



NOTA / NOTE

Aportes al conocimiento de las macroalgas del estrecho de Gerlache - Antártica

Contributions to the knowledge of macroalgae of the Gerlache Strait - Antarctica

Natalia Rincón-Díaz^{1*}, Erasmo Macaya^{2,3} y Sara E. Guzmán-Henao⁴

0000-0002-4908-4802

0000-0002-9878-483X

0000-0001-7223-1404

1. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. Invemar; Calle 25 No. 2-55, Playa Salguero, Santa Marta, Colombia. mnrincond@unal.edu.co
 2. Laboratorio de Estudios Algales (ALGALAB), Universidad de Concepción. Departamento de Oceanografía, Cabina 3 Casilla 160-C, Concepción, Chile. emacaya@oceanografia.udec.cl
 3. Centro FONDAP de Investigaciones en Dinámica de Ecosistemas Marinos de Altas Latitudes (IDEAL), Chile.
 4. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. Invemar; Calle 25 No. 2-55, Playa Salguero, Santa Marta, Colombia. sara.guzman@invemar.org.co
- * Autor de correspondencia.

RESUMEN

Esta investigación es un aporte al conocimiento de algunas especies de macroalgas marinas que fueron recolectadas durante las expediciones científicas "Almirante Padilla" (2016-2017) y "Almirante Campos" (2018-2019), en las que participó el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-Invemar con el proyecto: Biodiversidad y Condiciones Oceanográficas del Estrecho de Gerlache "Biogerlache-Antártica". Se realizaron recolectas usando draga tipo Shipek y videos subacuáticos con un ROV (Remote Operated Vehicle). Se identificaron seis especies, cuatro Rhodophyta y dos Ochrophyta-Phaeophyceae. Se incluye información sobre la profundidad y zonación donde las macroalgas fueron halladas, y su relación con registros previos para el área de estudio.

PALABRAS CLAVE: Rhodophyta, Phaeophyceae, Profundidad, Macroalgas bentónicas polares

ABSTRACT

This research is a contribution to the knowledge of some marine macroalgae species collected during the "Admiral Padilla" (2016-2017) and "Admiral Campos" (2018-2019) scientific expeditions, in which the Marine and Coastal Research Institute-Invemar participated with the project "Biodiversity and Oceanographic Conditions of the Gerlache Strait-Biogerlache-Antarctica". Samples were taken using a Shipek dredge; and underwater video recordings were made with a ROV (Remote Operated Vehicle). Six (6) species were identified: four (4) Rhodophyta and two (2) Ochrophyta-Phaeophyceae. Depth and zonation information where the macroalgae were found is included, and their relationship with previous records for the study area.

KEYWORDS: Rhodophyta, Phaeophyceae, Depth, Polar benthic macroalgae

El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-Invemar, ha participado en las expediciones científicas al continente Antártico desde el año 2014. Inició con la “Expedición Caldas” (2014-2015); posteriormente participó en la “Expedición Almirante Padilla” (2016-2017) y en el último verano austral 2018-2019, hizo parte de la “Expedición Almirante Campos” con el proyecto: Biodiversidad y Condiciones Oceanográficas del Estrecho de Gerlache “Biogerlache-Antártica”. El objetivo ha sido caracterizar la fauna y flora Antártica del estrecho de Gerlache, para crear una línea base de conocimiento biológico que genere nuevos aportes a los inventarios de la Antártica como herramienta para el establecimiento de posibles áreas de conservación y definir estrategias de manejo y protección para estos ecosistemas.

Entre los grupos bentónicos que se han venido monitoreando se encuentran las macroalgas, organismos en la base de las redes tróficas de los ecosistemas marinos, los cuales además proveen áreas de desove y refugio para diversas especies y contribuyen significativamente a la biogeoquímica global (Lee, 2008; Mystikou *et al.*, 2014). En ambientes costeros rocosos templados y polares, las algas pardas son los principales productores primarios y junto con las rojas dominan en composición y abundancia (Mystikou *et al.*, 2014).

Las macroalgas se recolectaron en expediciones realizadas en 2016-2017 y 2018-2019, en estaciones con profundidades desde 35 a 187 m cercanas a isla Trinity, base Palmer, bahía Andvord y puerto Mikkelsen (Figura 1); estas fueron extraídas usando draga tipo Shipek que permitió desprenderlas del sustrato rocoso. Se tomaron videos subacuáticos de ambientes dominados por el alga parda *Cystosphaera jacquinotii* por medio de un ROV (Remote Operated Vehicle) FO III Mariscope en la estación E643, a 31-37 m (Figura 2b, c). Además, se recolectó un ejemplar encontrado a la deriva en la estación E633, cerca de la isla Brabant.

En el laboratorio se identificaron las macroalgas empleando claves taxonómicas y referencias específicas para la Antártica (*e.g.* Ricker, 1987; Chung *et al.*, 1994; Yoneshigue-Valentin *et al.*, 2012; Mystikou *et al.*, 2014; Wiencke *et al.*, 2014; Gómez *et al.*, 2015). Las muestras se preservaron en etanol al 96 %, algunas se herborizaron y se ingresaron a las colecciones del Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC)-Makuriwa. La nomenclatura, los nombres científicos y autoridades se asignaron de acuerdo con Guiry y Guiry (2020).

The Invemar (Marine and Coastal Research Institute) has participated in scientific expeditions to the Antarctic continent since 2014. We started with the “Caldas Expedition” (2014-2015), later we participated in the “Admiral Padilla Expedition” (2016-2017), and the last southern summer 2018-2019, were part of the “Admiral Campos Expedition” with the project: Biodiversity and Oceanographic Conditions of the Strait of Gerlache “*Biogerlache-Antarctica*”. The aim has been to characterize the Antarctic fauna and flora of the Gerlache Strait, to create a baseline of biological knowledge that generates new contributions to the Antarctic inventories as a basis for the establishment of possible conservation areas, and to define management and protection strategies, for these ecosystems.

Among the benthic groups monitored are macroalgae, organisms at the base of the food chain of marine ecosystems. Seaweed also provides spawning and refuge areas for various species and contributes significantly to global biogeochemistry (Mystikou *et al.*, 2014). In rocky temperate, and polar coastal environments, the brown algae are the principal primary producers, and together with red algae dominate in composition and abundance (Mystikou *et al.*, 2014).

The macroalgae were collected in expeditions carried out in the years 2016-2017 and 2018-2019, in sites with depths from 35 to 187 m; close to Trinity Island, Palmer Station, Andvord Bay and Mikkelsen Harbor (Figure 1). Seaweeds were collected using a Shipek type dredge that detached them from the rocky substrate. Underwater videos were recorded of environments dominated by brown algae *Cystosphaera jacquinotii* with a ROV FO III Mariscope (Remote Operated Vehicle) at E643 station, between depths of 31-37 m (Figure 2b, c). Also, a specimen found drifting at E633 station, near Brabant Island, was collected.

Macroalgae were identified in the laboratory using taxonomic keys and specific references for Antarctica (*e.g.* Ricker, 1987; Chung *et al.*, 1994; Yoneshigue-Valentin *et al.*, 2012; Mystikou *et al.*, 2014; Wiencke *et al.*, 2014; Gómez *et al.*, 2015). The samples were preserved in 96 % ethanol, some pressed and dried, and entered the collections of the Museo de Historia Natural Marina de Colombia (MHNMC)-Makuriwa. The nomenclature, scientific names, and authorities were assigned according to Guiry and Guiry (2020).

Eight macroalgae samples were collected. We identify four species of red algae (Rhodophyta) belonging

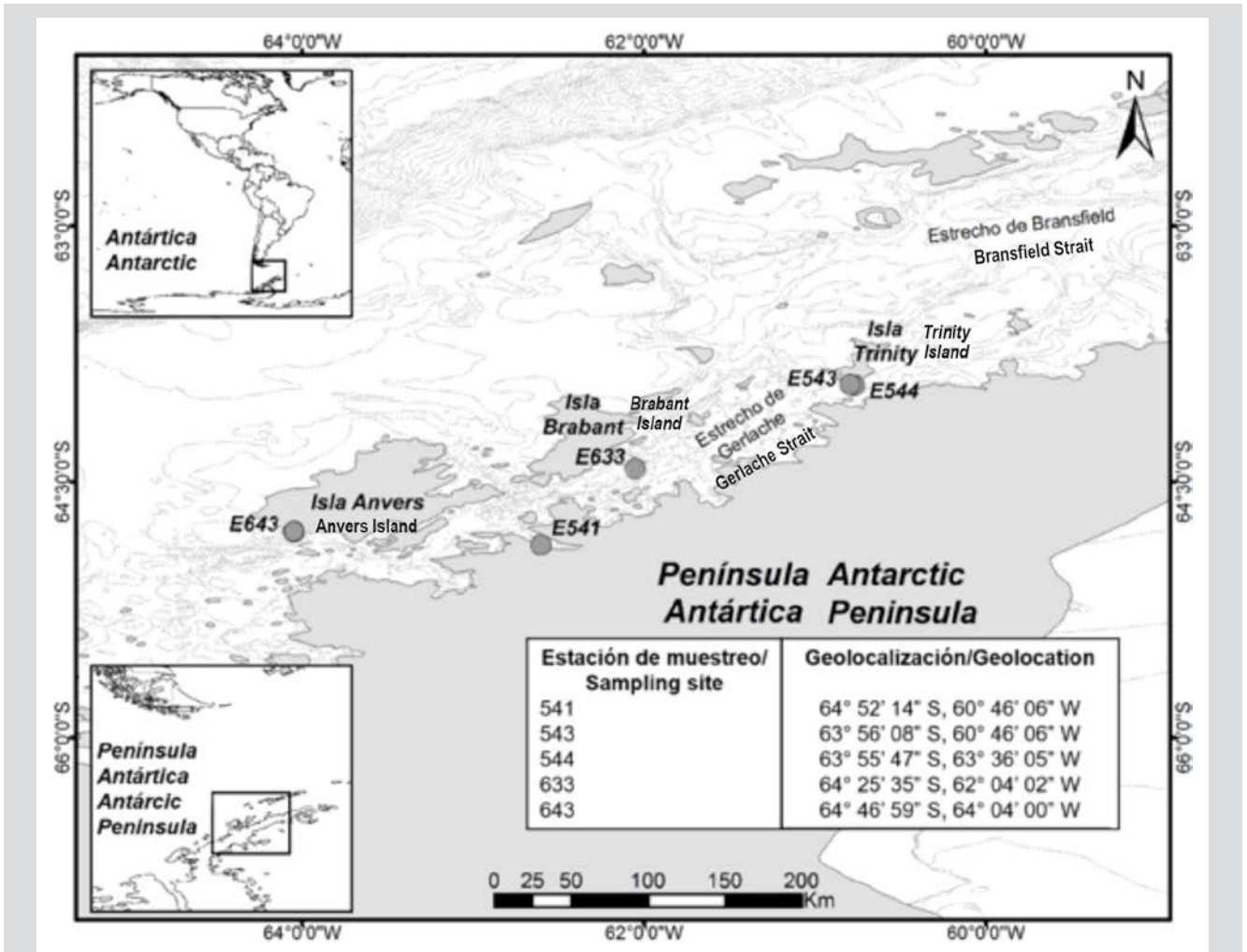


Figura 1. Ubicación espacial y geolocalización de las estaciones donde se realizaron las recolectas de las macroalgas en el Estrecho de Gerlache, Antártica. **Fuente:** Labsis, Invemar.

Figure 1. Spatial position and geolocation of the stations where the macroalgae were collected in the Gerlache Strait, Antarctica. **Source:** Labsis, Invemar.

Se recolectó un total de ocho muestras de macroalgas de las cuales fueron identificadas cuatro especies de algas rojas (Rhodophyta), pertenecientes a dos órdenes y tres familias, y dos de algas pardas (Ochrophyta-Phaeophyceae), agrupadas en dos órdenes y dos familias (Tabla 1). Para el caso de *Callophyllis* sp. y *Desmaresta* sp., los ejemplares recolectados estaban incompletos o averiados, situación que impidió contar con todos los caracteres diagnósticos para definir la especie.

Este estudio sería el primer registro que se hace desde la investigación colombiana al conocimiento de las macroalgas de la Antártica, su biodiversidad y su distribución. Aunque las especies halladas en las expediciones corresponden a registros previamente documentados para el continente (Tabla 1), los hallazgos obtenidos amplían la información sobre los rangos de profundidad.

to two orders and three families and two brown algae (Ochrophyta-Phaeophyceae), grouped in two orders and two families (Table 1). According to *Callophyllis* sp., and *Desmaresta* sp., the collected specimens were incomplete or damaged; this made it impossible to get all the diagnostic characters to define the species.

This study is the first report made by Colombian research on the knowledge of the macroalgae of Antarctica, their biodiversity, and their distribution. Although the species found in the expeditions correspond to records previously documented for the continent (Table 1), the findings broaden the information on the depth ranges.

From red algae, *Myriogramme manginii* was identified. This species, found at 54 m depth, has been reported in intertidal areas, from 1 to 5 m by De Iaca and

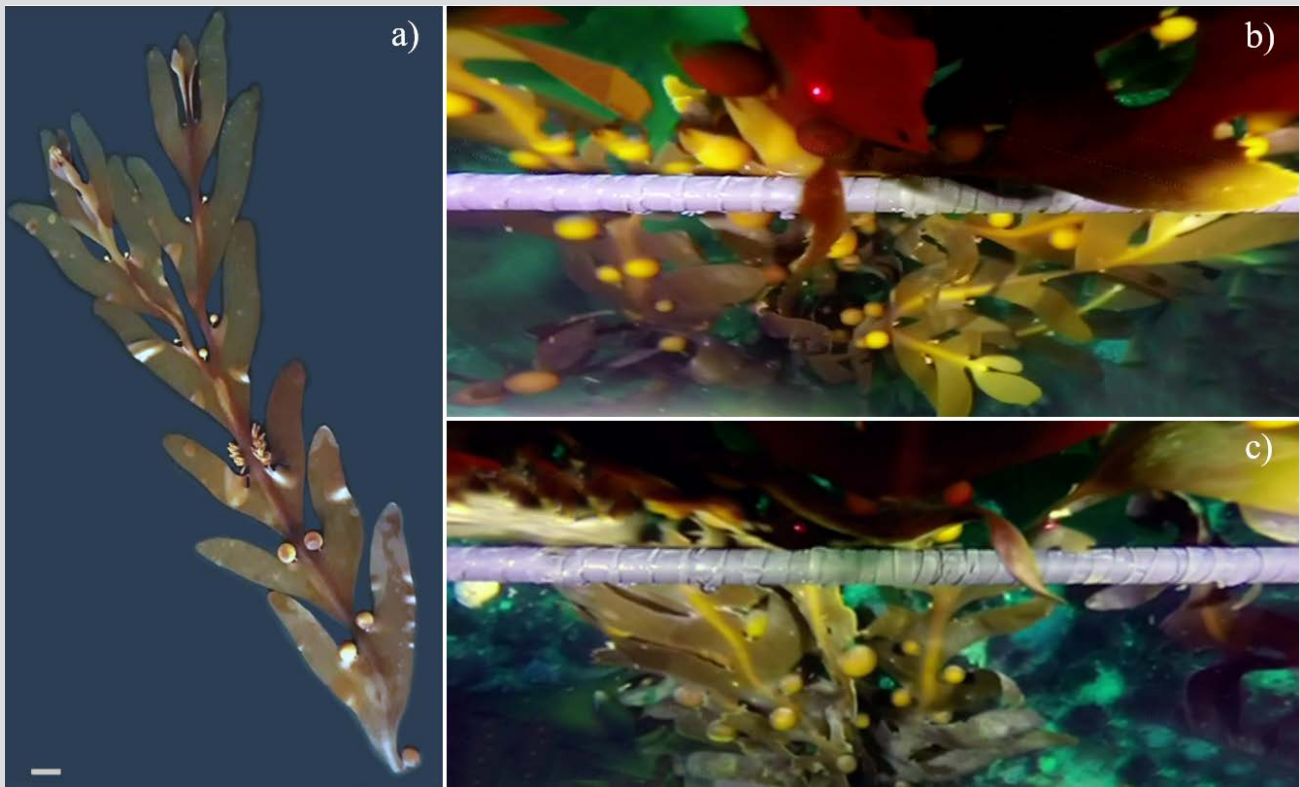


Figura 2. *Cystosphaera jacquinotii*. **a)** Ejemplar recolectado a la deriva en cercanías a la isla Brabant, durante la expedición Antártica 2019, escala de barra: 2 cm. **b y c)** Imágenes tomadas con ROV en la estación E643 donde fue encontrado un parche de *C. jacquinotii* entre los 31 y 37 m de profundidad.

Figure 2. *Cystosphaera jacquinotii*. **a)** Specimen collected in drift in the vicinity of Brabant Island, during the 2019 Antarctic expedition, bar scale: 2 cm. **b and c)** Underwater ROV image at station E643, where a patch of *C. jacquinotii* was found between 31 and 37 m deep.

Del grupo de las algas rojas, se identificó *Myriogramme manginii*; esta especie, hallada a 54 m, ha sido registrada en áreas del intermareal, de 1 a 5 m por De laca y Lipps (1976) y a 11 m de profundidad por Richardson (1979); no obstante, también se ha encontrado en un amplio rango de profundidad, de 10 a 57 m (Zielinski, 1990), siendo la máxima profundidad similar a la registrada en este trabajo. Respecto a *Picconiella plumosa*, recolectada a 54 m de profundidad, es abundante a profundidades mayores a 20 m, y se ha registrado entre 8 y 35 m en la misma región (Wiencke, 2011) y hasta 60 m creciendo en agregaciones con otras especies (Zielinski, 1990). En el dragado realizado en la estación E544 fue posible recolectar un ejemplar de *Georgiella confluens* a 187 m. Esta alga roja había sido registrada previamente por Klöser *et al.* (1996) en las caras verticales de los promontorios rocosos de la Antártica hasta 25 m de profundidad, mientras que Zielinski (1990) la halló en el submareal de 5 hasta 60 m y Delépine (1966) en el infralitoral inferior, a más de 30 m. *Callophyllis* sp., está poco documentada en términos de profundidad para el área; sin embargo, fue registrada en muestreos realizados

Lipps (1976) and at 11 m depth by Richardson (1979). However, it has also been found in a wide depth range, from 10 to 57 m (Zielinski, 1990), the maximum depth similar to reported in this work. Regarding *Picconiella plumosa*, collected at 54 m deep, it is abundant at depths greater than 20 m and has been reported between 8 to 35 m in the same area (Wiencke, 2011) and up to 60 m growing in aggregations with other species (Zielinski, 1990). During the dredging carried out at station E544, a specimen of *Georgiella confluens* was collect at 187 m. This red alga had been previously reported by Klöser *et al.* (1996) in the vertical faces of the rocky promontories of Antarctica up to 25 m depth, while Zielinski (1990) found it in the subtidal from 5 to 60 m and Delépine (1966) in the lower infralittoral, at more 30 m. *Callophyllis* sp., is poorly documented in terms of depth for the area. However, it was reported in samplings made up to 33 m depth by Moe and DeLaca (1976). In this work, it was found growing in aggregations with *P. plumosa*, *M. manginii*, and the brown alga *Desmarestia* sp., at 54 m. This being an important depth record for the genus in the region.

hasta 33 m por Moe y DeLaca (1976). En este trabajo se encontró creciendo a 54 m en agregaciones con *P. plumosa*, *M. manginii* y el alga parda *Desmarestia* sp., siendo este un importante registro de profundidad para el género en la región.

Tabla 1. Listado de macroalgas recolectadas en el marco del proyecto “Biodiversidad y Condiciones Oceanográficas del Estrecho de Gerlache “Biogerlache-Antártica”, incluye referencias bibliográficas para la zona e información de las estaciones de recolecta.

Taxón / Taxon	Número de catálogo / Catalogue number	Estación / Station	Profundidad / Depth (m)	Referencias bibliográficas / Bibliographic References
Rhodophyta				
Delesseriaceae				
<i>Myriogramme manginii</i> (Gain) Skottsberg	INV RHD754, INV RHD756	E541	54	1,2,3,5,7,9,10,11 y 12
Rhodomelaceae				
<i>Picconiella plumosa</i> (Kyllin) J.de Toni	INV RHD757	E541	54	1,3,5,6,7,9 y 10
Callithamniaceae				
<i>Georgiella confluens</i> (Reinsch) Kyllin	INV RHD758	E544	187	1,2,3,5,6,7,8,10 y 12
Kallymeniaceae				
<i>Callophyllis</i> sp.	INV RHD755	E541	54	11
Ochrophyta				
Desmarestiaceae				
<i>Desmarestia</i> sp.	INV PHA225, INV PHA226	E541, E543	54 y 98	1,2,4,7 y 12
Seirococcaceae				
<i>Cystosphaera jacquinotii</i> (Montagne) Skottsberg	INV PHA227	E633, E643	31-37	1,2,3,10 y 12

1. Papenfuss (1964), 2. Westermeier *et al.* (1992), 3. Chung *et al.* (1994), 4. Peters *et al.* (2000), 5. Peters *et al.* (2005), 6. Quartino *et al.* (2005), 7. Amsler *et al.* (2005), 8. Hommersand *et al.* (2006), 9. Hommersand *et al.* (2009), 10. Yonshigue-Valentin *et al.* (2012), 11. Mystikou *et al.* (2014), 12. Wiencke *et al.* (2014).

Las especies endémicas de la Antártica están fuertemente representadas por grandes algas pardas (Gómez *et al.*, 2015), que forman un componente importante de la flora dominando en abundancia y biomasa (Lee, 2008). Entre los géneros representativos está *Desmarestia* que se distribuye particularmente entre 5 y 30 m de profundidad a lo largo de la zonación vertical del ambiente litoral (Quartino *et al.*, 2020). Una de las especies, *Desmarestia anceps*, se ha encontrado coexistiendo con algas de crecimiento bajo y de frondas más delicadas como *Myriogramme manginii* (Amsler *et al.*, 1995), situación que también se observó en el muestreo realizado a 54 m de profundidad con el alga *Desmarestia* sp. (Tabla 1).

Table 1. List of macroalgae species collected within the framework of the project “Biodiversity and Oceanographic Conditions of the Gerlache Strait” Biogerlache-Antarctica” includes bibliographic references for the area and information on the collection stations.

The endemic algae species of Antarctica are strongly represented by large brown algae (Gómez *et al.*, 2015). These form an important component of the flora dominating in abundance and biomass (Lee, 2008). Among the representative genera is *Desmarestia* sp., which is particularly distributed between 5 and 30 m depth along the vertical zonation of the littoral environment (Quartino *et al.*, 2020). *Desmarestia anceps* has been found coexisting with *Myriogramme manginii*, low-growing algae that bear delicate fronds (Amsler *et al.*, 1995), a situation that was also observed in the sampling carried out at a depth of 54 m with the algae *Desmarestia* sp. (Table 1).

Bajo los ambientes submareales profundos, el número de especies aumenta significativamente, formando cinturones específicos de amplia cobertura y biomasa (Knox, 1960; Hedgpeth, 1971; Lamb y Zimmerman, 1977; Etcheverry, 1983). A mayores profundidades donde el impacto del hielo disminuye, es común encontrar a *C. jacquinotii*, especie endémica de la región que fue observada y recolectada a la deriva y abarcando una importante extensión de 31 a 37 m de profundidad a partir de las imágenes obtenidas con el ROV (Figura 2b, c). Registros previos para la especie fueron los documentados por Neushul (1963) y Wulff *et al.* (2009) quienes hallaron el alga parda entre 5 y 30 m en áreas expuestas y sobre los 66° S.

La gran susceptibilidad que presenta la Antártica ante el cambio climático la ha convertido en una región de gran interés ya que está experimentando un incremento de temperatura acelerado, con consecuencias impredecibles para la biota (Gómez *et al.*, 2015). Los nuevos hallazgos en términos de profundidad y sitios muestreados permiten aportar información a la dinámica de las especies de macroalgas representativas de la Antártica, útil en la elaboración de evaluaciones a futuro sobre los efectos del calentamiento global y diversas presiones antrópicas en la región. Lo anterior, denota la importancia de continuar incluyéndolas como grupo de estudio en las expediciones venideras, por su rol de indicadores biológicos del estado de los ecosistemas en la Antártica, lo que contribuirá con la formulación medidas de conservación y manejo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los investigadores Manuel Garrido, expedicionario de la III Expedición Colombiana a la Antártida “Almirante Padilla”, y Cristina Cedeño, expedicionaria de la “Expedición Almirante Campos”, por realizar la recolecta y fijación de las muestras de macroalgas. A la Comisión Colombiana del Océano (CCO) por su gestión en el Programa Antártico Colombiano. También al coordinador del programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos del Invemar, David Alonso Carvajal, por su apoyo en la gestión y realización de esta investigación. Se agradece a los profesionales del grupo del Laboratorio de Sistemas de Información (LabSIS) por la elaboración de la cartografía que fue usada para este proyecto. Agradecemos también al Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras - Invemar por el financiamiento y apoyo durante el análisis de las muestras (Resolución 0092 de 2016. Código BPIN 2014011000405). Contribución del Invemar N° 1294.

Under deep subtidal environments, the number of species increases significantly, forming specific belts of broad coverage and biomass (Knox, 1960; Hedgpeth, 1971; Lamb and Zimmerman, 1977; Etcheverry, 1983). At greater depths where the impact of ice decreases, it is common to find *C. jacquinotii*, an endemic species from Antarctica, was collected in drift and observed covering a broad extension from 31 to 37 m deep from underwater ROV images (Figure 2b, c). Previous records for the species were documented by Neushul (1963) and Wulff *et al.* (2009), who found the brown algae between 5 and 30 m in exposed areas and above 66° S.

The high sensitivity to climate change has made Antarctica a region of interest since is facing an accelerated temperature increase, with unpredictable consequences for the biota (Gómez *et al.*, 2015). The new findings in terms of depth and sampled sites provide information on the dynamics of the macroalgae species representative of Antarctica, useful in the developing assessments on the effects of global warming and various anthropic pressures in the region. This highlights the importance to continue including seaweeds as a study group in future research expeditions due to their role as biological indicators of the condition of the ecosystems in Antarctica, which will contribute to the formulation of conservation and management measures.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the researchers Manuel Garrido, expeditionary of the III Colombian Expedition to Antarctica, “Admiral Padilla” and Cristina Cedeño, expeditionary of the “Admiral Campos Expedition”, for collecting and fixing the macroalgae samples. To the Colombian Ocean Commission (CCO) for its management in the Colombian Antarctic Program. Also to the coordinator of the Biodiversity and Marine Ecosystems program, David Alonso Carvajal, for all his support in managing and conducting this research. We are grateful to the professionals of the Laboratory of Information Systems group (LabSIS) for the elaboration of the cartography that was used for this project. We also thank the Institute for Marine and Coastal Research - Invemar for funding and support during the analysis of the samples. This work was funded by Invemar Resolution 0092 of 2016. BPIN Code 2014011000405. Invemar contribution number 1294.



BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Amsler, C.D., R.J. Rowley, D.R. Laur, L.B. Quetin and R.M. Ross. 1995. Vertical distribution of Antarctic peninsular macroalgae: cover, biomass and species composition. *Phycologia*, 34(5): 424-430.
- Amsler, C.D., I.N. Okogbue, D.M. Landry, M.O. Amsler, J.B. McClintock and B.J. Baker. 2005. Potential chemical defenses against diatom fouling in Antarctic macroalgae. *Bot. Mar.*, 48: 318-322.
- Chung, H., Y.S. Oh, I.K. Lee and D.Y. Kim. 1994. Macroalgal vegetation of Maxwell Bay in King George Island, Antarctica. *Korean J. Phycol.*, 9 (1): 47-58.
- De Laca, T.E. and J.H. Lipps. 1976. Shallow-water marine associations, Antarctic Peninsula. *Antarct. J. US*, 11: 12-20.
- Délépine, R. 1966. La végétation marine dans l'Antarctique de l'ouest comparée à celle des Iles Australes Françaises. *C. R. Soc. Biogéogr. Paris.*, 374:52-68.
- Etcheverry, H. 1983. Algas bentónicas de la Antártica Chilena. *Ser. Cient. INACH*, 30: 97-124.
- Gómez, G., P. Huovinen y N. Valdivia (Eds.). 2015. Macroalgas antárticas y cambio climático. Desde células a ecosistemas. Univer. Austral Chile, Chile. 100 p.
- Guiry, M.D. and G.M. Guiry. 2020. AlgaeBase. World-wide electronic publication, Natl. Univ. Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> 26/10/2019.
- Hedgpeth, J.W. 1971. Perspectives of benthic ecology in Antarctica. En: Quam, L.O (ed.). *Research in the Antarctic*, Washington, O.e. Am. Ass. Advanc. Sci., 93-136.
- Hommersand, M.H., D.W. Freshwater, J.M. Lopez-Bautista and S. Fredericq. 2006. Proposal of the Euptiloteae Hommersand et Fredericq, trib. nov. and transfer of some Southern Hemisphere Ptiloteae to the Callithamnieae (Ceramiaceae, Rhodophyta). *J. Phycol.*, 42: 203-225.
- Hommersand, M.H., R.L. Moe, C.D. Amsler and S. Fredericq. 2009. Notes on the systematics and biogeographical relationships of Antarctic and sub-Antarctic Rhodophyta with descriptions of four new genera and five new species. *Bot. Mar.*, 52: 509-534.
- Klöser, H., M.L. Quartino, and C. Wienke. 1996. Distribution of macroalgae communities in gradients of physical conditions in Potter Cove, King George Islands, Antarctica. *Hydrobiologia*, 333(1): 1-17.
- Knox, G.A. 1960. Littoral ecology and biogeography of the southern oceans. *Proc. R. Soc. B.*, 152: 577-624.
- Lamb, I. and M.H. Zimmermann. 1977. Benthic marine algae of the Antarctic Peninsula. *Antarct. Res. Ser.*, 23:130-229.
- Lee, R.E. 2008. *Phycology*. Cambridge Univ., Cambridge. 561 p.
- Moe, R.L. and T.E. DeLaca. 1976. Occurrence of macroscopic algae along the Antarctic Peninsula. *Antarct. J. US*, 11: 20-24.
- Mystikou, A., A.F. Peters, A.O. Asensi, K.I. Fletcher, P. Brickle, P. van West, P. Corvey and F.C. Küpper. 2014. Seaweed biodiversity in the south-western Antarctic Peninsula: surveying macroalgal community composition in the Adelaide Island/Marguerite Bay region over a 35-year time span. *Polar Biol.*, 37(11): 1607-1619.
- Neushul, M. 1963. Reproductive morphology of Antarctic kelps. *Bot. Mar.*, 5:19-24.
- Papenfuss, G.F. 1964. Catalogue and bibliography of Antarctic and Subantarctic benthic marine algae. *Antarct. Res. Ser.*, 1: 1-76.
- Peters, A.F., M.E. Ramírez and A. Rülke. 2000. The phylogenetic position of the subantarctic marine macroalga *Desmarestia chordalis* (Phaeophyceae) inferred from nuclear ribosomal ITS sequences. *Polar Biol.*, 23(2): 95-99.
- Peters, K.J., C.D. Amsler, M.O. Amsler, J.B. McClintock, R.B. Dunbar and B.J. Baker. 2005. A comparative analysis of the nutritional and elemental composition of macroalgae from the western Antarctic Peninsula. *Phycologia*, 44: 453-463.
- Quartino, M.L., H.E. Zaixso and A.L. Boraso de Zaixso. 2005. Biological and environmental characterization of marine macroalgal assemblages in Potter Cove, South Shetland Islands, Antarctica. *Bot. Mar.*, 48: 187-197.
- Quartino, M.L., L.A. Saravia, G.L. Campana, D. Deregibus, C.V. Matula, A.L. Boraso, and F.R. Momo. 2020. Production and biomass of seaweeds in newly ice-free areas: implications for coastal processes in a changing Antarctic environment. En: Gómez, I. and P. Huovinen (Eds). *Antarctic Seaweeds*. Springer, Cham, 397 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-39448-6>
- Richardson, M. G., 1979. The distribution of Antarctic marine macro-algae related to depth and substrate. *Br. Antarct. Surv. Bull.*, 49: 1-13.
- Ricker, R.W. 1987. Taxonomy and biogeography of Macquarie Island seaweeds. *Brit. Mus. (Nat. Hist.)*, London. 344 p.
- Yoneshigue-Valentin, Y., I.B. Silva, M.T. Fujii, N.S. Yokoya, D. Pupo, S.M.P. de Beauclair Guimarães, A. Paternostro Martins, P. Frazan Sanches, D. Castelo Pereira, J. Martinez Canuto de Souza, C.M. Pereira de Pereira, F.M. Pellizzari and P. Colepicolo. 2012. Marine macroalgal diversity in Admiralty Bay, King George Island, South Shetlands Islands, Antarctica. *An. Act. Rep.* 9 p.

- Westermeier, R., I. Gómez, P. Rivera y D. Müller. 1992. Macroalgas marinas antárticas: distribución, abundancia y necromasa en isla Rey Jorge, Shetland del Sur, Antártica. Ser. Cient. INACH, 42: 21-34.
- Wiencke, C. (Ed.). 2011. Biology of polar benthic algae. De Gruyter, New York. 337 p.
- Wiencke, C., C.D. Amsler and M.N. Clayton. 2014. Macroalgae. In Biogeographic atlas of the Southern Ocean. Scient. Comm. Antarctic Res., Cambridge. 8 p.
- Wulff, A., K. Iken, M.L. Quartino, A. Al-Handal C. Wiencke and M.N. Clayton. 2009. Biodiversity, biogeography and zonation of marine benthic micro-and macroalgae in the Arctic and Antarctic. Bot. Mar., 52: 491-507.
- Zielinski, K. 1990. Bottom macroalgae of the Admiralty Bay (King George Island, South Shetlands, Antarctica). Pol Polar. Res., 11: 95-131.

RECIBIDO/RECEIVED: 30/09/2019

ACEPTADO/ACCEPTED: 03/11/2020