

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/365443470>

Monitoreo de un octocoral invasor (*Carijoa riisei*) en las dos principales áreas portuarias de la cuenca Pacífico Colombiana.

Article · November 2022

DOI: 10.54140/raop.v4i1.56

CITATION

1

READS

283

4 authors, including:



Christian Bermúdez-Rivas

Dimar

34 PUBLICATIONS 263 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Fredy Albeiro Castrillón-Valencia

Dimar

6 PUBLICATIONS 1 CITATION

[SEE PROFILE](#)

Monitoreo de un octocoral invasor (*Carijoa riisei*) en las dos principales áreas portuarias de la cuenca Pacífico Colombiana

Monitoring of an invasive octocoral (*Carijoa riisei*) in the two main port areas of the Colombian Pacific basin.

Felipe Molina-Triana

Biólogo

Centro de Investigaciones Oceanográfica e Hidrográfica del Pacífico (CCCP). Área de protección del Medio Marino. Capitanía de Puerto de Tumaco, Vía al Morro, Tumaco Nariño, Colombia. amolinat@dimar.mil.co, ORCID: 0000-0001-7169-9638

Christian Bermúdez-Rivas

Biólogo

Centro de Investigaciones Oceanográfica e Hidrográfica del Pacífico (CCCP). Área de protección del Medio Marino. Capitanía de Puerto de Tumaco, Vía al Morro, Tumaco Nariño, Colombia. cbermudezr@dimar.mil.co, ORCID: 0000-0002-7363-7251.

Jenny Lisbeth Parada-Gutiérrez

Microbióloga

Centro de Investigaciones Oceanográfica e Hidrográfica del Pacífico (CCCP). Área de protección del Medio Marino. Capitanía de Puerto de Tumaco, Vía al Morro, Tumaco Nariño, Colombia. jparada@dimar.mil.co, ORCID: 0000-0002-9751-1960

Fredy Albeiro Castrillón

Biólogo

Centro de Investigaciones Oceanográfica e Hidrográfica del Pacífico (CCCP). Área de protección del Medio Marino. Capitanía de Puerto de Tumaco, Vía al Morro, Tumaco Nariño, Colombia. fcastrillon@dimar.mil.co, ORCID: 0000-0003-2815-6122.

Resumen

En el marco de los Reconocimientos Biológicos Portuarios de Referencia (RBPR) ejecutados por la Dirección General Marítima Colombiana (DIMAR), se describió la distribución y la asociación de *Carijoa riisei* a la infraestructura portuaria de las dos principales áreas portuarias de la cuenca Pacífico Colombiana: Buenaventura y Tumaco. *C. riisei* es un octocoral invasor que se considera transferido vía canal de Panamá mediante el tráfico marítimo internacional al Pacífico Oriental Tropical, donde se ha consolidado como

Artículo

Acta Oceanográfica del Pacífico

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Acta Oceanográfica del Pacífico
DOI: <https://doi.org/10.54140/raop.v4i1.56>
Recibido 15 de Junio 2022
Aceptado 5 de Septiembre 2022
Vol 4. No. 2. 2022
ISSN: 1390-129X
ISSN: 2806-5522
Pg. 21-34

un riesgo para la comunidad bentónica nativa de la región, al generar muertes masivas en esta comunidad. En este trabajo, se identificó a *C. riisei* asociada estrechamente a los pilotes portuarios, embarcaciones hundidas y afloramientos rocosos, e incluso creciendo sobre fauna nativa en el área portuaria de Tumaco; mientras que solo se observó en una de las once boyas de señalización monitoreadas. Por otra parte, en el área portuaria de Buenaventura estuvo ausente. Los resultados de esta investigación evidencian la importancia de monitorear este octocoral en la cuenca Pacífica Colombiana (CPC) con el fin de implementar medidas para prevenir su dominancia en los ecosistemas costeros y estratégicos de esta región.

Palabras clave: Transporte marítimo internacional, instalaciones portuarias, bioinvasiones.

Abstract

Within the framework of the Biological Port Reference Surveys (RBPR) carried out by the Colombian Maritime General Directorate (DIMAR), the distribution and association of *Carijoa riisei* with the port infrastructure of the two main port areas of the Colombian Pacific Basin were described: Buenaventura and Tumaco. *C. riisei* is an invasive octocoral that is considered to have been transferred via the Panama Canal through international maritime traffic to the Eastern Tropical Pacific, where it has established itself as a risk for the native benthic community of the region, generating massive deaths in this community. In this work, *C. riisei* was identified closely associated with port pilings, sunken ships and rocky outcrops and even growing on native fauna in the port area of Tumaco; while it was only observed in one of the eleven monitored signal buoys. On the other hand, in the port area of Buenaventura it was absent. The results of this research show the importance of monitoring this octocoral in the Colombian Pacific Basin (CPC), in order to implement measures to prevent dominance of coastal and strategic ecosystems in this region.

Keywords: International maritime transport, port facilities, bioinvasions.

Introducción

El transporte marítimo ha sido el medio más efectivo para transportar bienes y servicios a escala global (Ojala & Tenold, 2017). Al mismo tiempo,

desplaza especies biológicas a través de las aguas de lastre e incrustadas en los cascos (*Biofouling*), introduciéndolas en zonas externas a la de su distribución natural, donde pueden adquirir características de un organismo invasor

y de esta manera afectar los recursos marinos, la salud pública y la economía (Molnar *et al.*, 2008; Otani *et al.*, 2007; Richardson & Pyšek, 2007; Ruiz *et al.*, 1997). Por esta razón, el tráfico marítimo ha estado relacionado con diferentes eventos de introducción e invasión de especies exóticas (Hulme, 2009), principalmente en áreas con actividades portuarias de escala internacional (Carlton & Geller, 1993; Grosholz, 2002).

En ecosistemas marinos los invertebrados pueden representar los mayores casos de introducción de especies exóticas, por ejemplo, en Hawaii el 93% de especies marinas introducidas corresponden a estos organismos (Coles & Eldredge, 2002; Grigg, 2003; Kahng, 2006). Uno de los casos más conocidos de invertebrados marinos invasores corresponde al coral copo de nieve *Carijoa riisei* (Duchassaing de Fonbressin & Michelotti), el cual en caso de no considerarse como un complejo de especie críptica, se trataría de la única especie de coral con poblaciones nativas tanto en el Indo-Pacífico como en el Atlántico, incluyendo el mar Caribe y el Golfo de México (Concepción *et al.*, 2008). En Colombia este octocoral se cataloga como nativo en el mar Caribe, donde se ha registrado asociada a diferentes sustratos (Sánchez & Ballesteros, 2014).

Entre tanto, en la cuenca Pacífica Colombiana (CPC) se considera como un evento de introducción procedente del Caribe, posiblemente a través del canal de Panamá mediante el tráfico marítimo internacional (Quintanilla *et al.*, 2017; Sánchez & Ballesteros, 2014). Allí, *C. riisei* fue detectada por primera vez en el 2010 (Gutiérrez, 2010) y el registro de sus ocurrencias aumenta a

medida que incrementan los levantamientos biológicos en esta región, pues se ha detectado en áreas coralinas de las islas Gorgona y Malpelo, así como en Cabo Corrientes, donde se ha evidenciado que genera muerte masivas de octocorales nativos (Gutiérrez, 2010; Sánchez *et al.*, 2011; Sánchez & Ballesteros, 2014). Recientemente se registró asociada a estructuras artificiales sumergidas en Juanchaco y Tumaco (Ahrens *et al.*, 2021), la primera de estas localidades ubicada en inmediaciones del canal de acceso a la Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura, mientras que la segunda es sede de la Sociedad Portuaria Regional de Tumaco. A pesar de esto, poco se conoce de la distribución de *C. riisei* en ambas zonas portuarias, que corresponden a los dos principales puertos de la CPC en relación con los arribos y zarpes de tráfico marítimo internacional.

Con el fin de conocer el estado actual de *C. riisei* en ambas zonas portuarias y generar estrategias preventivas para evitar la transferencia de esta especie mediante las naves que arriben allí, el objetivo de esta investigación consiste en describir la frecuencia de aparición y asociación de *C. riisei* a la infraestructura portuaria de las dos principales áreas portuarias de la CPC.

Materiales y métodos

Área de estudio

Área portuaria de Tumaco

La ciudad de Tumaco se localiza al sur de la CPC (Figura 1A) y es sede de la segunda terminal marítima más importante de la región (Ospina, 2015). La terminal portuaria cuenta con un muelle de 300 m de longitud, así como con un canal de acceso compuesto por

20 boyas de señalización, con una profundidad que oscila entre 9-18 m (Caballero Gámez, 2013). Debido a las descargas de sedimentos de los ríos Curay, Colorado, Chagüi, Tablones, Mexicano, entre otros, la bahía presenta aguas turbias, con alta carga de materia orgánica y en general condiciones batimétricas particulares (Garay-Tinoco *et al.*, 2006).

Área portuaria de Buenaventura

Se localiza en la costa central de la CPC (Figura 1B) en la ciudad de Buenaventura, donde la terminal marítima presenta un canal de acceso de 31.5 km de extensión, con una profundidad promedio de 13.5 m en marea baja y está constituido por más

de 60 boyas de señalización. Este puerto multipropósito tiene una extensión de 620 ha y cuenta con 14 muelles que en total comprenden una longitud de alrededor de 2 km (Castro C. *et al.*, 2017). Debido a su cercanía a las principales ciudades del país, así como a las principales rutas de tráfico internacional de la región Asia-Pacífico, es la terminal marítima que presenta un mayor número de arribos en la CPC (Castro C. *et al.*, 2017; Escobar Gómez *et al.*, 2012; Serrano-Amaya & García, 2018). Como consecuencia de la interacción de las mareas y de las abundantes descargas fluviales de los ríos que desembocan en la bahía, la salinidad es generalmente baja y presenta variaciones espaciales importantes (Otero Díaz, 2005)

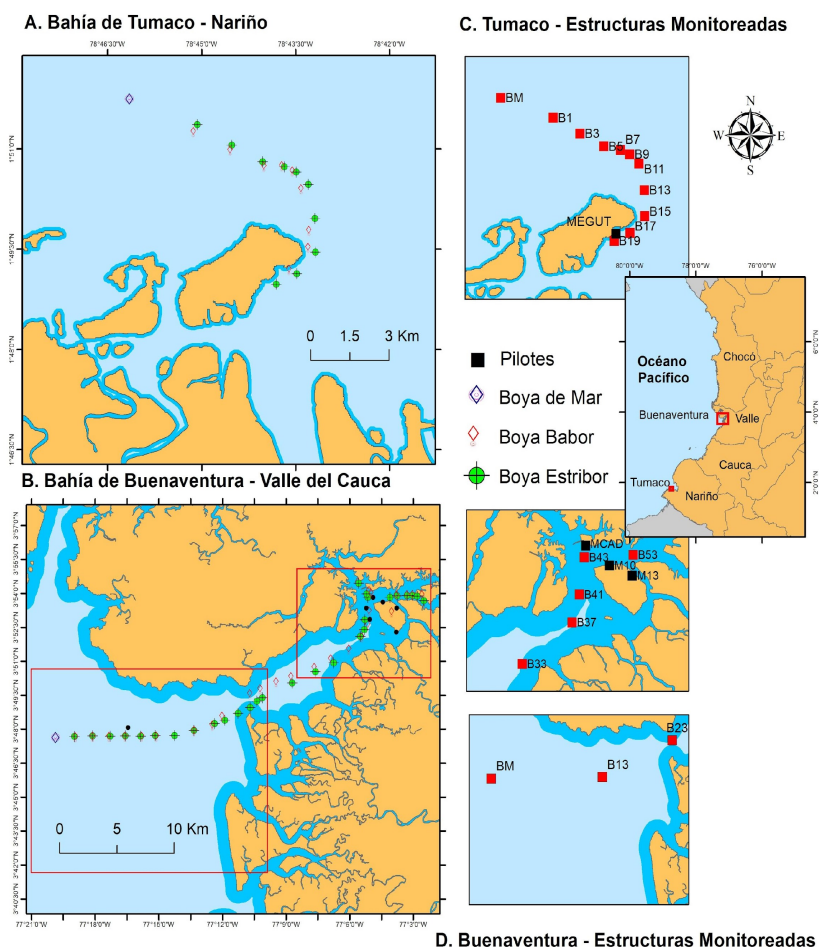


Figura 1. Área de Estudio A. Bahía de Tumaco B. Bahía de Buenaventura C. Estructuras monitoreadas en la bahía de Tumaco, donde: BM: Boya de Mar, B1: Boya 1, B3: Boya 3, B5: Boya 5, B7: Boya 7, B9: Boya 9, B11: Boya 11, B13: Boya 13, B15: Boya 15, B17: Boya 17, B19: Boya 19, y MEGUT: Pilote 1 y 2 del Muelle Estación de Guardacostas de Tumaco. D. Estructuras monitoreadas en la bahía de Buenaventura, donde: BM: Boya de Mar, B13: Boya 13, B23: Boya 23, B33: Boya 33, B37: Boya 37, B41: Boya 41, B43: Boya 43, B53: Boya 53, MCAD: Pilote de Muelle Agua Dulce, M10: Pilote de Muelle 10 Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura, y M13: Pilote de Muelle 10 Sociedad Portuaria Regional de Buenaventura.

Monitoreos a la infraestructura portuaria

A través de los levantamientos biológicos portuarios y mediante buceo con equipo autónomo (SCUBA), se inspeccionaron en 2020 once boyas de señalización y dos pilotes en Tumaco (Figura 1C), mientras que en 2021 en Buenaventura se monitorearon ocho boyas y tres pilotes (Figura 1D). Las inspecciones de las boyas de

señalización comprendieron la estructura flotante, el tren de fondeo y el peso muerto (Figura 2) puesto que difieren en su rugosidad según su composición (Tabla 1). Particularmente en el canal de acceso a la terminal portuaria de Tumaco, se incluyeron inspecciones en el área circundante a la infraestructura portuaria. En aquellas estaciones donde se encontró a *Carijoa riisei*, se obtuvieron muestras que fueron preservadas en formalina al 4%.

Al finalizar cada inmersión, se registró la presencia o ausencia del octocoral en cada estructura.

Identificación taxonómica

La identidad taxonómica de las colonias recolectadas se realizó bajo las claves de Devictor & Morton (2010) y se confirmó mediante el análisis de escleritas, así como los criterios de expertos internacionales soportados por capturas audiovisuales *in situ*.

Tabla 1. Composición de las estructuras portuarias monitoreadas.

Estructura	Composición
Pilote	Concreto
Estructura flotante (Boya)	Poliuretano
Tren de fondeo (Boya)	Acero inoxidable
Peso muerto (Boya)	Concreto

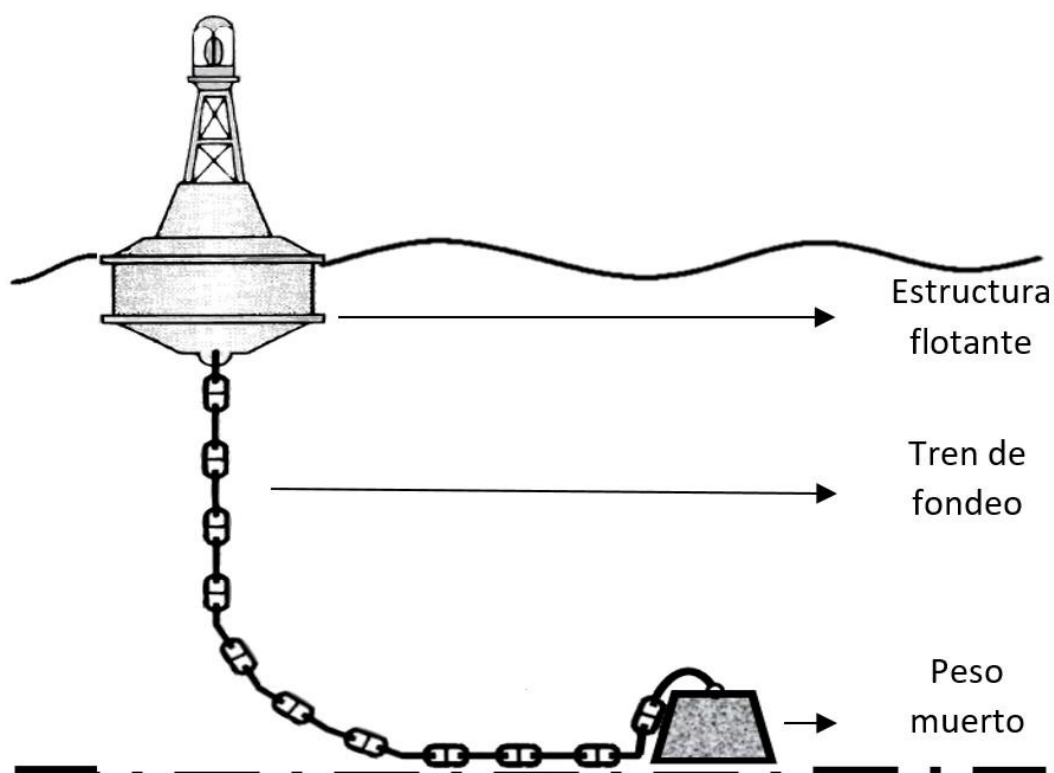


Figura 2. Estructuras que componen las boyas de señalización.

Resultados

Se observaron colonias de *Carijoa riisei* densamente ramificadas con coloraciones rojo-anaranjadas y pólipos blancos y blandos (Figura 3A). Las escleritas colénquimales de los

especímenes colectados fueron blancas en forma de varilla (Figura 3B - 3D) y varillas fusionadas (Figura 3E), delgadas, ramificadas y espinosas, coincidiendo con las descripciones de Devictor & Morton (2010), Dhivya et al. (2012) y Galván-Villa & Ríos-Jara (2018).

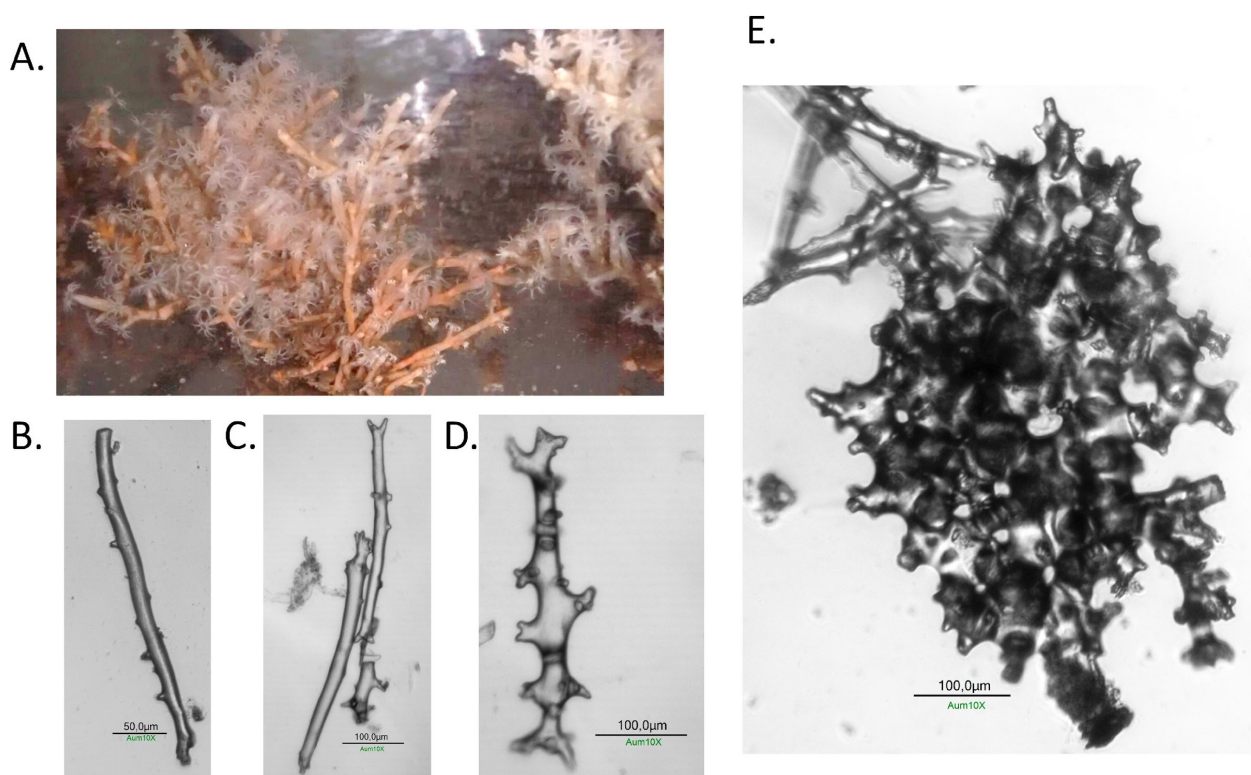


Figura 3. Identificación de *Carijoa riisei* en la bahía de Tumaco A. Estructura de la Colonia, B.C. D. Escleritas en forma de varilla “rods”, E.varillas fusionadas “fused rods”

Las colonias de *Carijoa riisei* fueron encontradas en dos pilotes en el muelle de Guardacostas en el complejo naval de El Morro, área portuaria de Tumaco MEGUT (Figura 1C, Tabla 2) y tan solo en una de las once boyas de señalización monitoreadas (B19, Figura 1C, Tabla 2) en el canal de acceso al puerto. En esta boya se registró la presencia de colonias únicamente en la estructura flotante, mientras que no se

encontró evidencia de asociaciones entre el octocoral con el tren de fondeo ni con el peso muerto los cuales reposaban en fondos blandos (Figura 2). Sin embargo, en las inspecciones realizadas en los alrededores del peso muerto de esta boya, se encontraron afloramientos rocosos y embarcaciones hundidas con coberturas de este octocoral, siendo de hecho el sustrato donde se observaron los mayores

tamaños de las colonias (Figura 4A) e incluso, se observó competencia por espacio con el octocoral nativo *Leptogorgia alba* (Figura 4B) evidenciando crecimiento sobre las ramas de esta especie por parte de *C. riisei*. También se encontraron restos de algunos especímenes de *L. alba* que habían sido desprendidos del sustrato y

se logró evidenciar la destrucción parcial de la colonia donde estaban los pólipos de *C. riisei* (Figura 4C y Figura 4D). En el área portuaria de Buenaventura no se registró presencia de este octocoral en ninguna de las estructuras portuarias monitoreadas en la fecha de este monitoreo (Tabla 2).

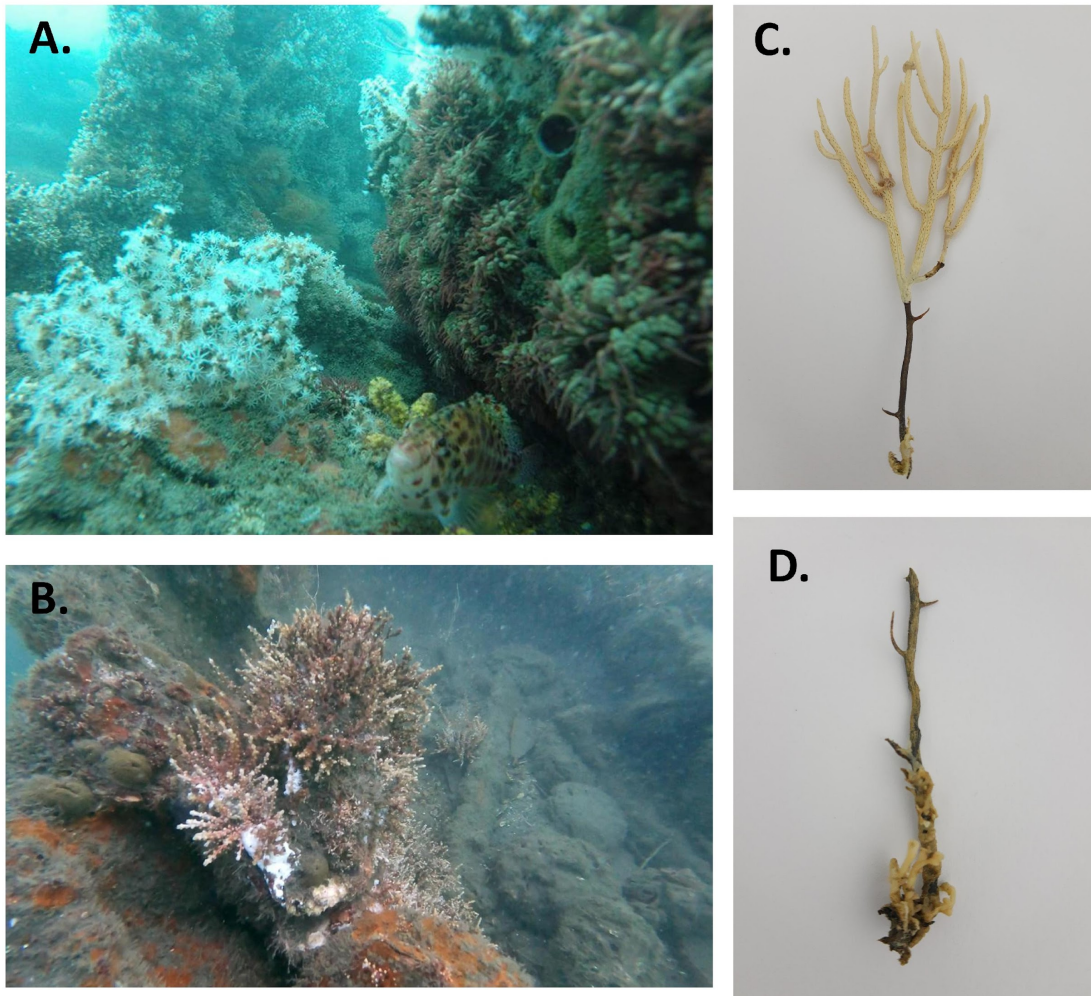


Figura 4. A. Colonias de *Carijoa riisei* en estructuras artificiales sumergidas (embarcaciones) en la bahía de Tumaco. B. Presencia de *Carijoa riisei* sobre *Leptogorgia alba* en estructuras artificiales sumergidas. C. Restos de *Leptogorgia alba* con evidencia del daño que ocasiona el crecimiento de las colonias de *C. riisei* sobre sus estructuras. D. Pólipos de *C. riisei* adheridos sobre la base de restos de una colonia de *L. alba*.

Tabla 2. Incidencia de *Carijoa riisei* en las estructuras monitoreadas.

Estructura portuaria Tumaco	Presencia (+) Ausencia (-)	Estructura portuaria Buenaventura	Presencia (+) Ausencia (-)
BM	-	BM	-
B1	-	B13	-
B3	-	B23	-
B5	-	B33	-
B7	-	B37	-
B9	-	B41	-
B11	-	B43	-
B13	-	B53	-
B15	-	MCAD	-
B17	-	M10	-
B19	+	M13	-
MEGUT1	+		
MEGUT2	+		

Discusión

La existencia de registros previos de *Carijoa riisei* en sustratos artificiales sumergidos en el área portuaria de Tumaco, así como en las inmediaciones del área portuaria de Buenaventura (Ahrens *et al.*, 2021), sugerían que era probable encontrar una alta densidad de este octocoral en la infraestructura de las terminales marítimas monitoreadas, sin embargo, los resultados de este monitoreo muestran una densidad menor de la esperada. No obstante, lo encontrado en el área portuaria de Tumaco coincide con lo afirmado por Sánchez & Ballesteros (2014), al encontrarse a *C. riisei* sobre octocorales nativos como *Leptogorgia alba* y con Colin & Arneson (1995), quienes la describen como una especie común en superficies de boyas, muelles, cascos de barcos y arrecifes rocosos o artificiales en ambientes con aguas turbias. La presencia de la especie en los pilotes inspeccionados, así como en

embarcaciones sumergidas y afloramientos rocosos, es decir los sustratos con mayor rugosidad, sugieren que la composición del sustrato incide en el establecimiento de este octocoral. En Hawaii, Kahng & Grigg (2005) registraron a *C. riisei* asociada a sustratos de rugosidad variable, como caucho, cuerdas de nylon y afloramientos rocosos localizados en aguas con alto flujo de corrientes, mientras que la especie no fue detectada en sustratos donde este flujo era mínimo, sugiriendo que la localización y orientación del sustrato son factores más determinantes que la composición de este para el establecimiento de este octocoral.

En la CPC se ha registrado a *C. riisei* en áreas con alto flujo de corrientes, sin embargo su presencia no persiste en el tiempo en estas áreas (Sánchez & Ballesteros, 2014) y algunas veces se ha detectado en zonas con menor

intensidad de flujo, por tanto este no parece ser un factor determinante para que la especie ocupe algún sustrato. Por otra parte, la salinidad es considerada como un factor que limita la presencia de *C. riisei*, pues se ha registrado que presenta un rango límite de tolerancia entre 15 – 20 UPS, debido a que en condiciones menores a 15 UPS las colonias de este octocoral mueren en menos de dos horas (Kahng & Grigg, 2005). Para el caso de Buenaventura, la salinidad podría ser la causante de la ausencia de este octocoral, debido a que esta varía entre 10 – 19 UPS entre marea baja y alta respectivamente (Otero Díaz, 2005); además las precipitaciones en el área son altas debido a su ubicación geográfica dentro de la convergencia intertropical (Díaz-Ochoa & Quiñones, 2008). En los levantamientos previos realizados por Ahrens *et al.* (2021), se registró a *C. riisei* en los pilotes del faro de Juanchaco, en cercanías de la bahía externa donde la salinidad varía entre 16 UPS en marea baja y 28 UPS en marea alta (Otero Díaz, 2005).

A pesar de lo mencionado anteriormente, aseverar que la presencia de *C. riisei* en las dos principales áreas portuarias de la CPC está determinada por los factores considerados aquí es prematuro, especialmente cuando se trata de una especie tan particular en términos biológicos y ecológicos (Kahng & Grigg, 2005; Otero Díaz, 2005), así como taxonómicos y filogenéticos (Concepcion *et al.*, 2008, 2010; Quintanilla *et al.*, 2017). Sin embargo, hay rasgos de su biología reproductiva que pueden explicar la dinámica de la ocupación de esta especie como la reproducción asexual a través de la estolonización, la propagación vegetativa, la alta fecundidad, la gametogénesis continua durante todo el

año y su madurez reproductiva muy rápida comparada con otras especies de octocorales (Kahng *et al.*, 2008). Estos rasgos permiten a esta especie colonizar fácilmente áreas que presenten condiciones temporales adecuadas y desaparecer cuando estas cambien. Otro rasgo de su biología reproductiva que puede marcar una clara ventaja a la hora de colonizar sustratos artificiales es la producción de gametos de forma asincrónica y con flotabilidad negativa, lo que obliga a que la reproducción sexual sea dependiente de la densidad favoreciendo su adhesión al fondo bentónico de manera rápida y exitosa (Kahng *et al.*, 2008).

La presencia de *C. riisei* en estructuras artificiales sumergidas, principalmente embarcaciones pequeñas, en áreas portuarias constituye un hallazgo relevante, puesto que al representar un sustrato idóneo para el crecimiento de este octocoral puede favorecer el establecimiento y mantenimiento de la población en el área y su posterior dispersión a otras áreas como *fouling* a través de vectores como los buques de cabotaje o los buques de tráfico internacional o como estadios larvales en aguas de lastre. La relación entre estas estructuras artificiales sumergidas, como los naufragios o plataformas petroleras y la expansión de especies invasoras de corales ya ha sido descrita en Brasil por Soares *et al.* (2020), donde evidenciaron que los naufragios son claves para la dispersión y la extensión del rango de distribución de especies de *Tubastraea* desde la costa hasta las plataformas *off-shore*.

Conclusiones

Se concluye entonces que el área portuaria de Tumaco presenta unas condiciones más favorables para la presencia de *C. riisei*, sobre todo en los

pilotes portuarios, embarcaciones hundidas y afloramientos rocosos. Sin embargo, no se encontraron asociaciones estrechas entre el octocoral y las boyas de señalización. En contraste, en el área portuaria de Buenaventura no fue registrada en ninguna de las estructuras inspeccionadas, donde se cree que la salinidad es el factor causante de su ausencia. Se debe contemplar el monitoreo con la medición de parámetros ambientales *in situ*, así como ecológicos y biológicos de la especie misma, para así lograr una valoración más cercana a la realidad de la dinámica de ocupación y comportamiento de esta especie en estas áreas.

Esta investigación se consolida como un aporte científico para la toma de decisiones de las autoridades nacionales, al evidenciar que el hundimiento de embarcaciones en áreas portuarias, puede favorecer a la expansión de la distribución de *C. riisei* y al aumento del riesgo de transferencia de este octocoral desde la zona portuaria de Tumaco. Asimismo, estos resultados evidencian la importancia de monitorear temporalmente este invertebrado invasor, con el fin de ampliar la información de su estado en áreas portuarias e implementar medidas preventivas que eviten el dominio de los ecosistemas portuarios y estratégicos de esta región que favorezcan la implementación de actividades portuarias seguras.

Agradecimientos

Especiales agradecimientos al Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP). Igualmente, a la Armada Nacional, particularmente a los grupos de salvamento de las Estaciones de

Guardacostas de Buenaventura y Tumaco (EGUB y EGUT), así como la tripulación del ARC Providencia, por su invaluable apoyo, acompañamiento y prestación de las instalaciones para la ejecución de esta investigación.

Referencias

- Ahrens, M., Osorio Cardoso, J. S., Bernal de la Torre, L. A., Prado Valencia, K., Molina, F., Lopez Sanchez, M., Andramunio Acero, C. P., & Dorado Roncancio, J. 2021. Levantamientos portuarios de fitoplancton, zooplancton, perifiton y macrozoobentos en el Pacífico colombiano. v1.0. Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Dataset/Samplingevent. <https://doi.org/10.15472/fxemvo>
- Caballero Gámez, M. 2013. Una infraestructura portuaria eficiente y competitiva en Colombia. Diagnóstico y perspectivas [PhD thesis]. Universidad Militar Nueva Granada.
- Carlton, J. T., & Geller, J. B. 1993. Ecological Roulette: The global transport of nonindigenous marine organisms. *Science*, 261(5117), 78–82. <https://doi.org/10.1126/science.261.5117.78>
- Castro C., O., Soler N., E., Umaña C., R., & Yepes L., C. 2017. Infraestructura portuaria en Colombia asimetrías entre el puerto de Buenaventura y el puerto de Cartagena para el año 2015. *Universidad & Empresa*, 19(32), 87–106. <https://doi.org/10.12804/http://revistas.urosario.edu.co/index.php/empresa/article/view/4788>

- Coles, S. L., & Eldredge, L. G. 2002. Nonindigenous species introductions on Coral Reefs: A need for information. *Pacific Science*, 56(2), 191–209. <https://doi.org/10.1353/psc.2002.0010>
- Colin, P. L., & Arneson, A. C. 1995. *Tropical Pacific Invertebrates* (p. 296). Coral Reef Press/Under Watercolours.
- Concepcion, G. T., Crepeau, M. W., Wagner, D., Kahng, S. E., & Toonen, R. J. 2008. An alternative to ITS, a hypervariable, single-copy nuclear intron in corals, and its use in detecting cryptic species within the octocoral genus *Carijoa*. *Coral Reefs*, 27(2), 323–336. <https://doi.org/10.1007/s00338-007-0323-x>
- Concepcion, G. T., Kahng, S. E., Crepeau, M. W., Franklin, E. C., Coles, S. L., & Toonen, R. J. 2010. Resolving natural ranges and marine invasions in a globally distributed octocoral (genus *Carijoa*). *Marine Ecology Progress Series*, 401, 113–127. <https://doi.org/10.3354/meps08364>
- Devictor, S. T., & Morton, S. L. 2010. *Identification guide to the shallow water (0-200 m) octocorals of the South Atlantic Bight* (Vol. 62, pp. 1–62). <https://doi.org/10.11646/zootaxa.2599.1.1>
- Dhivya, P., Sachithanandam, V., & Mohan, P. M. 2012. New record of *Carijoa riisei* at Wandoor-Mahatma Gandhi marine national park [MGMNP], Andaman and Nicobar Islands, India. *Indian Journal of Marine Sciences*, 41(3), 212–214.
- Díaz-Ochoa, J. A., & Quiñones, R. A. 2008. Relationship of precipitation, freshwater input, and sea level height with the abundance of the white shrimp (*Litopenaeus occidentalis*; street, 1871) off buenaventura, eastern tropical pacific. *Fisheries Research*, 92(2-3), 148–161. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.01.002>
- Duchassaing de Fonbressin, Placide, & Michelotti, Giovanni. *Mémoire sur les coralliaires des antilles* (p. 256). Turin, De l'imprimerie royale, 1860. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/43285>
- Escobar Gómez, I. X., Suarique Ávila, D. K., & Sotelo Blanco, M. A. 2012. Diagnóstico de la situación portuaria de Buenaventura para realizar comercio Asia Pacifico (p. 118) [PhD thesis, Universidad del Rosario]. <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/3726/1020736014-2012.pdf?sequence=1>
- Galván-Villa, C. M., & Ríos-Jara, E. 2018. First detection of the alien snowflake coral *Carijoa riisei* (Duchassaing and Michelotti, 1860) (Cnidaria: Alcyonacea) in the port of Manzanillo in the Mexican Pacific. *BioInvasions Records*, 7(1), 1–6. <https://doi.org/10.3391/bir.2018.7.1.01>
- Garay-Tinoco, J. A., Gómez-López, D. I., & Ortiz-Galvis, J. R. 2006. Integral diagnosis on the biophysical and socioeconomic impact related to the effect of pollution from land based activities on the pacific coastal zone Tumaco bay, Colombia and basic guidelines for a management plan (J. A. Garay-Tinoco, D. I. Gómez-

-
- López, & J. R. Ortiz-Galvis, Eds.; Project of, p. 290).
- Grigg, R. W. 2003. Invasion of a deep black coral bed by an alien species, *Carijoa riisei*, off Maui, Hawaii. *Coral Reefs*, 22(2), 121–122.
<https://doi.org/10.1007/s00338-003-0306-5>
- Grosholz, E. 2002. Ecological and evolutionary consequences of coastal invasions. *Trends in Ecology & Evolution*, 17(1), 22–27. [https://doi.org/10.1016/S0169-5347\(01\)02358-8](https://doi.org/10.1016/S0169-5347(01)02358-8)
- Gutiérrez, A. 2010. Evaluación del impacto de una especie de octocoral invasora (*Carijoa riisei*) en el Pacífico Oriental tropical. Universidad de Los Andes, Bogotá, Colombia.
- Hulme, P. E. 2009. Trade, transport and trouble: Managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, 46(1), 10–18. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01600.x>
- Kahng, S. E. 2006. Ecology and ecological impact of an alien octocoral, *Carijoa riisei*, in Hawai'i [PhD thesis]. University of Hawai'i.
- Kahng, S. E., Benayahu, Y., Wagner, D., & Rothe, N. 2008. Sexual reproduction in the invasive octocoral *Carijoa riisei* in Hawai'i. *Bulletin of Marine Science*, 82(1), 1–17.
- Kahng, S. E., & Grigg, R. W. 2005. Impact of an alien octocoral, *Carijoa riisei*, on black corals in Hawaii. *Coral Reefs*, 24(4), 556–562.
<https://doi.org/10.1007/s00338-005-0026-0>
- Molnar, J. L., Gamboa, R. L., Revenga, C., & Spalding, M. D. 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(9), 485–492.
<https://doi.org/10.1890/070064>
- Ojala, J., & Tenold, S. 2017. Maritime trade and merchant shipping: The shipping/trade ratio since the 1870s. *International Journal of Maritime History*, 29(4), 838–854. <https://doi.org/10.1177/0843871417724692>
- Ospina, J. 2015. Gestión del sistema de control de tráfico marítimo en Colombia:177.
- Otani, M., Oumi, T., Uwai, S., Hanyuda, T., Prabowo, R. E., Yamaguchi, T., & Kawai, H. (2007). Occurrence and diversity of barnacles on international ships visiting Osaka Bay, Japan, and the risk of their introduction. *Biofouling*, 23(4), 277–286. <https://doi.org/10.1080/08927010701315089>
- Otero Díaz, L. J. 2005. Aplicación de un Modelo Hidrodinámico Bidimensional para describir las Corrientes y la Propagación de la Onda de Marea en la Bahía de Buenaventura. *Boletín Científico CCCP*, 12, 9–21. https://doi.org/10.26640/01213423.12.9_21
- Quintanilla, E., Wilke, T., Ramírez-Portilla, C., Sarmiento, A., & Sánchez, J. A. 2017. Taking a detour: invasion of an octocoral into the Tropical Eastern Pacific. *Biological Invasions*, 19(9), 2583–2597.
<https://doi.org/10.1007/s10530-017-1469-2>

- Richardson, D. M., & Pyšek, P. 2007. Elton, C.S. 1958: The ecology of invasions by animals and plants. London: Methuen. Progress in Physical Geography, 31(6), 659–666.
<https://doi.org/10.1177/0309133307087089>
- Ruiz, G. M., Carlton, J. T., Grosholz, E. D., & Hines, A. H. 1997. Global invasions of marine and estuarine habitats by non-indigenous species: mechanisms, extent, and consequences. American Zoologist, 37(6), 621–632.
<https://doi.org/10.1093/icb/37.6.621>
- Sánchez, J. A., & Ballesteros, D. 2014. The invasive snowflake coral (*Carijoa riisei*) in the tropical Eastern Pacific, Colombia. Revista de Biología Tropical, 62, 199–207.
<https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.16276>
- Sánchez, J. A., Gómez, C. E., Escobar, D., & Dueñas, L. F. 2011. Diversidad, Abundancia y Amenazas de los Octocorales de la Isla Malpelo, Pacífico Oriental Tropical, Colombia. Boletín de Investigaciones Marino Costeras, 40, 139–154.
<https://doi.org/10.25268/bimc.inve.mar.2011.40.0.136>
- Serrano-Amaya, S. M., & García, L. Y. 2018. Análisis espacial de la infraestructura portuaria en la costa Pacífica de Panamá y Colombia (2000 - 2015) [PhD thesis, Universidad Católica de Colombia.
<http://ieeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf>
<http://www.lib.murdoch.edu.au/find/citation/ieee.html>
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.022>
<https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper>
<https://tore.tuhh.de/han>
- Soares, M. de O., Salani, S., Paiva, S. V., & Braga, M. D. A. 2020. Shipwrecks help invasive coral to expand range in the Atlantic Ocean. Marine Pollution Bulletin, 158(July), 111394.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111394>