, para su procesamiento en el país.



Fig. 3. Presencia de macroalgas marinas de arribazón del género *Sargassum* en el estado de Quintana Roo, México en el 2019 (ALDANA *et al.* 2020).

REFERENCIAS

- ALDANA, D., M. ENRÍQUEZ & V. ELÍAS. 2020. Cooperación en el Caribe ante el sargazo. *Ciencia, Rev. Acad. Mex. Cienc.*, 71(4):62-71.
- ALFONSO, Y. & M. BLANCO. 2008. Algas, aliadas en el pasado y sustento para el futuro. *Tec. Quím.*, 28(3):46-50.
- AMORÓS, M. 2011. *Desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerantes y aditivos estructurales de base vegetal*. Trab. Master Universitario en Innovación Tecnológica en Edificación Perfil Investigador. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica. España. 54 pp.
- ALPUCHE, V., J. SANTOS & M. LUIT. 2016. Elaboración de productos cosméticos con algas marinas por mujeres emprendedoras del Municipio de Sinanché, Yucatán, México. *Bioagrociencias*, 9(1):7-16.
- AYARZA, J. 2014. Los alginatos: 20000 usos de las algas submarinas. *Rev. Quím. PUCP*, 28(1-2):19-23.
- BERNEDO, K. & N. PALOMINO. 2020. *Aprovechamiento de *Macrocystis pyrifera* para la elaboración de bioplástico*. Trab. Grad. Ingeniera Ambiental. Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental. Lima. Perú. 71 pp.
- BUENFIL, A. & L. RAMOS. 2014. *Aprovechamiento y potencial de producción de alginato de sodio con algas procedentes de la costa Maya de Quintana Roo*. Trab. Grad. Ing. Ambiental. Universidad de Quintana Roo, División de Ciencias e Ingeniería. Chetumal, Quintana Roo, México. 37 pp.
- CASAS-VALDEZ, M., H. HERNÁNDEZ-CONTRERAS, A. MARÍN-ÁLVAREZ, R. ÁGUILA-RAMÍREZ, C. HERNÁNDEZ-GUERRERO, I. SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ & S. CARRILLO-DOMÍNGUEZ. 2006. El alga marina *Sargassum* (Sargassaceae): Una alternativa tropical para la alimentación de ganado caprino. *Rev. Biol. Trop.*, 54(1):83-92.
- CASTELLANOS, A., H. CAUICH, L. GUERRERO & J. ROSADO. 2010. Vegetación marina en la elaboración de bloques multinutritivos para la alimentación de rumiantes. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.*, 1(1):75-83.
- DUMILAD, R. 2019. Edible seaweeds sold in the local public markets in Tawi-Tawi, Philippines. *Philipp. J. Scie.*, 148(4):803-811.
- FERNÁNDEZ-FUENTES, Y. & Y. GARCÍA-GONZÁLEZ. 2021. Macroalgas de arribazón con aplicaciones en la alimentación humana en playa “La Caracola”, estado Nueva Esparta, Venezuela. *Foro Iberoam. Rec. Mar. Acui.*, 10: 361-369.
- GARCÍA, Y. 2019. Macroalgas marinas de arribazón, ¿problema o solución?. Disponible en: ecomarven.wordpress.com/nuestro-tema-de-la-semana-2/macroalgas-de-arribazon-problema-o-solucion/. (Revisada octubre 2022).

- GARCÍA, K., C. SÁNCHEZ, J. SALAZAR, D. GÓMORA & C. SANTANA. 2020. Obtención y caracterización de un biopolímero a partir del alga (*Sargassum* sp.) para elaborar empaques de un solo uso en combinación con celulosa y almidón. *Rev. Tend. Doc. Inves. Quim.*, 6(6):492-496.
- GARRIDO, A. & Y. GARCÍA-GONZÁLEZ. 2017. Inventario de las macroalgas de arribazón en Playa Parguito, isla Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Vzla.*, 56(2):81-88.
- GUTIÉRREZ, R., K. GONZÁLEZ, O. VALDÉS, Y. HERNÁNDEZ & S. ACOSTA. 2016. Algas marinas como fuente de compuestos bioactivos en beneficio de la salud humana: Un artículo de revisión. *Biotecnia*, 18(3): 20-27.
- HERNÁNDEZ, M., C. RODRÍGUEZ & L. PERAZA. 2018. Arribazones de macroalgas marinas: un tesoro del mar. *Ciencia*, 69(4):38-43.
- JIMÉNEZ, A. 2022. Zapatos ecológicos a partir de botellas de plástico y sargazo. Estos mexicanos lo hicieron posible. WORTEV (Edit. A. Jiménez). Disponible en: <https://wortev.com/historias-de-emprendedores/zapatos-ecologicos-mexicanos-renovare/>. (Revisada noviembre 2022).
- KAZIR, M., Y. ABUHASSIRA, A. ROBIN, O. NAHOR, J. LUO, A. ISRAEL, A. GOLBERG & Y. LIVNEY. 2019. Extraction of proteins from two marine macroalgae, *Ulva* sp. and *Gracilaria* sp., for food application, and evaluating digestibility, amino acid composition and antioxidant properties of the protein concentrates. *Food Hydrocol.*, 87:194-203.
- LAGUNA, M. 2016. *Uso de las algas en la alimentación de los animales domésticos*. Trab. Grad. Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narrounidad Laguna. Torreón, Coahuila. México. 19 pp.
- LOJA, C. 2020. *Obtención de un polímero biodegradable a partir del alginato de calcio extraído de la biomasa del alga parda Sargassum ecuadorenum*. Trab. Grad. Ingeniero Ambiental. Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca. Ecuador. 98 pp.
- MARTÍNEZ, E. & Y. MARÍN. 2013. *Ocurrencia de arribazones de macroalgas marinas en algunas playas de la isla de Margarita y su aprovechamiento para la elaboración de compost*. Trab. Grad. Lic. Biología Marina, Universidad de Oriente, Boca de Río. Venezuela. 173 pp.
- MONTOYA, E., Y. GARCÍA & C. LIRA. 2017. Usos y aplicaciones de las macroalgas marinas: una revisión. *Bol. Inst. Oceanogr. Vzla.*, 56(2):89-101.
- MORBY, A. 2016 Ari Jónsson uses algae to create biodegradable water bottles. <https://www.dezeen.com/2016/03/20/ari-jonsson-algae-biodegradable-water-bottles-iceland/>.
- ONU, 2018. Brote de *Sargassum* en el Caribe: Retos, oportunidades y situaciones regionales. Octava Reunión del Comité Asesor Científico y Técnico (STAC) del Protocolo Relativo a las Áreas y a la Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas (SPAW) en la Región del Gran Caribe. Disponible en: http://gefcrew.org/carrcu/SPAWSTAC8/Info-Docs/WG.40_INF8-es.pdf

- ORTIZ, J. 2011a. Composición nutricional y funcional de las algas clorofíceas Chilenas: *Codium fragile* y *Ulva lactuca*. Monografía. Laboratorio de Química y Análisis de Alimentos, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile, 25 pp. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121457/Monografia%20I%20-%20Algas%20Verdes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ORTIZ, J. 2011b. Composición nutricional y funcional de algas rodofíceas Chilenas. Monografía. Laboratorio de Química y Análisis de Alimentos, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile, 32 pp. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121460/Monografia%20II%20algas%20Rojas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ORTIZ, J. 2011c. Composición nutricional y funcional de algas pardas Chilenas: *Macrocystis pyrifera* y *Durvillaea antarctica*. Monografía. Laboratorio de Química y Análisis de Alimentos, Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Universidad de Chile, 35 pp. Disponible en: <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121459/Monografia%20III%20-%20Algas%20Pardas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- PASQUEL, A. 2001. Gomas: Una aproximación a la industria de alimentos. *Rev. Amaz. Inves. Alim.*, 1(1): 1-8.
- PESO-ECHARRI, P., C. FRONTELA-SASETA, C. GONZÁLEZ-BERMÚDEZ, G. ROS-BERRUEZO & C. MARTÍNEZ-GRACIÁ. 2012. Polisacáridos de algas como ingredientes funcionales en acuicultura marina: alginato, carragenato y ulvano. *Rev. Biol. Mar. Oceanog.*, 47(3):373-381.
- PIMENTEL, F., R. ALVES, F. RODRÍGUEZ & M. OLIVEIRA. 2018. Macroalgae-derived ingredients for cosmetic industry: An update. *Cosmetics*, 5(1): 2; <https://doi.org/10.3390/cosmetics5010002>
- QUITRAL, V., C. MORALES, M. SEPÚLVEDA & M. SCHWARTZ. 2012. Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. *Rev. Chil. Nutr.*, 39(4):196-202.
- RADULOVICH R., S. UMANZOR & R. CABRERA. 2013. *Algas Tropicales: Cultivo y uso como alimento*. Ed. Universidad de Costa Rica, San José. 52 pp.
- RODRÍGUEZ, M., B. TAMAYO & A. GARATEIX. 2010. Los organismos marinos y los cosméticos. Cuba: Medio Ambiente y Desarrollo. *Rev. Elec. Agen. Med. Amb.*, 19:1-6.
- SZMIDT, R. 1997. Composting processing residuals of seaweed (*Ascophyllum nodosum*). *Compost Sci. Util.*, 5:78-86.
- VARGAS, P. 2020. *Efectos fotoprotectores y humectantes de formulaciones cosméticas que contienen extractos de Hypnea musciformis recolectadas en el Caribe Colombiano*. Trab. Grad. Ing. Químico. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería. Programa de Ingeniería Química, Bogotá D.C. Colombia. 22 pp.

- VEGA-VILLASANTE, F., A. CUPUL-MAGAÑA, H. NOLASCO-SORIA & O. CARRILLO-FARNÉS. 2006. Las algas marinas *Sargassum spp.* y *Macrocystis pyrifera*: ¿Una alternativa para el forraje de ganado bovino en la península de Baja California?. *Rev. Cub. Cienc. Agr.*, 40(4):439-448.
- VILLALOBOS, J. 2012. *Utilización de las macroalgas Ulva lactuca y Gracilaria parvispora en la formulación de dietas balanceadas para el camarón blanco Litopenaeus vannamei*. Trab. Grab. Maestría en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Instituto Politécnico Nacional Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Sinaloa, Guasave, Sinaloa, México. 55 pp.
- ZAIXSO, E. & A. BORASO DE ZAIXSO. 2015. *La zona costera patagónica Argentina: Recursos biológicos bentónicos*. (Vol. 1). 1ª Ed. Comodoro Rivadavia: Editorial Universitaria de la Patagonia-EDUPA. 263 pp.
- ZARAGOZANO, J. & J. ASÍN. 2019. Valoración nutricional y económica de la utilización de algas. *Rev. Esp. Est. Agrosoc. Pesq.*, 253:37-64.

RECIBIDO: AGOSTO 2022

ACEPTADO: DICIEMBRE 2022