

Artículo original

Rodolitos en Colombia: integración de registros fósiles y actuales, rangos de profundidad y perspectivas ecológicas en el Caribe y el Pacífico

Rhodoliths in Colombia: integration of fossil and modern records, depth ranges, and ecological relevance in the Caribbean and the Pacific

 Dairo Humberto Marin-Casas^{1,2},  Juan Armando Sánchez^{1,*}

¹ Laboratorio de Biología Molecular Marina (BIOMMAR), Departamento de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

² Grupo de investigación Biología Evolutiva, Departamento de Biología y Química, Facultad de Educación y Ciencias, Universidad de Sucre, Sincelejo, Sucre, Colombia

Resumen

Los rodolitos son nódulos calcáreos de vida libre producidos por algas coralináceas calcáreas no articuladas que forman ecosistemas bentónicos estructuralmente complejos y ampliamente distribuidos a escala global. Sin embargo, su presencia en el Caribe suroccidental y el Pacífico Oriental Tropical es poco conocida. Presentamos aquí una síntesis de los registros de rodolitos en Colombia, integrando evidencia fósil, literatura previa y observaciones recientes en ambientes someros y mesofóticos, con el propósito de sintetizar su distribución, contexto geológico y características ecológicas documentadas. El registro fósil indica la presencia de rodolitos en el Caribe colombiano desde el Eoceno medio, asociados a facies carbonatadas dominadas por algas coralináceas calcáreas, lo que evidencia una larga historia de participación de estos organismos en sistemas carbonatados de la región. Los registros actuales documentan la presencia de rodolitos en 14 localidades del Caribe colombiano, incluyendo sistemas mesofóticos, lo que amplía el conocimiento sobre la distribución y profundidad conocidas de estos hábitats en el país. En contraste, los registros disponibles para el Pacífico colombiano son limitados y corresponden principalmente a ambientes someros. En conjunto, los resultados muestran que Colombia constituye una región subrepresentada en los estudios sobre rodolitos, pero estratégica para comprender la biogeografía, la ecología y la evolución de los rodolitos y sus lechos. Asimismo, resaltan la necesidad de fortalecer los estudios taxonómicos, espaciales y funcionales que permitan determinar la distribución, composición y estado de conservación de estos ecosistemas e incorporarlos en las estrategias de conservación marina.

Palabras clave: rodolitos; algas coralináceas calcáreas; biogeografía marina; Caribe colombiano; Pacífico Oriental Tropical; ecosistemas mesofóticos.

Abstract

Rhodoliths are free-living calcareous nodules produced by non-articulated crustose coralline algae that form benthic ecosystems with a wide global distribution and high ecological importance. However, their occurrence in the southwestern Caribbean and the Eastern Tropical Pacific remains poorly known. Here, we present the first synthesis of rhodolith records from Colombia, integrating fossil evidence, previous literature, and recent observations from shallow and mesophotic environments to evaluate their distribution, geological context, and ecological relevance. The fossil record indicates that rhodoliths have been present in the Colombian Caribbean since the Middle Eocene, associated with carbonate factories dominated by crustose coralline algae, revealing a long geological history of carbonate systems related to these organisms that provides context for their present occurrence. Current records document rhodolith presence in 14 localities of the Colombian Caribbean, including mesophotic systems, which expands our knowledge of the distribution and known depth range of these habitats in the country. In contrast, the Colombian Pacific has limited records, mainly associated with

Citación: Marin-Casas DH & Sánchez JA. Rodolitos en Colombia: integración de registros fósiles y actuales, rangos de profundidad y perspectivas ecológicas en el Caribe y el Pacífico. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 2026 Oct 2. doi: <https://doi.org/10.18257/raccefyn.4157>

Editor: Jaime Ricardo Cantera

***Correspondencia:**

Juan Armando Sánchez;
juansanc@uniandes.edu.co

Recibido: 7 de julio de 2026

Aceptado: 21 de septiembre de 2026

Publicado en línea: 2 de octubre de 2026



Este artículo está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

shallow rocky substrates. Overall, the results show that Colombia is underrepresented in rhodolith studies but is strategically important for understanding the biogeography, ecology, and evolution of rhodoliths and rhodolith beds, highlighting the need to strengthen taxonomic, spatial, and functional studies to determine the distribution, composition, and conservation status of these ecosystems, as well as to incorporate them into marine conservation strategies.

Keywords: Rhodoliths; coralline calcareous algae; marine biogeography; Colombian Caribbean; Tropical Eastern Pacific; mesophotic ecosystems.

Introducción

Las algas coralináceas calcáreas (*Crustose coralline algae*, CCA) no geniculadas, pertenecientes a la subclase Corallinophycidae (Rhodophyta), son importantes organismos marinos calcificadores que contribuyen a la producción de carbonato, la estabilización de sustratos y la generación de hábitats tridimensionales que favorecen la biodiversidad bentónica (Adey, 1970; Steneck, 1986; Foster, 2001; Nelson, 2009; Riosmena-Rodríguez, 2017). Estas algas presentan una amplia distribución geográfica, que se extiende desde las regiones polares hasta las tropicales (Foster, 2001; Riosmena-Rodríguez, 2017), y batimétrica, abarcando desde el intermareal hasta profundidades de 268 metros en las Bahamas (Littler *et al.*, 1985).

Las formas libres de CCA, conocidas como rodolitos, son nódulos calcáreos no adheridos que pueden acumularse formando extensos lechos bentónicos. Estos ecosistemas, dominados por macrófitas calcáreas, albergan comunidades diversas de invertebrados, macroalgas y peces, y cumplen funciones relevantes como hábitats tridimensionales y biofábricas de carbonato, con un papel importante en los ciclos biogeoquímicos marinos y frente al cambio global (Foster, 2001; Amado-Filho *et al.*, 2012; Horta *et al.*, 2016; Riosmena-Rodríguez, 2017; Costa *et al.*, 2023; Tuya *et al.*, 2023).

La mayoría de los estudios sobre rodolitos se concentran en el Mediterráneo, el Atlántico nororiental y suroccidental y algunas regiones del Pacífico, en tanto que amplias áreas tropicales del Caribe y del Pacífico Oriental Tropical están poco documentadas (Foster, 2001; Riosmena-Rodríguez, 2017; Peña *et al.*, 2020). Esta desigualdad en el esfuerzo de investigación limita la comprensión de los patrones biogeográficos, ecológicos y funcionales de los rodolitos y dificulta su adecuada incorporación en estrategias de conservación a escala regional y global. En Colombia la información sobre las CCA y los rodolitos es escasa y fragmentaria, derivada principalmente de inventarios florísticos, estudios taxonómicos puntuales y trabajos enfocados en otros hábitats bentónicos como arrecifes coralinos y praderas de pastos marinos (Díaz-Pulido & Díaz-Ruiz, 2003; Murillo-Muñoz & Peña-Salamanca, 2014).

La escasa información sobre los rodolitos modernos contrasta con el registro geológico, que evidencia la presencia de algas coralináceas calcáreas y rodolitos en facies carbonatadas del Caribe colombiano desde el Eoceno medio. Los registros fósiles del Cinturón Plegado de San Jacinto (CPSJ) y unidades carbonatadas asociadas evidencian comunidades dominadas por CCA que participaron en la formación de rodolitos y en la producción de carbonato durante intervalos climáticos cálidos del Paleógeno (Aguirre *et al.*, 2020; Salazar-Ortiz *et al.*, 2020; Patarroyo *et al.*, 2025). La recurrencia de registros de algas coralináceas calcáreas y rodolitos a lo largo de la historia geológica del Caribe colombiano resalta la importancia de integrar las perspectivas paleoecológicas y ecológicas para comprender la evolución de estos sistemas carbonatados.

Hoy no existe una síntesis integral del conocimiento disponible sobre los rodolitos en Colombia, lo que limita la evaluación de su distribución, historia geológica y funcionamiento ecológico. En este contexto, nuestro estudio se centró en: 1) compilar y clasificar los registros modernos y fósiles de rodolitos en el Caribe y el Pacífico colombianos; 2) evaluar su distribución espacial y rango batimétrico, incluyendo ambientes mesofóticos, y 3) determinar vacíos de conocimiento y prioridades de investigación para fortalecer su estudio y conservación.

Revisión de la literatura y compilación de la información

Se hizo una síntesis integradora de la información disponible sobre rodolitos en Colombia, incorporando información sobre las CCA únicamente cuando era necesaria para interpretar los organismos formadores, los registros fósiles o el contexto ecológico asociado a los hábitats de rodolitos. La búsqueda bibliográfica se efectuó entre enero y marzo de 2026 utilizando Google Scholar y búsquedas complementarias en repositorios institucionales, bibliotecas universitarias y literatura técnica. Se emplearon combinaciones de los términos: “rodolitos”, “rhodoliths”, “maërl”, “maerl”, “algas coralináceas calcáreas”, “crustose coralline algae”, “Corallinales”, “mesophotic”, “Colombia”, “Caribbean”, “Pacific”, “Caribe colombiano” y “Pacífico Oriental Tropical”.

Se revisaron artículos científicos, capítulos de libro, informes técnicos, tesis de pregrado y posgrado, así como documentos institucionales con información verificable sobre la presencia de rodolitos. Los documentos fueron incluidos cuando reportaban explícitamente rodolitos, lechos de rodolitos o nódulos libres formados por algas coralináceas calcáreas en Colombia o contenían registros fósiles de rodolitos o facies dominadas por algas coralináceas. La búsqueda identificó inicialmente 25 referencias potencialmente asociadas a rodolitos en Colombia. De estas, ocho se excluyeron por reportar únicamente CCA incrustantes o taxones reportados como formadores de rodolitos en otras regiones, pero sin evidencia de estructuras libres en las localidades estudiadas. Finalmente, 17 referencias fueron incorporadas como registros confirmados de rodolitos modernos o fósiles.

Criterios para la clasificación de rodolitos

Para estandarizar la información y evitar sobreestimaciones, los registros se clasificaron bajo un único criterio de presencia confirmada de rodolitos, considerando exclusivamente aquellos nódulos calcáreos libres, no adheridos al sustrato, formados principalmente por algas coralináceas calcáreas no geniculadas, cuya presencia hubiera sido descrita explícitamente por los autores originales o respaldada mediante evidencia morfológica, fotográfica o en registros directos de campo. Los registros de CCA incrustantes sin evidencia de estructuras libres en la localidad estudiada no se consideraron como registros de rodolitos. Esta clasificación permitió integrar información heterogénea, manteniendo un enfoque conservador en la identificación y distribución de los rodolitos en Colombia.

Compilación del registro fósil

La información sobre rodolitos fósiles y facies carbonatadas dominadas por algas coralináceas se recopiló a partir de estudios geológicos y paleontológicos publicados, con énfasis en el CPSJ y otros sistemas carbonatados del Neógeno. Se incluyeron únicamente registros con evidencia explícita de rodolitos, siguiendo criterios basados en descripciones morfológicas y sedimentológicas reportadas por los autores originales.

Observaciones originales de campo

Las observaciones originales se hicieron durante campañas de buceo científico realizadas por el grupo de investigación Biommar de la Universidad de los Andes en ambientes marinos del Caribe y del Pacífico colombiano. Estas campañas incluyeron exploraciones a lo largo de gradientes de profundidad mediante buceo técnico (recirculado CCR, Trimix) en ambientes mesofóticos entre los 40 y 77 m de profundidad, así como inmersiones complementarias en zonas someras para la caracterización de la biodiversidad bentónica (González-Zapata *et al.*, 2018; Gnecco *et al.*, 2023; Sánchez *et al.*, 2023).

Los rodolitos fueron identificados *in situ* mediante criterios morfológicos y ecológicos, considerando su condición de vida libre, morfología externa, patrón de crecimiento y asociación con sustratos no consolidados. La identificación se hizo al nivel de morfotipo de rodolito, sin asignación taxonómica según la especie o el género debido a la ausencia de análisis anatómicos o moleculares. En cada observación se registró la ubicación geográfica,

el rango de profundidad y el contexto ambiental. Estos registros se integraron con la información bibliográfica compilada para actualizar el conocimiento sobre la distribución de rodolitos en Colombia.

Síntesis y análisis de la información

Los registros se integraron en una base de datos georreferenciada, lo que permitió comparar patrones espaciales entre regiones (Caribe *Vs.* Pacífico), rangos batimétricos (somero *Vs.* mesofótico) y contextos temporales (fósil *Vs.* moderno). Los resultados se presentan como una síntesis cualitativa apoyada en mapas de distribución y figuras de resumen, orientada a evaluar diferencias en la representación geográfica de los registros, la presencia de rodolitos en distintos rangos de profundidad y la relación entre registros modernos y fósiles. En la síntesis se enfatizaron los vacíos de conocimiento y las limitaciones en la información disponible, más que las estimaciones cuantitativas de abundancia o cobertura.

Rodolitos en Colombia

Registro geológico

El registro fósil de rodolitos en Colombia se concentra en sucesiones carbonatadas del Eoceno medio asociadas al CPSJ en el norte del país. En estas unidades se han documentado asociaciones dominadas por CCA que forman rodolitos y aparecen integradas dentro de fábricas carbonatadas que se desarrollaron durante el Paleógeno medio (Aguirre *et al.*, 2020; Salazar-Ortiz *et al.*, 2020; Silva-Tamayo *et al.*, 2020; Patarroyo *et al.*, 2025) (Tabla 1).

Las sucesiones eocenas del SJFB corresponden a sistemas sedimentarios mixtos carbonatados-siliciclásticos desarrollados en un margen activo del Caribe suroriental. Dentro de estas sucesiones, Salazar-Ortiz *et al.* (2020) reconocieron facies caracterizadas por *rudstones* de rodolitos pobremente estratificados, asociados a *packstones* y *rudstones* bioclásticos con algas rojas calcáreas, macroforaminíferos bentónicos grandes y clastos retrabajados de sedimentos finos. Estas facies han sido interpretadas como depósitos acumulados en sectores de rampa carbonatada media.

Algunas unidades estratigráficas del Eoceno medio, como las formaciones Arroyo de Piedra (arroyo Casa Vieja, canteras C.E.C.G., ARGOS, El Poder y Los Figueroa), Chengue (cantera Punta Brava y arroyo El Salvador) y Tolviejo (El Hueso), contienen asociaciones de rodolitos y carbonatos bioclásticos (Aguirre *et al.*, 2020; Salazar-Ortiz *et al.*, 2020; Patarroyo *et al.*, 2025) (Tabla 1, Figura 1). En conjunto, estos registros evidencian la presencia recurrente de rodolitos como componentes de los sistemas carbonatados del Caribe colombiano durante el Eoceno medio.

El registro fósil de rodolitos en Colombia también se ha documentado en la formación Macarao, correspondiente a sistemas carbonatados marinos del Cenozoico. En esta unidad se reportan rodolitos y fragmentos de algas rojas coralíneas como componentes de facies carbonatadas, asociados a depósitos de plataforma somera (Silva-Tamayo *et al.*, 2020) (Tabla 1, Figura 1).

Presencia actual de rodolitos en Colombia

La información disponible sobre la presencia actual de rodolitos en Colombia es heterogénea y proviene de estudios con distintos enfoques y niveles de resolución. Siguiendo los criterios de clasificación descritos, los registros incluidos en esta síntesis corresponden únicamente a rodolitos confirmados (Tabla 1). Estos registros se distribuyen tanto en el Caribe como en el Pacífico colombiano (Figura 2A y B), aunque con diferencias en el número de localidades documentadas, en la profundidad del hallazgo (Tabla 1) y en el nivel de resolución de la información disponible.

Rodolitos del Caribe colombiano

En el Caribe colombiano, los rodolitos se han documentado en múltiples localidades, desde ambientes arrecifales someros hasta sistemas mesofóticos (Figura 2A).

Tabla 1. Registros documentados de rodolitos en el Caribe y el Pacífico de Colombia. Distribución espacial, taxones dominantes, contexto geomorfológico, tipo de evidencia, coordenadas geográficas y profundidad, incluidos registros modernos y registros geológicos. NR: no registra

Tipo de registro	Región	Localidad	Taxón dominante (CCA)	Contexto geomorfológico	Evidencia de rodolitos	Coordenadas	Profundidad (m)	Referencia
Rodolitos modernos	Caribe	Banco Quitasueño	<i>Lithothamnion</i> sp.	Sistemas lagunares, post-cresta de arrecifes	Rodolitos dispuestos en bandas orientadas hacia la corriente	14° 07' - 14° 30' N, 81° 07' - 81° 13' O	NR	Díaz, 2000; Díaz, 2005
		Banco Roncador	<i>Lithothamnion</i> sp.	Sistemas lagunares, post-cresta de arrecifes	Rodolitos dispuestos en bandas orientadas hacia la corriente	13° 48' - 13° 58' N, 80° 02' - 80° 06' O	1 - 2	Díaz, 2000
		Bahía de Gairaca (PNN Tayrona)	CCA no determinada	Arrecifes poco profundos, fondos arenosos	Rodolitos de vida libre bien desarrollados	11° 15' 33" N, 73° 24' 06" O	4 - 6	Alvarado-Jiménez & Rincón, 2025; Rincón-Díaz <i>et al.</i> , 2025
		Banco de las Ánimas, Golfo de Salamanca	CCA no determinada	Bloques de arenisca submareales	Nódulos libres	11° 02' 4,02" - 12,768" N; 74° 24' 22,787" - 26,037" O	14 - 16	Zea <i>et al.</i> , 2019
			<i>Lithothamnion</i> sp.; <i>Goniolithon</i> sp.	Sustrato arenoso compactado a manera de lájas de arenisca	Rodolitos de vida libre bien desarrollados	11° 16' - 11° 19' N, 74° 19' - 74° 29' O	20 - 30	Díaz, 2000.
		Islas del Rosario	CCA no determinada	Rodolito - arena	Morfología típica de rodolito	10° 06' y 10° 15' N y 75° 36' y 75° 50' O	NR	Gómez-Campo <i>et al.</i> , 2007
		Isla Fuerte	CCA no determinada	Arrecife somero	Rodolitos explícitamente descritos	09° 20' - 09° 25' N, 76° 10' - 76° 21' O	NR	Díaz, 2000
		Cabo de la Vela (La Guajira)	Diversas CCA	Entornos costeros influenciados por surgencias	Categoría béntica independiente	12° 13' N, 72° 09' O	NR	Puccini-Bernier & Molina-Bolivar, 2022
		La Guajira	<i>Lithothamnion</i> sp.	--	Rodolitos explícitamente descritos	12° 28' - 10° 23' N, 73° 39' - 71° 06' O	NR	Díaz, 2000
		Santa Marta – PNN Tayrona	<i>Lithothamnion</i> sp.	Arrecife post-cresta	Rodolitos explícitamente descritos	11° 15' - 11° 22' N, 73° 57' - 74° 12' O	NR	Díaz, 2000
	Pacífico	Islas del Rosario	<i>Neogoniolithon mamillare</i>	Arrecife de coral	Morfología típica de rodolito	NR	2 – 9,5	Celis-Rincón <i>et al.</i> , 1999
		Isla Grande	CCA no determinada	Arrecife de coral, pradera de pasto marino	Morfología típica de rodolito	10° 11' 0,960" N 75° 44' 36,960" O; 10° 10' 31,292" N 75° 44' 58,894" O	2 - 4	Este estudio
		Bajo Frijol (PNN Corales de Profundidad)	CCA no determinada	Fondo plano, mesofótico	Morfología típica de rodolito	10° 1' 29" N, 76° 3' 51" O y 10° 0' 47" N, 76° 4' 5" O,	35 - 60	Chasqui-Velasco & González, 2019
		Bajo Tortugas (PNN Corales de Profundidad)	CCA no determinada	Ambiente mesofótico	Morfología típica de rodolito	10° 9' 0,000" N, 75° 55' 0,001" O	35 - 45	Este estudio
		Bajo Herradura (PNN Corales de Profundidad)	CCA no determinada	Ambiente mesofótico	Morfología típica de rodolito	10° 01,256' N, - 076° 03,815' O y 10° 01,247' N, - 076° 03,820' O	35 - 77	Este estudio
		Banco Nokomis	CCA no determinada	Ambiente mesofótico	Morfología típica de rodolito	10° 30' N - 76° 40' W	35 - 50	Invemar, 2005
		Isla Gorgona	<i>Lithophyllum pallidum</i> ; <i>Neogoniolithon</i> sp.	Sustrato coralino y rocoso, en áreas someras, intermedias y profundas	Morfología típica de rodolito	2° 55' 45" 3° 00' 55" N, 78° 09' - 78° 14' 30" O	NR	Murillo-Muñoz & Peña-Salamanca, 2014
		Pacífico	<i>Sporolithon</i> sp.	NR	Morfología típica de rodolito	NR	NR	Cantera & Londoño, 2011
		Isla Gorgona	CCA no determinada	Sustrato coralino somero	Morfología típica de rodolito	2° 56' 16,085" N 78° 11' 17,428" O	5 - 10	Este estudio
		Nuquí	CCA no determinada	Parte baja de la roca La Roñosa	Morfología típica de rodolito	5° 36' 30,6" N 77° 29' 29,76" O	10 - 30	Este estudio
		Isla Malpelo	CCA no determinada	Parte baja de la roca	Morfología típica de rodolito	4° 0' 18,703" N 81° 36' 55,398" O	10 - 30	Este estudio
		Bahía Solano	CCA no determinada	Ensenada de Huina	Morfología típica de rodolito	6° 16' 29,33" N 77° 27' 14,836" O	10 - 15	Rincón-Díaz <i>et al.</i> , 2020 Este estudio

Tipo de registro	Región	Localidad	Taxón dominante (CCA)	Contexto geomorfológico	Evidencia de rodolitos	Coordenadas	Profundidad (m)	Referencia
Rodolitos en registro geológico	Caribe	Cantera el Hueso (formación Toluviejo)	CCA no determinada	Sucesión sedimentaria de unos 150 m de roca expuesta	Morfología típica de rodolito	9° 19,58' N, 75° 39,33' O	NR	Patarroyo <i>et al.</i> , 2025
		Macarao	Rodolitos	--	Morfología típica de rodolito	NR	NR	Silva-Tamayo <i>et al.</i> , 2020
		Cantera ARGOS	CCA no determinada	Formación Arroyo de Piedra en SJFB, sistemas sedimentarios del Eoceno medio	Morfología típica de rodolito	10° 37' 06,3'' N, 75° 7' 09,8'' O	NR	Salazar-Ortiz <i>et al.</i> , 2020
		Cantera El Poder	CCA no determinada		Morfología típica de rodolito	10° 38' 56,1'' N, 75° 7' 21,5'' O	NR	Salazar-Ortiz <i>et al.</i> , 2020
		Cantera Los Figueroa	CCA no determinada		Fragmentos de rodolitos	10° 39' 36,8'' N, 75° 7' 21,5'' O	NR	Salazar-Ortiz <i>et al.</i> , 2020
		Cantera Punta Brava	Sporolithales: <i>Sporolithon liberum</i> ; <i>S. lugeonii</i> ; <i>S. nummuliticum</i> Hapalidiales: <i>Melobesia</i> sp.; <i>Lithothamnion camarasae</i> ; <i>'Palaeothamnium' kossovense</i> ; <i>Lithothamnion</i> sp. Corallinales: <i>Lithoporella</i> sp.	Formación Chengue en SJFB, sistemas sedimentarios del Eoceno medio	Morfología típica de rodolito	Cantera Punta Brava 9° 58' 11" N, 75° 06' 22,6" O	NR	Aguirre <i>et al.</i> , 2020; Salazar-Ortiz <i>et al.</i> , 2020
		Arroyo El Salvador				Arroyo El Salvador 9° 57' 45,6" N, 75° 06' 19,3" O		
		Cantera C.E.C.G.		Formación Arroyo de Piedra en SJFB, sistemas sedimentarios del Eoceno medio	Morfología típica de rodolito	Cantera C.E.C.G. 10° 36' 31,6" N, 75° 07' 19,9" O	NR	Aguirre <i>et al.</i> , 2020; Salazar-Ortiz <i>et al.</i> , 2020
		Arroyo Casa Vieja				Arroyo Casa Vieja 10° 38' 50,1" N, 75° 06' 40,2" O		

Bahía de Gairaca (PNN Tayrona). La Bahía de Gairaca constituye uno de los sitios con registros recientes de rodolitos en Colombia. En estudios bentónicos se han reportado bancos extensos de rodolitos en ambientes arrecifales someros, incluidos registros de la fauna y la flora asociadas a estos nódulos (Alvarado-Jiménez & Rincón, 2025; Rincón-Díaz *et al.*, 2025).

Golfo de Salamanca. En el banco de las Ánimas, golfo de Salamanca, los rodolitos fueron documentados como nódulos libres con capas concéntricas de algas calcáreas y tamaños entre 2 y 11 cm, representando aproximadamente el 27 % del material biogénico recolectado sobre bloques de arenisca (Zea *et al.*, 2019). Los registros adicionales describen fondos dominados por rodolitos formados por *Lithothamnion* y *Goniolithon* entre los 20 y los 30 m de profundidad (Díaz, 2000).

Archipiélago de San Andrés y Providencia. En los sistemas lagunares del archipiélago de San Andrés y Providencia se han reportado rodolitos en sectores de la terraza lagunar trasarrecife, particularmente en los bancos Quitasueño y Roncador. Estos se disponen sobre planos someros asociados a escombros coralinos y colonias de *Diploria* sp. y *Porites astreoides* y en algunos casos forman bandas alineadas con la dirección predominante de la corriente (Díaz, 2000; Díaz, 2005).

Islas del Rosario y San Bernardo. En el archipiélago de Corales del Rosario y San Bernardo se registró *Neogoniolithon mamillare* formando rodolitos, uno de los primeros registros explícitos de rodolitos modernos en Colombia (Celis-Rincón *et al.*, 1999). En observaciones posteriores se documentaron rodolitos asociados a ambientes arrecifales y praderas de pastos marinos en Isla Grande e Isla Naval, así como agregaciones de rodolitos en el bajo Tortugas (este estudio).

En ciertos estudios bentónicos se han caracterizado los fondos de rodolitos y arena como unidades bentónicas diferenciadas. Gómez-Campo *et al.* (2007) reportaron que estos sustratos, definidos por la presencia de rodolitos como componente estructural del fondo, presentan altas densidades de fauna bentónica adulta y mayor proporción de individuos reproductivos que otros fondos evaluados en el área. Aunque el estudio no se enfocó en las algas coralináceas calcáreas, aporta evidencia sobre la importancia ecológica de los hábitats asociados a rodolitos en el Caribe colombiano (Gómez-Campo *et al.*, 2007).



Figura 1. Localización geográfica de los sitios con registros fósiles de rodolitos en Colombia.

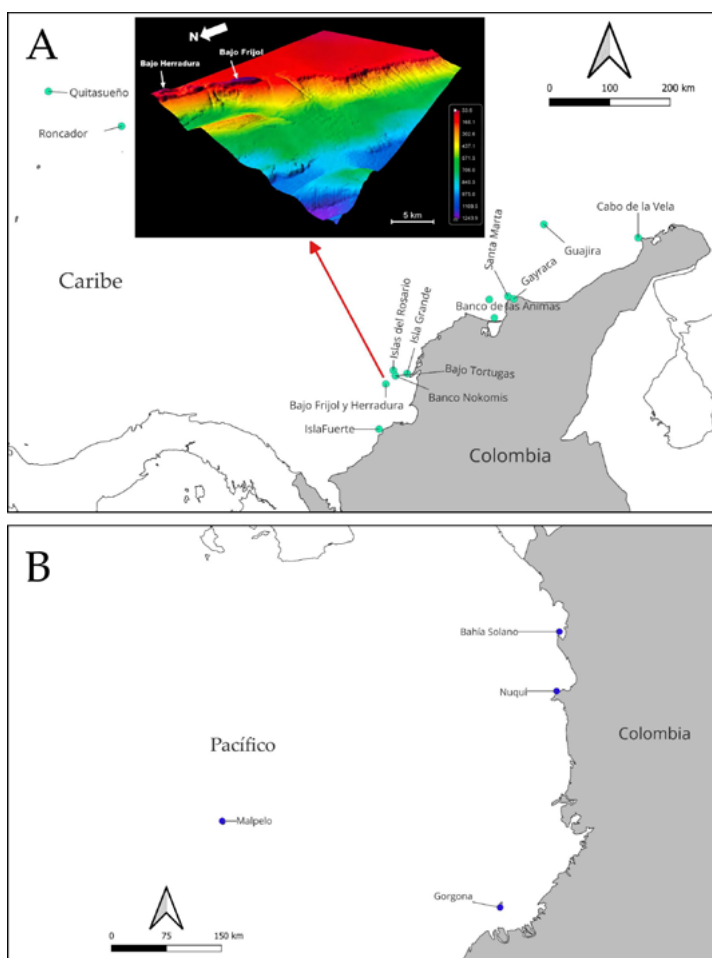


Figura 2. Síntesis de la presencia actual de rodolitos en Colombia. **A.** Registros del Caribe colombiano. El recuadro inserto muestra la batimetría y la geomorfología submarina del sector del banco Bajo Frijol y el Bajo Herradura (banco Calamarí) (modificado de **Morales-Giraldo et al.**, 2017 y publicado bajo licencia de CC BY-NC-S). **B.** Registros del Pacífico colombiano

Ambientes mesofóticos del Caribe colombiano

En ambientes mesofóticos del Caribe colombiano, en el Parque Nacional Natural Corales de Profundidad (Bajo Fríjol, Bajo La Herradura y Bajo Tortugas) y en el banco Nokomis (localizado fuera de los límites de las áreas marinas protegidas), se documentó la presencia de extensos depósitos de rodolitos entre los 35 y los 77 m de profundidad.

En Bajo Fríjol, durante observaciones mediante buceo técnico con CCR, los registros visuales confirmaron que los rodolitos dominan el fondo marino mesofótico. Entre los 36 y los 60 m se encuentran extensas áreas de sustrato de bajo relieve cubiertas por cascajo, rodolitos y macroalgas, sin formaciones coralinas bien desarrolladas (**Chasqui-Velasco & González, 2019**).

En observaciones recientes realizadas por el grupo de investigación Biommar se documentó la presencia de rodolitos en Bajo Fríjol (**Figuras 2A, 3A y F**), asociados a una comunidad bentónica diversa dominada por macroalgas de los géneros *Stypopodium*, *Asparagopsis*, *Dictyota* spp., *Lobophora*, *Caulerpa*, *Amphiroa*, *Peyssonnelia* spp. y *Halimeda* spp. (**Figura 3 B y C**). Asimismo, se registraron organismos sésiles de gran tamaño, incluyendo la esponja barril *Xestospongia muta*, otras esponjas erectas (*Svenzea zeai*, *Callyspongia* sp.) (**Figura 3 D y E**), el octocoral *Pterogorgia citrina* y el coralimorfario *Ricordea florida*. Asimismo, el sector de La Herradura (**Figura 2A**), con una profundidad

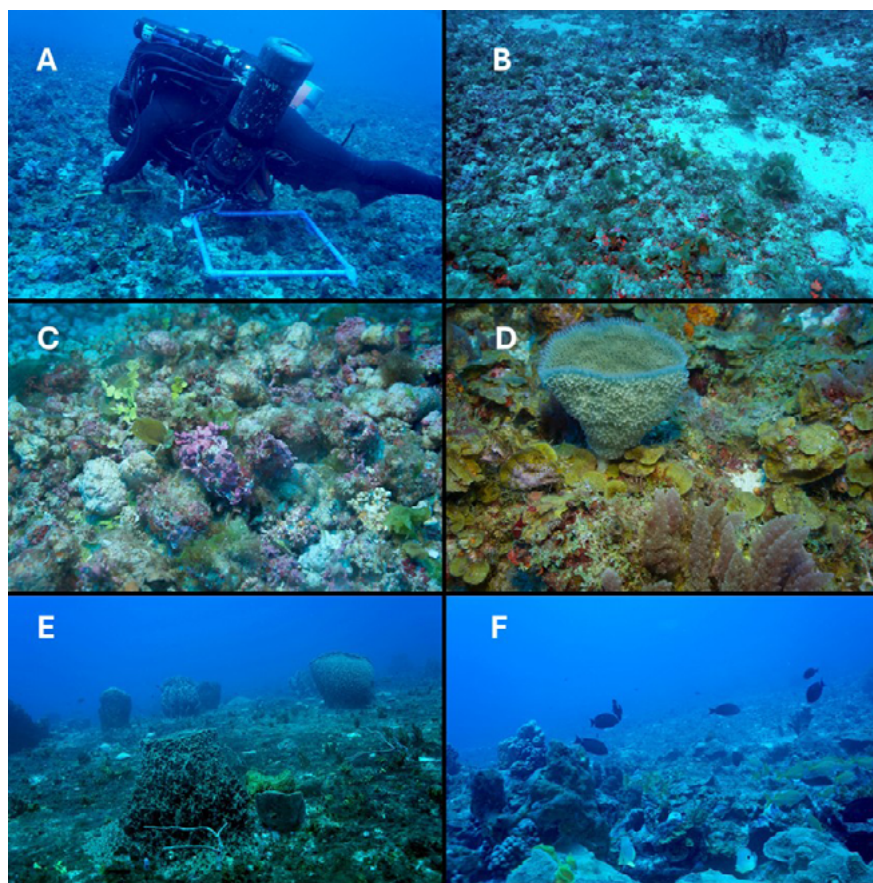


Figura 3. Ambientes mesofóticos dominados por rodolitos en Bajo Fríjol (36 - 60 m de profundidad), Caribe colombiano. **A.** Buzo técnico con CCR realizando muestreos bentónicos sobre fondos de bajo relieve dominados por rodolitos. **B.** Vista general del fondo marino cubierto por rodolitos, cascajo y macroalgas. **C.** Detalle de rodolitos individuales y macroalgas asociadas, incluidas *Halimeda* spp., *Dictyota* spp. y *Lobophora variegata*. **D.** y **E.** Asociación de rodolitos con fauna sésil y esponjas erectas. **F.** Vista general del hábitat mesofótico dominado por rodolitos y organismos asociados

máxima de 77 m, presenta fondos dominados por extensos depósitos de rodolitos, algas coralíneas incrustantes y abundantes acumulaciones de *Halimeda*. En algunos sectores se registró la presencia de octocorales y cascajo coralino en el que se reconoció la especie *Madracis myriaster*.

En el banco Nokomis el sustrato bentónico está dominado por arena calcárea blanca gruesa, cubierta en proporción variable por macroalgas (*Penicillus dumetosis*, *Halimeda* spp., *Jania adherens*, *Amphiroa tribulus*, *Udotea* spp., *Dictyota* spp.) y algas coralíneas, incluidas formas costrosas y rodolitos, en profundidades entre los 35 y los 50 m (Invemar, 2005).

Isla Fuerte. En Isla Fuerte se ha reportado la presencia de rodolitos en el sector nororiental de la isla, asociados a ambientes dominados por corales mixtos y praderas de pastos marinos (Díaz, 2000). El registro corresponde a observaciones en fondos someros y no hay información sobre la composición taxonómica, el tamaño ni la morfología detallada de los rodolitos.

Cabo de la Vela (La Guajira). En el Cabo de la Vela los rodolitos se han reconocido explícitamente como una categoría independiente dentro de esquemas de monitoreo bentónico, diferenciándose de otras macroalgas y de las algas coralíneas calcáreas incrustantes (Díaz, 2000; Puccini-Bernier & Molina-Bolívar, 2022). Estos registros corresponden a ambientes costeros someros influenciados por procesos de surgencia, donde los rodolitos fueron mapeados como una unidad bentónica distinta dentro de las clasificaciones de hábitat.

Santa Marta, bahía Nenguange (PNN Tayrona). En la bahía de Nenguange, Díaz (2000) reportó rodolitos como parte de las unidades ecológicas asociadas a los fondos marinos del área. El estudio no incluyó descripciones morfológicas detalladas, información taxonómica ni caracterizaciones métricas de estas estructuras, limitándose a su identificación cartográfica como rodolitos dentro del esquema de clasificación bentónica.

Rodolitos del Pacífico colombiano

En el Pacífico colombiano los registros de rodolitos son escasos pero explícitos (Figura 2B). En la isla Gorgona se han documentado la especie *Lithophyllum pallescens* y el género *Neogoniolithon*, con formas costrosas adheridas y formas nodulares libres, lo que confirma la presencia de rodolitos en esta localidad (Murillo Muñoz & Peña Salamanca, 2014). Asimismo, el grupo Biommar ha encontrado rodolitos en Gorgona (Figura 4 A y B) y en Bahía Solano (Figura 4 C - F), Nuquí y Malpelo, asociados a sustratos rocosos costeros y ambientes arrecifales, en profundidades entre los 5 y los 30 m (Tabla 1).

Distribución de las referencias sobre rodolitos en Colombia

La distribución de las referencias bibliográficas disponibles utilizadas en esta síntesis muestra diferencias entre regiones y tipos de registro. Las referencias sobre sistemas modernos se concentran principalmente en el Caribe colombiano (n = 10) (Celis-Rincón *et al.*, 1999; Díaz, 2000; Díaz, 2005; Invemar, 2005; Gómez-Campo *et al.*, 2007; Chasqui-Velasco & González, 2019; Zea *et al.*, 2019; Puccini-Bernier & Molina-Bolívar, 2022; Alvarado-Jiménez & Rincón, 2025; Rincón-Díaz *et al.*, 2025), mientras que sobre el Pacífico colombiano hay un menor número de referencias (n = 3) (Cantera & Londoño, 2011; Murillo-Muñoz & Peña-Salamanca, 2014; Rincón-Díaz *et al.*, 2020). Las referencias asociadas al registro fósil representan una fracción adicional del conjunto de trabajos disponibles (n = 4) (Aguirre *et al.*, 2020; Salazar-Ortiz *et al.*, 2020; Silva-Tamayo *et al.*, 2020; Patarroyo *et al.*, 2025) (Figura 5). En conjunto, la síntesis incluyó 17 referencias bibliográficas únicas relacionadas con rodolitos en Colombia.

Los registros documentados en el Caribe colombiano abarcan un rango batimétrico entre 1 y 77 m, incluyendo ambientes mesofóticos. En el Pacífico colombiano, los registros disponibles corresponden a profundidades entre 5 y 30 m (Figura 6).

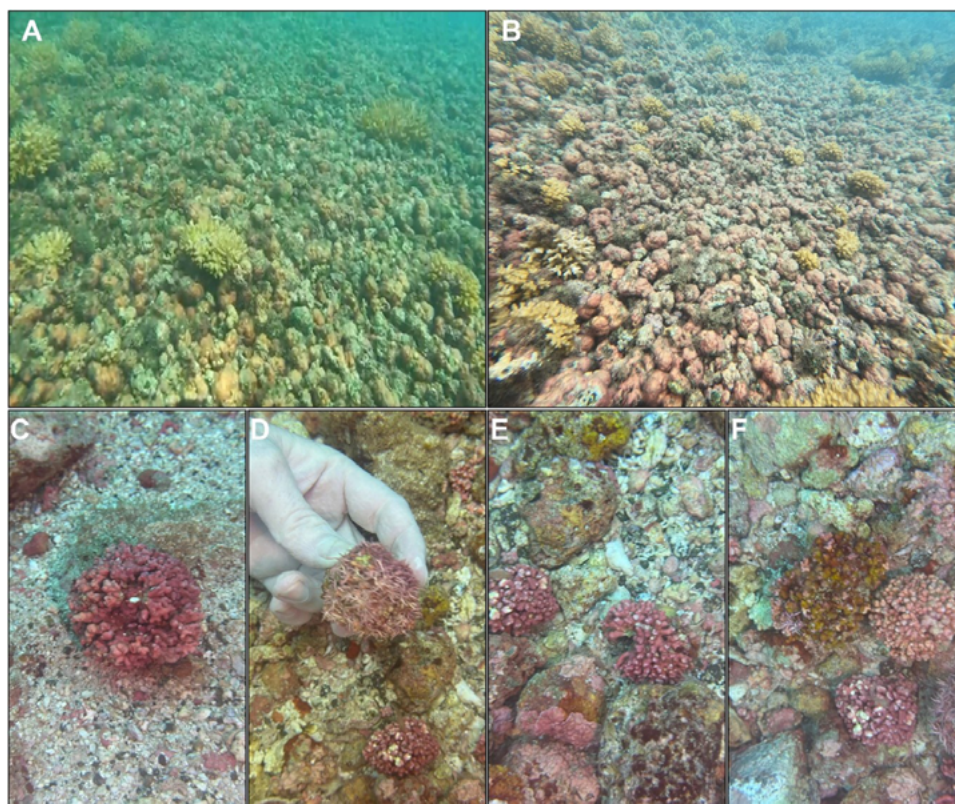


Figura 4. Algunos de los rodolitos encontrados por el grupo Biommar en el Pacífico colombiano. **A y B.** Lecho de rodolitos frente a Playa Blanca, suroriente de la isla Gorgona, a 5 metros de profundidad. Se observa presencia del coral *Pocillopora* sp. (Fotos: Diana López). **C. – F.** Rodolitos encontrados en Bahía Solano, a los 10 a 14 m de profundidad (Fotos cortesía de Luis Fernando Barrios).

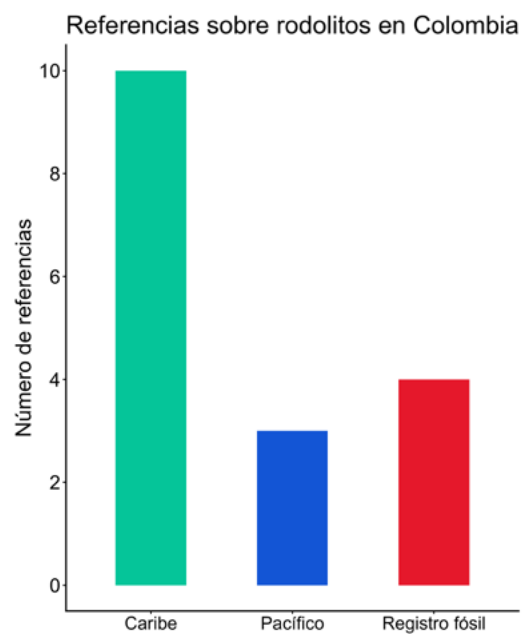


Figura 5. Número de referencias sobre rodolitos modernos en Colombia en el Caribe y en el Pacífico y trabajos que reportan presencia de rodolitos en el registro fósil

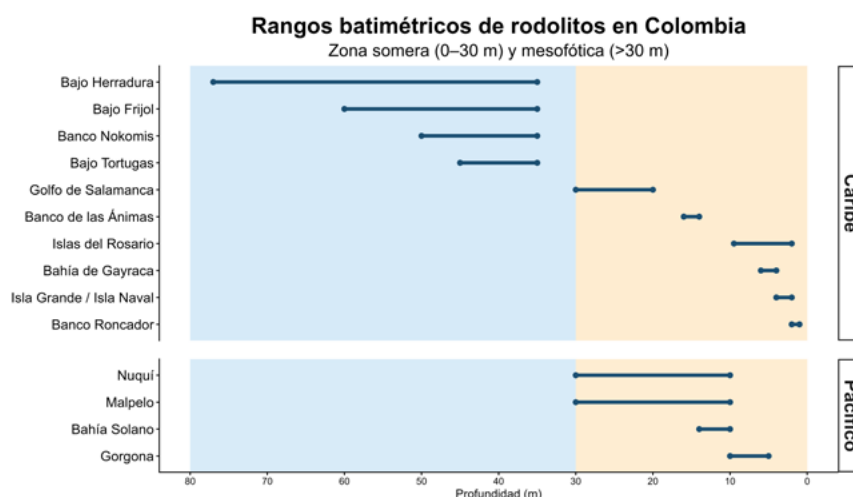


Figura 6. Rangos batimétricos registrados para rodolitos en el Caribe y el Pacífico colombianos. Las barras representan los intervalos mínimos y máximos de profundidad reportados por localidad. La zona somera (0–30 m) y la zona mesofótica (>30 m) se indican mediante sombreado diferencial para resaltar la distribución vertical de los registros.

Discusión

Esta síntesis evidencia que los rodolitos en Colombia han sido poco documentados en términos de distribución y funcionamiento ecológico. La información compilada indica su presencia en una amplia variedad de ambientes, desde sistemas arrecifales someros hasta ecosistemas mesofóticos, así como una historia geológica asociada a la producción de carbonatos por algas coralináceas en el Caribe colombiano desde el Eoceno medio. En conjunto, los registros fósiles y modernos posicionan a Colombia como una región de interés para estudiar la distribución, persistencia y evolución de los rodolitos en el Caribe suroccidental y el Pacífico Oriental Tropical. La presencia de estos organismos en provincias marinas con condiciones oceanográficas contrastantes ofrece una oportunidad para evaluar los factores ambientales e históricos que condicionan su distribución.

El conocimiento disponible es fragmentario, con vacíos taxonómicos, espaciales y funcionales que limitan la evaluación integral de estos ecosistemas. La escasa resolución molecular, la cobertura geográfica restringida y la falta de información sobre la productividad, la conectividad y la provisión de hábitats representan prioridades de la investigación en este campo. Fortalecer estos aspectos permitirá caracterizar la diversidad, distribución y función ecológica de los rodolitos y generará la base científica necesaria para incorporar los lechos de rodolitos en estrategias de conservación, monitoreo de biodiversidad y planificación espacial marina.

Colombia en el contexto global de los rodolitos

Nuestra revisión muestra que Colombia es una región con una representación limitada en la literatura disponible sobre rodolitos, pero incluye registros en diversos contextos ambientales, desde los ambientes arrecifales someros hasta los sistemas mesofóticos, en concordancia con el amplio rango de condiciones donde estos ecosistemas se desarrollan globalmente (Foster, 2001; Riosmena-Rodríguez *et al.*, 2017; Rebelo *et al.*, 2021; Tuya *et al.*, 2023; Teichert, 2024; Díaz-Licon *et al.*, 2025).

En comparación con otras regiones ampliamente estudiadas, como el Atlántico suroccidental (Amado-Filho *et al.*, 2012), los registros en Colombia representan una contribución inicial al conocimiento de los rodolitos en el Caribe suroccidental y el Pacífico Oriental Tropical. La incorporación de evidencia moderna y fósil amplía la perspectiva sobre su distribución temporal y espacial en el país.

Los registros colombianos constituyen una base para futuras investigaciones orientadas a caracterizar la composición taxonómica, distribución espacial y funcionamiento ecológico de estos ecosistemas, aspectos extensamente explorados en otros sistemas de rodolitos (**Riosmena-Rodríguez et al.**, 2017; **León et al.**, 2025).

Diferencias en el registro de rodolitos del Caribe y el Pacífico colombianos

En nuestra revisión se evidencia una mayor representación de registros de rodolitos en el Caribe colombiano que en el Pacífico. Esta diferencia refleja el conocimiento disponible hasta la fecha y no necesariamente la distribución real de los rodolitos en las dos regiones, por lo que debe ampliarse la exploración en el Pacífico para evaluar el efecto del esfuerzo de muestreo y las posibles diferencias ambientales.

La explicación que actualmente se sustenta mejor señala las diferencias históricas en el esfuerzo de exploración. El Caribe colombiano cuenta con mayor cobertura de estudios bentónicos, incluidos los ambientes mesofóticos, mientras que el Pacífico está menos caracterizado. En sistemas tropicales comparables, los esfuerzos de muestreo han revelado rodolitos previamente no documentados, lo que indica que la ausencia de registros puede reflejar limitaciones de observación del ecosistema (**León et al.**, 2025). Por ello, la presencia de rodolitos adicionales en el Pacífico debe evaluarse mediante muestreos comparables.

Una hipótesis alternativa es la influencia de las condiciones ambientales sobre la presencia de rodolitos. Estos ecosistemas dependen de factores como la luz, el hidrodinamismo y la estabilidad del sustrato (**Basso**, 2012; **Horta et al.**, 2016). En el Pacífico colombiano la alta pluviosidad, la descarga continental, la elevada turbidez y la dinámica oceanográfica podrían limitar la presencia de formas libres o favorecer formas incrustantes (**Steneck**, 1986). No obstante, esta hipótesis aún no ha sido evaluada mediante muestreos comparables a los realizados en el Caribe, particularmente en ambientes mesofóticos.

Además de las diferencias en el esfuerzo de muestreo, la detección de rodolitos puede verse afectada por los sesgos históricos en la investigación arrecifal, tradicionalmente centrada en corales escleractinios, mientras otros organismos calcificadores como las CCA han recibido menor atención (**Cornwall et al.**, 2023), lo que puede limitar el reconocimiento de hábitats con presencia de rodolitos.

En conjunto, la evidencia disponible indica que la diferencia entre ambas regiones no responde necesariamente a un único mecanismo. Aunque los factores ambientales podrían influir en la distribución observada, el esfuerzo de exploración representa actualmente la explicación con mayor respaldo. Se requerirán estudios comparativos que integren muestreo, taxonomía y variables ambientales para distinguir entre las limitaciones ecológicas y las limitaciones de detección.

Rodolitos mesofóticos en Colombia

Los registros mesofóticos de rodolitos en el Caribe colombiano amplían el conocimiento sobre la distribución batimétrica de estos ecosistemas y evidencian su presencia bajo condiciones de baja irradiancia. Con profundidades de hasta 77 m, estos registros se encuentran dentro del rango documentado para otros sistemas de rodolitos en Brasil, el Mediterráneo y los montes submarinos del Atlántico (**Littler & Dennis Hanisak**, 1991; **Veras et al.**, 2020; **Tâmega et al.**, 2024; **Rendina et al.**, 2026).

Los rodolitos cumplen funciones ecológicas asociadas a la producción primaria y la formación de carbonato de calcio mediante el acoplamiento entre fotosíntesis y calcificación (**Cornwall et al.**, 2023; **Schubert et al.**, 2024). Estudios recientes en el Caribe colombiano muestran su capacidad para modificar localmente la química del sistema de carbonatos bajo condiciones naturales (**Rincón-Díaz et al.**, 2025). Aunque estos resultados corresponden a ambientes someros, la evidencia global sobre adaptaciones fisiológicas de las algas coralíneas a gradientes de luz (**Steneck**, 1986; **Nelson**, 2009) sugiere que procesos similares podrían operar en ambientes mesofóticos. Por ello, los rodolitos profundos pueden representar sistemas activos en la producción de carbonato y en la estructuración del bentos, como se ha observado en otros sistemas (**Amado-Filho et al.**, 2012; **Costa et al.**, 2023).

La presencia de rodolitos como componente estructural del sustrato en varias localidades mesofóticas del Caribe colombiano dentro del intervalo de los 35 a los 77 m sugiere que estos sistemas corresponden a configuraciones bentónicas recurrentes y no únicamente a registros aislados. Sin embargo, la ausencia de estimaciones cuantitativas de cobertura limita la evaluación de su extensión espacial y su grado de dominancia regional. La evidencia disponible indica la existencia de agregaciones estructuradas a escala local comparables con lechos mesofóticos descritos en otras regiones.

En ese contexto, la similitud entre los registros del Caribe colombiano y otros sistemas mesofóticos indicaría un potencial papel ecológico comparable, aunque su extensión, conectividad y contribución funcional aún requieren evaluación específica. Tendrán que hacerse estudios mediante cartografía bentónica, buceo técnico y tecnologías remotas para caracterizar la distribución y el funcionamiento ecológico de estos hábitats en el Caribe colombiano.

Rodolitos a través del tiempo: evidencia geológica desde el Eoceno

La integración del registro fósil del Eoceno y la presencia actual de rodolitos evidencia que las algas coralináceas calcáreas han participado en la formación de sistemas carbonatados no coralinos en el Caribe colombiano durante distintos intervalos geológicos. Esta interpretación debe considerarse en el contexto de un margen continental con una evolución tectono-sedimentaria compleja, en la que la deformación, la subsidencia y los aportes siliciclásticos han condicionado la configuración de los ambientes bentónicos (Vernette *et al.*, 1992). Los registros eocenos del CPSJ y otras unidades de carbonatos del norte de Colombia evidencian la participación de las algas coralináceas en la construcción de plataformas carbonatadas, como ocurre en otros sistemas cenozoicos de esta naturaleza (Aguirre *et al.*, 2020).

Los depósitos del Eoceno medio del Caribe colombiano, caracterizados por facies de rampa carbonatada con abundantes rodolitos, macroforaminíferos y algas rojas calcáreas, reflejan condiciones favorables para la acumulación de carbonato bajo regímenes de energía moderada y estabilidad relativa del sustrato (Salazar-Ortiz *et al.*, 2020). En este sentido, los rodolitos constituyen estructuras biogénicas que contribuyen a la producción de carbonato y a la formación de depósitos carbonatados tropicales. La evolución de estos sistemas estuvo condicionada por el balance entre la producción de carbonatos y el aporte terrígeno, influenciado por sistemas deltaicos y los aportes sedimentarios continentales, particularmente del sistema del Magdalena (Vernette *et al.*, 1992).

La recurrencia de estas facies en diferentes unidades estratigráficas del norte de Colombia, así como asociaciones similares en otros sistemas carbonatados cenozoicos, indica que la producción de carbonato mediada por algas coralináceas ha sido un componente relevante en la evolución de los márgenes tropicales de la región (Silva-Tamayo *et al.*, 2020). Este patrón resalta la importancia de las fábricas carbonatadas no coralinas como componentes de la evolución de plataformas tropicales, más allá del enfoque tradicional centrado en arrecifes coralinos.

Desde esta perspectiva, la distribución de los rodolitos responde a la interacción entre condiciones ambientales y la configuración tectono-sedimentaria del margen colombiano (Otero-Ferrer *et al.*, 2020). En el Caribe colombiano la deformación, el diapirismo y las variaciones en la sedimentación modifican la topografía del fondo marino y generan heterogeneidad ambiental, favoreciendo zonas de colonización por comunidades calcificadoras y áreas con mayor acumulación siliciclástica (Vernette, 1989; Vernette *et al.*, 1992).

Más allá de una correspondencia directa entre registros fósiles y modernos, este patrón se enmarca en la importancia reconocida de las CCA como componentes de las fábricas carbonatadas cenozoicas (Aguirre *et al.*, 2020; Johnson, 2026). Los rodolitos del Caribe colombiano representan la expresión regional de estos sistemas, con contribuciones importantes a la producción de CaCO_3 en ambientes de rampa y plataforma abierta (Salazar-Ortiz *et al.*, 2020; Silva-Tamayo *et al.*, 2020).

Rol ecológico y funcional de los rodolitos en Colombia

Los rodolitos documentados en Colombia pueden contribuir a incrementar la heterogeneidad del sustrato y generar microhábitats para comunidades bentónicas asociadas. Su morfología tridimensional favorece la complejidad estructural del fondo marino, un atributo relacionado con la disponibilidad de refugio, sustrato para asentamiento y soporte de comunidades diversas en otros sistemas de rodolitos (**Foster, 2001; Riosmena-Rodríguez *et al.*, 2017**).

En el contexto colombiano, las observaciones disponibles evidencian la presencia de macroalgas, esponjas y fauna asociada en ambientes con rodolitos, particularmente en zonas mesofóticas. Estos patrones son consistentes con los descritos en otras regiones (**Amado-Filho *et al.*, 2012; Costa *et al.*, 2023**), donde los rodolitos han sido reconocidos como hábitats estructuralmente complejos que albergan comunidades diversas (**León *et al.*, 2025**). En conjunto, esta evidencia sugiere que los rodolitos en Colombia podrían desempeñar funciones ecológicas similares a las de otros sistemas estudiados, incluyendo su contribución potencial a la producción de carbonato, la estructuración del hábitat y los procesos biogeoquímicos bentónicos; sin embargo, estas funciones aún requieren evaluación directa. Por ello, estos ecosistemas representan componentes de interés para el bentos marino colombiano y requieren mayor investigación y atención en las estrategias de conservación (**Horta *et al.*, 2016; Tuya *et al.*, 2023**).

Vacíos de conocimiento y agenda de investigación

A pesar de los avances presentados, esta síntesis evidencia que el conocimiento sobre los rodolitos en Colombia es fragmentario, con vacíos en cuanto a su distribución, diversidad y funcionamiento ecológico. Estas limitaciones abarcan aspectos geográficos, conceptuales y metodológicos y resaltan la necesidad de fortalecer una agenda de investigación que permita mejorar la caracterización de estos ecosistemas y su consideración en la ciencia y la conservación marina del país.

Uno de los principales vacíos corresponde a la baja resolución taxonómica de las algas coralíneas calcáreas. La mayoría de los registros disponibles se restringen a niveles taxonómicos superiores, limitando la evaluación de patrones biogeográficos, de conectividad y de diversidad críptica. En este contexto, la aplicación de herramientas moleculares, como el código de barras de ADN y enfoques multilocus, constituye una prioridad para mejorar la delimitación taxonómica de los rodolitos y fortalecer su integración en estudios filogenéticos y biogeográficos del Caribe y el Pacífico Oriental Tropical.

Otro vacío es la ausencia de cartografía detallada de los lechos de rodolitos. Aunque este estudio compila múltiples localidades, la extensión, continuidad espacial y estructura de estos hábitats son poco conocidas. El uso de técnicas de mapeo bentónico de alta resolución, incluidas la acústica multihaz, la fotogrametría y los vehículos operados remotamente, permitirá caracterizar su distribución espacial, su heterogeneidad y su relación con gradientes ambientales y geomorfológicos.

A pesar de la evidencia reciente sobre la capacidad de los rodolitos del Caribe colombiano para modificar localmente la química del sistema carbonato (**Rincón-Díaz *et al.*, 2025**), los estudios funcionales sobre sus procesos ecológicos y fisiológicos aún son escasos. Aspectos como la fotosíntesis, la respiración, la calcificación y la disolución de CaCO_3 requieren mayor evaluación para comprender su contribución a los ciclos del carbono y su respuesta frente al cambio global. La integración de aproximaciones experimentales y observacionales permitiría evaluar su sensibilidad a variables como la temperatura, la acidificación y la disponibilidad de luz, así como estimar su papel potencial en los procesos de transformación y almacenamiento de carbono en ambientes bentónicos (**Schubert *et al.*, 2024**).

Además de mejorar la comprensión ecológica de estos ecosistemas, el estudio de los procesos estructurales y funcionales asociados a los rodolitos puede aportar información relevante para estrategias futuras de conservación y manejo marino. Su capacidad para generar hábitat, producir carbonato y participar en los ciclos biogeoquímicos del carbono

resalta la necesidad de evaluar su potencial como componentes funcionales de ecosistemas costeros frente a escenarios de cambio global (Nelson, 2009; Riosmena-Rodríguez, 2017; Schubert *et al.*, 2024).

En este contexto, la investigación sobre organismos calcificadores y su respuesta frente a perturbaciones ambientales puede contribuir al desarrollo de enfoques de conservación y restauración basados en el funcionamiento de los ecosistemas marinos (Sánchez *et al.*, 2025).

Desde una perspectiva geográfica, el Pacífico colombiano emerge como una prioridad de investigación, particularmente para evaluar si la baja representación de registros de rodolitos responde a limitaciones ambientales, a limitaciones de detección asociadas al esfuerzo de muestreo, o a una combinación de ambos factores. La escasez de registros en esta región contrasta con su complejidad oceanográfica y ecológica, por lo que son necesarios estudios sistemáticos que integren exploración de campo, caracterización taxonómica y análisis funcional.

Abordar estos vacíos requiere una aproximación integradora que articule taxonomía, cartografía y ecología funcional a diferentes escalas espaciales y temporales. Esta agenda permitirá fortalecer el conocimiento sobre los rodolitos en Colombia y generar la información necesaria para evaluar su distribución, su funcionamiento ecológico y su incorporación en estrategias de conservación y manejo marino frente al cambio ambiental.

Conclusiones

Este estudio evidencia que el conocimiento sobre los rodolitos en Colombia es fragmentario, con importantes vacíos de información sobre su distribución, composición y funcionamiento ecológico. La baja representación de estos ecosistemas en la literatura disponible refleja un importante vacío de conocimiento, en tanto que su importancia ecológica específica en el país requiere evaluaciones ecológicas y funcionales adicionales. La evidencia compilada revela que el Caribe colombiano alberga registros de rodolitos distribuidos en diferentes ambientes, incluyendo sistemas mesofóticos. La integración del registro fósil del Eoceno con los sistemas modernos refleja una larga historia geológica de producción de carbonato asociada a algas coralíneas en el Caribe colombiano, lo que sugiere que estos organismos han constituido componentes recurrentes de las plataformas carbonatadas de la región.

La evidencia compilada indica que los rodolitos representan componentes potencialmente relevantes de los sistemas bentónicos colombianos, en concordancia con las funciones ecológicas documentadas para estos ecosistemas en otras regiones, incluida su contribución como fábricas carbonatadas no coralinas y estructuras capaces de generar complejidad tridimensional del hábitat. La diferencia en el número de estudios disponibles entre el Caribe y el Pacífico colombiano ($n = 10$ vs. $n = 3$) constituye un resultado relevante de esta síntesis y resalta la necesidad de fortalecer la investigación en esta última región. Colombia representa un sistema de interés para ampliar la comprensión de los rodolitos a escala global. Abordar los vacíos identificados, particularmente lo referido a la taxonomía, la cartografía y el funcionamiento ecológico, será esencial para evaluar la distribución, la dinámica y la relevancia ecológica de estos ecosistemas en el país, así como su respuesta potencial frente al cambio global.

Agradecimientos

A Luis Fernando Barrios y Diana López por facilitar imágenes de rodolitos del Pacífico, a Carlos Edwin Gómez, Alejandro Henao, Julio Andrade por su acompañamiento en las actividades de campo y al Programa de Minciencias “Observatorio de la microbioerosión, acidificación oceánica y la disolución en arrecifes coralinos” (código 1204-852-70251). Damos agradecimientos especiales al PNN Corales de Profundidad y a su jefe Querubín Rodríguez por su apoyo durante las visitas al parque y a la Facultad de Ciencias de la Universidad de los Andes, proyecto semilla INV-2026-230-3521.

Contribución de los autores

DHM-C y JAS plantearon el artículo, DHM-C realizó la búsqueda de información secundaria, JAS aportó datos y fotografías sin publicar, DHM-C escribió el primer borrador con aportes de JAS. Los dos autores revisaron la versión final.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no hay conflictos de intereses.

Referencias

- Adey, W.H.** (1970). The Effects of Light and Temperature on Growth Rates in Boreal-Subarctic Crustose Corallines. *Journal of Phycology*, 6(3), 269-276. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.1970.tb02392.x>
- Aguirre, J., Braga, J.C., Pujalte, V., Orue-Etxebarria, X., Salazar-Ortiz, E., Rincón-Martínez, D., Abad, M., Pérez-Valera, F.** (2020). Middle Eocene Rhodoliths from Tropical and Mid-Latitude Regions. *Diversity*, 12(3), 117. <https://doi.org/10.3390/d12030117>
- Alvarado-Jiménez, F. & Rincón, N.** (2025). *Macroalgas e invertebrados de la bahía de Gairaca, Parque Nacional Natural Tayrona*. https://ipt.biodiversidad.co/sibm/resource?r=umagdalenalalgas_costrosas&utm_source=chatgpt.com [Accessed 15 January 2026]
- Amado-Filho, G.M., Moura, R.L., Bastos, A.C., Salgado, L.T., Sumida, P.Y., Guth, A.Z., Francini-Filho, R.B., Pereira-Filho, G.H., Abrantes, D.P., Brasileiro, P.S., Bahia, R.G., Leal, R.N., Kaufman, L., Kleypas, J.A., Farina, M., Thompson, F.L.** (2012). Rhodolith Beds Are Major CaCO₃ Bio-Factories in the Tropical South West Atlantic. *PLOS ONE*, 7(4), e35171. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035171>
- Basso, D.** (2012). Carbonate production by calcareous red algae and global change. *Geodiversitas*, 34(1), 13-33. <https://doi.org/10.5252/g2012n1a2>
- Cantera, J. & Londoño, E.** (2011). *Colombia Pacífico, una visión sobre su biodiversidad marina*. Universidad del Valle.
- Celis-Rincón, A., Álvarez-León, R., Bula-Meyer, G.** (1999). Epifitismo y Epizoismo de Algas Coralináceas (Rhodophyta: Corallinaceae) en el Archipiélago del Rosario, Caribe Colombiano. *Caribbean Journal of Science*, 35(3/4), 296-303.
- Chasqui-Velasco, L.H. & González, J.D.** (2019). Peces registrados en ambientes mesofóticos de Bajo Frijol, la porción más somera del Parque Nacional Natural Corales de Profundidad, usando buceo técnico CCR. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 48(1), 89-101. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2019.48.1.759>
- Cornwall, C.E., Carlot, J., Branson, O., Courtney, T.A., Harvey, B.P., Perry, C.T., Andersson, A.J., Díaz-Pulido, G., Johnson, M.D., Kennedy, E., Krieger, K.C., Mallela, J., McCoy, S.J., Nugues, M.M., Quinter, E., Ross, C.L., Ryan, E., Saderne, V., Comeau, S.** (2023). Crustose coralline algae can contribute more than corals to coral reef carbonate production. *Communications Earth & Environment*, 4(1), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00766-w>
- Costa, D. de A., Dolbeth, M., Christoffersen, M.L., Zúñiga-Upegui, P.T., Venâncio, M., de Lucena, R.F.P.** (2023). An Overview of Rhodoliths: Ecological Importance and Conservation Emergency. *Life*, 13(7), 1556. <https://doi.org/10.3390/life13071556>
- Díaz, J.M. (Ed.)** (2000). *Áreas coralinas de Colombia*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives De Andréis" INVEMAR
- Díaz, J.M.** (2005). Esquemas espaciales de zonación ecológica y morfología de las lagunas de los atolones y complejos arrecifales de un archipiélago oceánico del Caribe: San Andrés y Providencia (Colombia). *Revista De La Academia Colombiana De Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales*, 29(112), 1-369. [https://doi.org/10.18257/raccefyn.29\(112\).2005.2170](https://doi.org/10.18257/raccefyn.29(112).2005.2170)
- Díaz-Licona, C.A., Schubert, N., González-Gamboa, V., Tuya, F., Azofeifa-Solano, J.C., Fernández-García, C.** (2025). Rhodolith beds in the Eastern Tropical Pacific: Habitat structure and associated biodiversity. *Aquatic Botany*, 201, 103914. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2025.103914>
- Díaz-Pulido, G. & Díaz-Ruiz, M.** (2003). Diversity of benthic marine algae of the Colombian Atlantic. *Biota Colombiana*, 4(2), 203-246.
- Foster, M.** (2001). Rhodoliths: Between Rocks and Soft Places. *Journal of Phycology*, 37(5), 659-667. <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2001.00195.x>

- Gnecco, M., Nunes, F.L., González-Zapata, F.L., Dueñas, L.F., Zilberberg, C., Lindner, A., Sánchez, J.A.** (2023). Remarkable population structure in the tropical Atlantic lace corals *Styaster roseus* (Pallas, 1766) and *Styaster blatteus* (Boschma, 1961). *Coral Reefs*, 42(1), 181-194. <https://doi.org/10.1007/s00338-022-02329-5>
- Gómez-Campo, K., Rueda, M., García-Valencia, C., Ballesteros, F., Mejía, L.** (2007). Densidad y Distribución de la Estructura Poblacional de *Strombus gigas* Linnaeus, 1758 (Mollusca: Strombidae) Asociada a Diferentes Hábitats en el Archipiélago Nuestra Señora del Rosario, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 39 (1), 147–162.
- González-Zapata, F.L., Bongaerts, P., Ramírez-Portilla, C., Adu-Oppong, B., Walljasper, G., Reyes, A., Sánchez, J.A.** (2018). Holobiont Diversity in a Reef-Building Coral over Its Entire Depth Range in the Mesophotic Zone. *Frontiers in Marine Science*, 5, 29. <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00029>
- Horta, P.A., Riul, P., Amado Filho, G.M., Gurgel, C.F.D., Berchez, F., Nunes, J.M. de C., Scherner, F., Pereira, S., Lotufo, T., Peres, L., Sissini, M., Bastos, E. de O., Rosa, J., Munoz, P., Martins, C., Gouvêa, L., Carvalho, V., Bergstrom, E., Schubert, N., ... Figueiredo, M.** (2016). Rhodoliths in Brazil: Current knowledge and potential impacts of climate change. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64, 117-136. <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160870064sp2>
- Invemar.** (2005). *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia :año 2005*. Invemar.
- Johnson, M.E.** (2026). Rhodoliths as Global Contributors to a Carbonate Ecosystem Dominated by Coralline Red Algae with an Established Fossil Record. *Journal of Marine Science and Engineering*, 14(2), 169. <https://doi.org/10.3390/jmse14020169>
- León, N., Fernández-García, C., Wisor, B., Valdespino, I.A., Díaz-Ferguson, E.** (2025). Rhodolith Diversity in Panama: A Baseline for Future Research and Conservation Actions. *Diversity*, 17(10), 700. <https://doi.org/10.3390/d17100700>
- Littler, M.M., Littler, D.S., Blair, S.M., Norris, J.N.** (1985). Deepest known plant life discovered on an uncharted seamount. *Science (New York, N.Y.)*, 227(4682), 57-59. <https://doi.org/10.1126/science.227.4682.57>
- Littler, M.M., Littler, D.S., Dennis Hanisak, M.** (1991). Deep-water rhodolith distribution, productivity, and growth history at sites of formation and subsequent degradation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 150(2), 163-182. [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(91\)90066-6](https://doi.org/10.1016/0022-0981(91)90066-6)
- Morales-Giraldo, D.F., Rocha-Gutiérrez, V.L., Posada-Posada, B.O.** (2017). Geomorfología de los fondos submarinos del Parque Nacional Corales de Profundidad, mar Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 46(2). <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2017.46.2.727>
- Murillo-Muñoz, M. & Peña-Salamanca, E.J.** (2014). Algas marinas bentónicas de la Isla Gorgona, costa pacífica colombiana. *Revista de Biología Tropical*, 62, 27-41.
- Nelson, W.** (2009). Calcified macroalgae - critical to coastal ecosystems and vulnerable to change: A review. *Marine & Freshwater Research*, 60, 787–801. <https://doi.org/10.1071/MF08335>
- Otero-Ferrer, F., Cosme, M., Tuya, F., Espino, F., Haroun, R.** (2020). Effect of depth and seasonality on the functioning of rhodolith seabeds. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 235, 106579. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.106579>
- Patarroyo, G.D., Plata, J.S., Suárez, S.A., Torres, G.A., Veloza, G., Mora-Bohórquez, J.A., Gómez, D.F., Torres, J.M.** (2025). Caracterización litológica y bioestratigráfica de la Formación Toluviejo: aportes a la reconstrucción paleoambiental de las sucesiones carbonáticas del Eoceno en el norte de Colombia. *Boletín de Geología*, 47(1), 43–61. <https://doi.org/10.18273/revbol.v47n1-2025002>
- Peña, V., Vieira, C., Braga, J.C., Aguirre, J., Rösler, A., Baele, G., De Clerck, O., Le Gall, L.** (2020). Radiation of the coralline red algae (Corallinophycidae, Rhodophyta) crown group as inferred from a multilocus time-calibrated phylogeny. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 150, 106845. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106845>
- Puccini-Bernier, R. & Molina-Bolivar, G.** (2022). Aportes para monitoreo y conservación de especies coralinas en el ecosistema costero del Cabo de la Vela en La Guajira colombiana. *Ciencia e Ingeniería: Revista de investigación interdisciplinar en biodiversidad y desarrollo sostenible, ciencia, tecnología e innovación y procesos productivos industriales*, 9(2), 9.
- Rebelo, A.C., Johnson, M.E., Rasser, M.W., Silva, L., Melo, C.S., Ávila, S.P.** (2021). Global biodiversity and biogeography of rhodolith-forming species. *Frontiers of Biogeography*, 13(1). <https://doi.org/10.21425/F5FBG50646>

- Rendina, F., Donnarumma, L., Ferrigno, F., Russo, G.F.** (2026). Biodiversity of Mediterranean mesophotic rhodolith beds: Macrofaunal community composition and structure (SW Italy). *Continental Shelf Research*, 299, 105682. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2026.105682>
- Rincón-Díaz, N., Gómez, C.E., Piñeros-Pérez, V., Alvarado-Jiménez, F., Núñez, S., García-Urueña, R.** (2025). Temporal dynamics of the carbonate system in a tropical rhodolith bed from a protected Caribbean Bay. *Frontiers in Marine Science*, 12, 1626578. <https://doi.org/10.3389/fmars.2025.1626578>
- Rincón-Díaz, N., Sánchez, J.V., Gavio, B., Chasqui, L.** (2020). Flora marina de los riscales y morros del Pacífico norte chocoano. *Biodiversidad de los arrecifes rocosos (riscales y morros) del Pacífico Norte Chocoano*. INVEMAR.
- Riosmena-Rodríguez, R.** (2017). Natural History of Rhodolith/Maërl Beds: Their Role in Near-Shore Biodiversity and Management. In: , Riosmena-Rodríguez R, , Nelson W, & , Aguirre J (eds). *Rhodolith/Maërl Beds: A Global Perspective*. Springer International Publishing.
- Riosmena-Rodríguez, R., Nelson, W., Aguirre, J.** (Eds). (2017). *Rhodolith/Maërl Beds: A Global Perspective*. Springer International Publishing.
- Salazar-Ortiz, E.A., Rincón-Martínez, D., Páez, L.A., Restrepo, S.M., Barragán, S.** (2020). Middle Eocene mixed carbonate-siliciclastic systems in the southern Caribbean (NW Colombian margin). *Journal of South American Earth Sciences*, 99, 102507. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.102507>
- Sánchez, J.A., Andrade, J., Dueñas, L.F., Bolaños, N.** (2023). Exploración de los ecosistemas coralinos mesofóticos (30-120 m) mediante buceo técnico de circuito cerrado (CCR-TRIMIX). *Buceo Científico: procedimiento y metodología*, 45, 289–298.
- Sánchez, J.A., Murgueitio, A., Rivera-Forero, C., Marín-Casas, D.H., Gómez, C.E.** (2025). Tropical reefs in the aftermath of climate change. *Discover Conservation*, 2(1), 23. <https://doi.org/10.1007/s44353-025-00044-0>
- Schubert, N., Tuya, F., Peña, V., Horta, P.A., Salazar, V.W., Neves, P., Ribeiro, C., Otero-Ferrer, F., Espino, F., Schoenrock, K., Ragazzola, F., Olivé, I., Giaccone, T., Nannini, M., Mangano, M.C., Sará, G., Mancuso, F.P., Tantillo, M.F., Bosch-Belmar, M., Martin, S., Le Gall, L., Santos, R., Silva, J.** (2024). “Pink power”—the importance of coralline algal beds in the oceanic carbon cycle. *Nature Communications*, 15(1), 8282. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-52697-5>
- Silva-Tamayo, J.C., Rincón-Martínez, D., Barrios, L.M., Torres-Lasso, J.C. & Osorio-Arango, C.** (2020). Cenozoic marine carbonate systems of Colombia. En: Gómez, J. & Mateus-Zabala, D. (editors), *The Geology of Colombia, Volume 3 Paleogene – Neogene*. Servicio Geológico Colombiano, Publicaciones Geológicas Especiales, 37, 249-282. <https://doi.org/10.32685/pub.esp.37.2019.09>
- Steneck, R.S.** (1986). The Ecology of Coralline Algal Crusts: Convergent Patterns and Adaptive Strategies. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 17, 273-303. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.17.110186.001421>
- Tâmega, F.T.S., Paiva, P.C., Spotorno, P., Pires, D.O., Berlandi, R.M., Brasil, A.C.S., Serejo, C., Cardoso, I.A., Ventura, C.R.R., Granthom-Costa, L.V., Moraes, F., Coutinho, R., Figueiredo, M.-A.O.** (2024). Associated fauna in a mesophotic rhodolith bed in the Campos Basin, Brazil, southwestern Atlantic. *Regional Studies in Marine Science*, 75, 103529. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103529>
- Teichert, S.** (2024). Attached and free-living crustose coralline algae and their functional traits in the geological record and today. *Facies*, 70(2), 8. <https://doi.org/10.1007/s10347-024-00682-1>
- Tuya, F., Schubert, N., Aguirre, J., Basso, D., Bastos, E.O., Berchez, F., Bernardino, A.F., Bosch, N.E., Burdett, H.L., Espino, F., Fernández-García, C., Francini-Filho, R.B., Gagnon, P., Hall-Spencer, J.M., Haroun, R., Hofmann, L.C., Horta, P.A., Kamenos, N.A., Le Gall, L., ... Tâmega, F.T.S. Magris** (2023). Levelling-up rhodolith-bed science to address global-scale conservation challenges. *Science of The Total Environment*, 892, 164818. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164818>
- Veras, P. de C., Pierozzi-Jr., I., Lino, J.B., Amado-Filho, G.M., Senna, A.R. de, Santos, C.S.G., Leão de Moura, R., Dias Passos, F., Giglio, V.J., Pereira-Filho, G.H.** (2020). Drivers of biodiversity associated with rhodolith beds from euphotic and mesophotic zones: Insights for management and conservation. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 18(1), 37-43. <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2019.12.003>
- Vernette, G.** (1989). Examples of diapiric control on shelf topography and sedimentation patterns on the Colombian Caribbean continental shelf. *Journal of South American Earth Sciences*, 2(4), 391-400. [https://doi.org/10.1016/0895-9811\(89\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0895-9811(89)90017-5)

-
- Vernette, G., Mauffret, A., Bobier, C., Briceno, L., Gayet, J.** (1992). Mud diapirism, fan sedimentation and strike-slip faulting, Caribbean Colombian Margin. *Tectonophysics*, 202(2), 335-349. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(92\)90118-P](https://doi.org/10.1016/0040-1951(92)90118-P)
- Zea, S., Bernal, G., López, G., Weber, M., García-Urueña, R. del P.** (2019). Arrecifes de arenisca en el golfo de Salamanca, plataforma continental del Caribe colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 48(1), 153-158. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2019.48.1.762>