



Estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas de Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*, Linnaeus 1752), en la Ensenada de Rionegro (Necoclí – Antioquia)

Carlos Andrés Sisquiarco Torreglosa

Trabajo de grado para optar al título de Ecólogo de Zonas Costeras

Director

Fernando José Parra-Velandia *DrSc.*

Universidad de Antioquia

Corporación Académica Ambiental

Ecología de Zonas Costeras

Sede Ciencias del Mar

Turbo 2023

Cita

(Sisquiarco-Torreglosa, 2023)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Sisquiarco-Torreglosa, C. A. (2023). *Estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas de Mangle Rojo (Rhizophora mangle. Linnaeus 1752), en la Ensenada de Rionegro (Necoclí – Antioquia). Trabajo de investigación (Pregrado en Ecología de Zonas Costeras). Universidad de Antioquia. Turbo.*



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

DEDICATORIA

A mi Madre

Gracias por el apoyo en cada etapa de mi vida y de la carrera.

Esto es para Ti

A Mauro

Siempre conté contigo como hermano, fuiste la figura paterna que tuve desde la muerte de Papá, nuestra relación fue de hermanos, de padre e hijo y de amigos. Me apoyaste en cada etapa de mi vida y aplaudiste cada logro.

Hoy me haces demasiada falta, la familia no se ha repuesto de tu partida.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a la Corporación para el Desarrollo Sostenible de Urabá (CORPOURABA) por su apoyo financiero y en la gestión de permisos para llevar a cabo esta investigación (Contrato de investigación 200-03-10-99-2666-2021, 22-12-2021). Asimismo, deseo agradecer a la Universidad de Antioquia, Seccional Urabá-Sede Ciencias del Mar, a la Corporación Académica Ambiental, al pregrado de Ecología de Zonas Costeras y al grupo GEOc (COL0142485) por su valiosa contribución y apoyo logístico en este proyecto.

Al profesor Fernando por el acompañamiento, apoyo y guía en esta investigación y durante toda la carrera.

A todos los profesores que me brindaron su experiencia y conocimiento en todos estos años de Universidad.

A Esneider Bravo, Carlos Nobles, y demás compañeros de pregrado tanto de Ecología de Zonas Costeras como de Oceanografía, aprendí mucho de cada uno de ustedes.

A todos infinitas gracias.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN	8
HIPÓTESIS	10
OBJETIVOS	11
General	11
Específicos	11
METODOLOGÍA	12
Área de estudio.....	12
Fase de Campo	14
Medición de parámetros fisicoquímicos.....	14
Toma de muestras biológicas	14
Fase de Laboratorio.....	14
Análisis Estadístico	15
Componente Fisicoquímico.....	15
Componente Biológico.....	15
RESULTADOS	16
Condiciones fisicoquímicas durante el muestreo	16
Temperatura	17
Salinidad.....	17
Conductividad	18
Densidad.....	18
Componente Biológico.....	19
Área radicular	19
Caracterización taxonómica y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados	19
Índices de diversidad.....	22
Análisis de clasificación y ordenación	23
DISCUSIÓN	25
CONCLUSIONES	28
RECOMENDACIONES	29
BIBLIOGRAFÍA.....	30
ANEXO A FICHAS DE IDENTIFICACIÓN DE INDIVIDUOS EN LA ENSENADA DE RIONEGRO	34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Posición geográfica y error circular de las estaciones de muestreo para el presente estudio. * Las coordenadas de las estaciones 5 y 6 se basan en referencia posterior realizada en ArcMap, por ello no se reporta error horizontal ni vertical.	13
Tabla 2. Valores promedio y desviación estándar de las variables fisicoquímicas analizadas. Datos tomados 01/05/2022. Medidas tomadas con CTD castaway de 9:25 am a 3:20 pm. * En las estaciones 5 y 6 por dificultades operativas con el CTD Castaway no se obtuvieron datos de las variables fisicoquímicas.	17
Tabla 3. Promedio de superficie de raíz (m^2). Promedio de densidad de organismos (ind/m^2). Desviación estándar. Muestreo 01 de mayo de 2022.	19
Tabla 4. Abundancia por estaciones de macroinvertebrados asociados a raíces de Mangle Rojo en la Ensenada de Rionegro, discriminados por Phylum, clases, familias y especies.	20
Tabla 5. Disimilaridad porcentual (SIMPER) de los macroinvertebrados hallados por estaciones en la Ensenada de Rionegro.	21
Tabla 6. Índices de Diversidad de Shannon, de Equitatividad de Pielou y de Riqueza de Margalef de los macroinvertebrados colectados en la Ensenada de Rionegro. Número de especies (S). Número de individuos (N).	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Golfo de Urabá, Ensenada de Rionegro y estaciones de muestreo. La imagen de la izquierda corresponde a imagen de Satélite SENTINEL 2 de 2017. Las estaciones se numeran de 1 al 9. Las estaciones 5 y 6 son aproximadas pues los datos de las coordenadas no se obtuvieron por fallas en el CTD.....	12
Figura 2. Toma de raíces en la Ensenada de Rionegro.	14
Figura 3. Proceso de separación, identificación y toma de fotografías de los macroinvertebrados.	15
Figura 4. Perfiles de temperatura (a), salinidad (b), conductividad (c) y densidad (d) en la estaciones de muestreo el primero de mayo del 2022. Las líneas horizontales indican el punto de variación (clina) de la variable.	18
Figura 5. Especies representativas de moluscos y artrópodos. <i>M. sallei</i> , <i>P. perna</i> , <i>P. herbstii</i> , <i>A. amphitrite</i> . Ver anexo A para el resto de especies.	21
Figura 6. Curva de acumulación de especies por muestras, utilizando el estimador Michaelis y Menten.....	23
Figura 7. Dendrograma de similaridad (distancias de Bray-Curtis) de las densidades por muestras en la Ensenada de Rionegro, para especies con abundancias mayores al 1%. Corte de similaridad de 65%. Las cajas de color verde, amarillo, azul y rojo agrupa las muestras con similaridad superior al 65%.	23
Figura 8. Resultados del análisis multivariante.....	24

RESUMEN

Los ecosistemas de Mangle Rojo se encuentran asociados a sistemas acuáticos dulceacuícolas, salobres y marinos que albergan una gran diversidad de especies animales en sus raíces. Estas raíces juegan un papel importante en la red trófica de estos sistemas, permitiendo el flujo de energía y materia entre productores y consumidores de alto nivel. En la Ensenada de Rionegro, se llevó a cabo la caracterización de la estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas de Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*), con el fin de determinar la relación entre la estructura de la comunidad de macroinvertebrados y algunos parámetros fisicoquímicos y espaciales. Para este estudio, se colectaron raíces sumergidas de Mangle Rojo en diferentes parches de bosque de manglar, y se midieron la conductividad, temperatura, salinidad y densidad con ayuda de un CTD Castaway. En total, se registraron 23,878 organismos, pertenecientes a 5 clases, 13 familias y 17 especies, siendo Mollusca (92.7%), Arthropoda (6.3%) y Bryozoa (1%) las clases más representativas. La especie *Mytilopsis sallei* fue la más abundante (52.9%) en el área. Los análisis multivariantes realizados para caracterizar la comunidad de macroinvertebrados indicaron que el área de estudio se divide en dos zonas: la zona norte lejana de la boca de la Ensenada, que presentó una alta abundancia de *Mytilopsis sallei*, *Brachidontes exustus* y *Crassostrea rhizophorae*; y la zona sur con estaciones aledañas a la boca de la Ensenada, que presentaron una alta abundancia de *C. rhizophorae*, *Perna perna* y *M. sallei*. El arreglo de las estaciones arrojó valores de similitud entre el 65% y el 80%.

Palabras claves: Golfo de Urabá, abundancia, composición, moluscos y crustáceos.

ABSTRACT

Red mangrove ecosystems are associated with freshwater, brackish, and marine aquatic systems that host a great diversity of animal species in their roots. These roots play an important role in the trophic network of these systems, allowing the flow of energy and matter between high-level producers and consumers. In the Ensenada de Rionegro, the characterization of the structure of the macroinvertebrate community associated with the submerged roots of Red Mangrove (*Rhizophora mangle*) was carried out to determine the relationship between the structure of the macroinvertebrate community and some physicochemical and spatial parameters. For this study, submerged Red Mangrove roots were collected from different patches of mangrove forest, and conductivity, temperature, salinity, and density were measured using a CTD Castaway. In total, 23,878 organisms were recorded, belonging to 5 classes, 13 families, and 17 species, with Mollusca (92.7%), Arthropoda (6.3%), and Bryozoa (1%) being the most representative classes. The species *Mytilopsis sallei* was the most abundant (52.9%) in the area. Multivariate analyses performed to characterize the macroinvertebrate community indicated that the study area is divided into two zones: the northern zone far from the mouth of the Ensenada, which had a high abundance of *Mytilopsis sallei*, *Brachidontes exustus*, and *Crassostrea rhizophorae*; and the southern zone with stations near the mouth of the Ensenada, which had a high abundance of *C. rhizophorae*, *Perna perna*, and *M. sallei*. The arrangement of the stations yielded similarity values between 65% and 80%.

Keywords: Uraba Gulf, abundance, composition, mollusks and crustaceans.

Introducción

Los ecosistemas de bosque de manglar son sistemas costeros ubicados en las zonas intermareales de los trópicos y subtropicos, conformados por plantas halófitas facultativas de tipo arbóreo o arbustivo, que tienen en común una gran variedad de adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas como la presencia de raíces en forma de zancos o tabloides, estructuras para intercambio gaseoso (lenticelas y neumatóforos) y reproducción por embriones vivíparos capaces de flotar, adaptaciones que les permite habitar en ambientes extremos con sustratos inestables, alto contenido de materia orgánica, altas temperaturas, bajas concentraciones de oxígeno (Hutchings y Saenger, 1987; Ball y Farquhar, 1984).

Los bosques de manglar, a nivel mundial ocupan un área de 13'776,000 ha, y en Colombia ocupan 289,122.3 ha (Gómez-Cubillos et al., 2014). De las 72 especies de manglar reportadas mundialmente, en Colombia se han registrado nueve, cinco de ellas en el Caribe colombiano. Se destaca *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo) cuyas raíces aéreas posibilitan el flujo de oxígeno en ambientes anegados y afianzan suelos inestables de la línea de costa (Hogarth, 2007).

Este ecosistema se encuentra entre los más productivos del planeta debido al flujo energético basado en nutrientes inorgánicos y la exportación de materia orgánica (Álvarez-León et al., 2009). Alberga más de 80 especies de flora y 1,300 especies de fauna (Salem y Mercer, 2012). Estas características los hacen complejos para el estudio de su biología y ecología, siendo el recambio de agua salina y dulce el carácter que los distingue de otros sistemas tipo humedal (FAO, 2007), en ellos el régimen de salinidad determina en gran parte la composición y los cambios temporales y espaciales en la estructura de la biota asociada a las raíces y tallos de mangle (Rojas, 2003).

En el Golfo de Urabá el principal impacto que sufren los bosques de manglar es la extracción de tallos de *R. mangle* para la construcción, combustible y muebles (CORPOURABA, 2003). Dicha extracción amenaza tanto al bosque como a las especies de mamíferos, reptiles, aves y macroinvertebrados que lo utilizan como su hábitat temporal o permanente (INVEMAR, 2007). Otra amenaza es el deterioro en las condiciones fitosanitarias causado por la presencia de agallas en los árboles de *R. mangle* (tronco, ramas, raíces), estas agallas semejan un afloramiento de la corteza externa, de consistencia dura y sin ningún tipo de secreción, su origen en el Golfo de Urabá es aún desconocido (Urrego et al., 2010).

Numerosos macroinvertebrados en el submareal de los bosques de manglar (artrópodos, briozoos y moluscos) suelen necesitar de un sustrato sólido para fijarse y se establecen en las raíces semisumergidas de manglar creando microhábitats que permiten a su vez el desarrollo de una amplia diversidad de especies acuáticas y terrestres que encuentran un lugar para protegerse de los depredadores (García y Correa, 2006). La comunidad de organismos macroinvertebrados no solo está asociada a las raíces de Mangle Rojo (*R. mangle*), también al tronco, hojas, y a las condiciones fisicoquímicas de la zona estuarina. La variación de esta comunidad tanto en número de especies como en abundancia depende principalmente del nivel de tolerancia que tengan frente a los cambios en la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto (Hernández-Alcántara y Solís-Weiss, 1995). Las raíces sumergidas de *R. mangle* constituyen un sustrato adecuado para el establecimiento a una amplia variedad de macroinvertebrados como esponjas, cnidarios, moluscos, crustáceos y anélidos que se adhieren o desplazan sobre la superficie de las raíces y aprovechan el material orgánico en suspensión (Sánchez-Páez et al., 2000). Estas comunidades se consideran un grupo de interés para la valoración de la calidad del agua, pues presentan características intrínsecas como una alta diversidad alimentaria, diferentes ciclos de vida y una taxonomía bien estudiada (Alonso y Camargo, 2005).

Los macroinvertebrados son importantes ecológicamente dentro de los sistemas estuarinos debido a que actúan como eslabones entre los productores primarios y niveles tróficos superiores. De esta manera sirven de almacén de carbono orgánico dentro de dichos sistemas (Llansó et al., 2004). La comunidad de macroinvertebrados en los manglares está dominada en gran medida por las clases Gastropoda y Bivalvia, por lo que es común encontrar moluscos de hábitos filtradores como Ostreidae (Hogarth, 2007).

En el Caribe, la epibiosis de las raíces sumergidas de *R. mangle* en la bahía de la Ascensión (México), está compuesta por 22 especies de algas y 27 especies invertebrados, existe gran diferencia en la composición de especies entre las raíces de la misma localidad, y no se encuentra una marcada dominancia de alguna especie en las raíces de una misma localidad (Inclán, 1989). La evaluación de la variación vertical de macroinvertebrados asociados a raíces de *R. mangle* en la laguna costera de la Mancha (Veracruz, México), en el mar Caribe, registra que la partes bajas de las raíces tienen la mayor biomasa, abundancia y riqueza (28 especies), predominando los moluscos en abundancia y biomasa y los crustáceos en riqueza (14 especies). Así mismo la sección inferior de las raíces suele ser heterogénea en abundancia y riqueza, mientras que las secciones superiores suelen ser más homogéneas (Ruíz y López-Portillo, 2014).

El análisis de los patrones espaciales de biodiversidad en raíces de mangle a cuatro escalas (parque, sector, sitios y raíces vecinas) en el PN Morrocoy y PN La Restinga (Venezuela) encontró 35 especies epibiontes y mostró que la mayor variación de la riqueza de especies (diversidad alfa) se da entre los parques, seguida por las raíces vecinas, sectores y sitios, mientras que el patrón opuesto (raíces, parques, sectores y sitios) fue encontrado para la diversidad beta (Guerra-Castro et al., 2016).

En el Caribe Colombiano se han realizado varios estudios sobre la comunidad de macroinvertebrados, o los grupos más representativos, asociados a raíces de Mangle Rojo. En Bahía Chengue (PNN Tayrona), un experimento de colonización de macroinvertebrados sobre raíces de *R. mangle* encontró 70 especies de macroinvertebrados (mayoría crustáceos), con 52 de estas especies reclutadas sobre estacas en ambiente marino y 53 especies sobre estacas en ambiente lagunar (Reyes y Campos, 1992). En la Ciénaga La Boquilla (San Onofre, Sucre) la estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces del Mangle Rojo está compuesta por 33 especies, la mayoría de ellas de origen marino, dominancia de artrópodos y la similaridad entre las raíces no presentó diferencias espaciales ni cambios en el tiempo (Quiceno y Palacio, 2008).

En la Bahía de Cispatá (Córdoba) la descripción de la composición y abundancia de la comunidad de moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas del Mangle Rojo indicó la presencia de 16 especies (mayor abundancia de moluscos); mientras que las variables fisicoquímicas que influenciaron la diversidad fueron la salinidad y los sólidos suspendidos totales favoreciendo especies con tolerancia a cambios de salinidad y de hábitos filtradores (Moreno, 2007). También en la bahía de Cispatá, un estudio más amplio sobre los macroinvertebrados asociados a raíces de Mangle Rojo encontró 44 especies (mayoría crustáceos) y reportó cambios en la densidad de organismos en el mes de marzo frente al mes de febrero (Quijano, 2009).

En el Golfo de Urabá se han reportado 8 especies de gasterópodos y bivalvos (4 de cada uno), una alta dominancia de falsos mejillones, baja riqueza de moluscos y la ocurrencia de especies predominantemente estuarinas ampliamente distribuidas y observadas en la epifauna asociada a las raíces de los mangles, difiriendo de lo predominante en el resto del Caribe colombiano (Blanco-Libreros y Ortiz-Acevedo, 2016). El estudio de los patrones de distribución geográfica de *Neritina*

virginea y *Littoraria angulifera* en el Golfo de Urabá indicó que estos gasterópodos arborícolas se segregan espacialmente por su tolerancia a la salinidad (Ortiz y Blanco, 2012).

En el litoral del municipio de Turbo se han reportado 32 especies de peces y 58 especies de macroinvertebrados (mayoría moluscos y artrópodos) asociadas a las raíces sumergidas de *R. mangle*. De los macroinvertebrados, 46 especies se encontraron en bahía Turbo y 52 especies en bahía El Uno. Se encontraron 40 especies comunes en ambas bahías, 6 especies exclusivas de la bahía Turbo y 12 de la bahía El Uno (García y Correa, 2006). El análisis de la respuesta de las comunidades macrobentónicas asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle* frente a la intensificación de actividades agropecuarias y expansión urbana en las bahías Turbo y El Uno (Turbo Antioquia), reporta 24 especies (en la bahía Turbo 18 especies y en la bahía El Uno 20), coincidiendo en 17 especies con estudios previos, la pérdida en riqueza de especies en las dos bahías se atribuye a la influencia de aguas continentales conducidas por los caños, la lluvia, la marea, los vientos y las aguas residuales, factores que obligan a los organismos a adaptarse o a limitar su presencia y abundancia (Mosquera-Quejada, 2022).

Para conocer las especies de macroinvertebrados del área del Golfo de Urabá, es necesario crear una línea base de las comunidades de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas de Mangle Rojo. Por ello se propuso trabajar en la Ensenada de Rionegro, cuya ubicación presenta una oportunidad para obtener mayor claridad de la dinámica reciente de la estructura, distribución y la abundancia de las comunidades de macroinvertebrados.

En el ámbito científico, el estudio contribuye a la comprensión de la biodiversidad y la ecología de los ecosistemas de manglares, específicamente en relación con la estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a raíces sumergidas de Mangle Rojo. Además, la identificación de parámetros fisicoquímicos y espaciales que afectan la estructura de la comunidad puede ayudar a futuros investigadores a entender mejor los procesos ecológicos en los ecosistemas de manglares. Desde el punto de vista económico, el trabajo es importante ya que los manglares son ecosistemas críticos para la pesca y la acuicultura. Los resultados del estudio pueden ser utilizados por los acuicultores y los responsables de la gestión pesquera para comprender mejor los hábitats que sustentan las poblaciones de especies de importancia comercial, como los moluscos. En cuanto al impacto ambiental, el trabajo es relevante porque los ecosistemas de manglares están en peligro debido a la actividad humana, como la urbanización y la deforestación. El estudio destaca la importancia de los ecosistemas de manglares para la biodiversidad y la productividad ecológica, lo que puede ayudar a fomentar la conservación y la gestión sostenible de estos ecosistemas críticos. Además, la identificación de las especies dominantes y su distribución espacial puede ser útil para la gestión de las poblaciones y la conservación de las especies en peligro de extinción.

Hipótesis

La distribución y abundancia de los organismos asociados a las raíces sumergidas de *R. mangle* está influenciada por la distancia de ellas hasta la boca de la Ensenada de Rionegro debido al efecto que puede tener la salinidad.

Objetivos

General

Determinar la estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas de Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*, Linnaeus, 1752), en la Ensenada de Rionegro (Necoclí-Antioquia) y su relación con parámetros fisicoquímicos (conductividad, densidad, salinidad y temperatura).

Específicos

1. Determinar la distribución y abundancia de especies de macroinvertebrados asociados a las raíces de *Rhizophora mangle* en la Ensenada de Rionegro.
2. Establecer cuál es la relación entre la conductividad, densidad, salinidad y temperatura del agua en el área y la composición de especies en la comunidad de macroinvertebrados asociados a raíces de Mangle Rojo.
3. Determinar con base en la abundancia, que especies de macroinvertebrados asociados a raíces de *R. mangle* están más influenciadas por las condiciones medioambientales.

Metodología

Área de estudio

El Golfo de Urabá es el principal accidente costero del Caribe colombiano, tiene forma de U, su área total es aproximadamente 3,500 km² y tiene 609 km de contorno costero entre Arboletes (Antioquia) y Cabo Tiburón (Chocó) en la frontera con Panamá (Correa-Arango et al., 2010). Es la geofoma estuarina más grande sobre la costa del país (Yves-François et al., 2007). En él, la geología y la geomorfología son complejas (Correa y Vernet, 2004; Bernal et al., 2005), con numerosos acantilados, playas, pantanos, ciénagas, lagunas, formaciones coralinas, praderas de fanerógamas y flechas arenosas, y presentan un mosaico de materiales, orígenes y procesos (Marín-Zambrana, 2002; Yves-François et al., 2007).

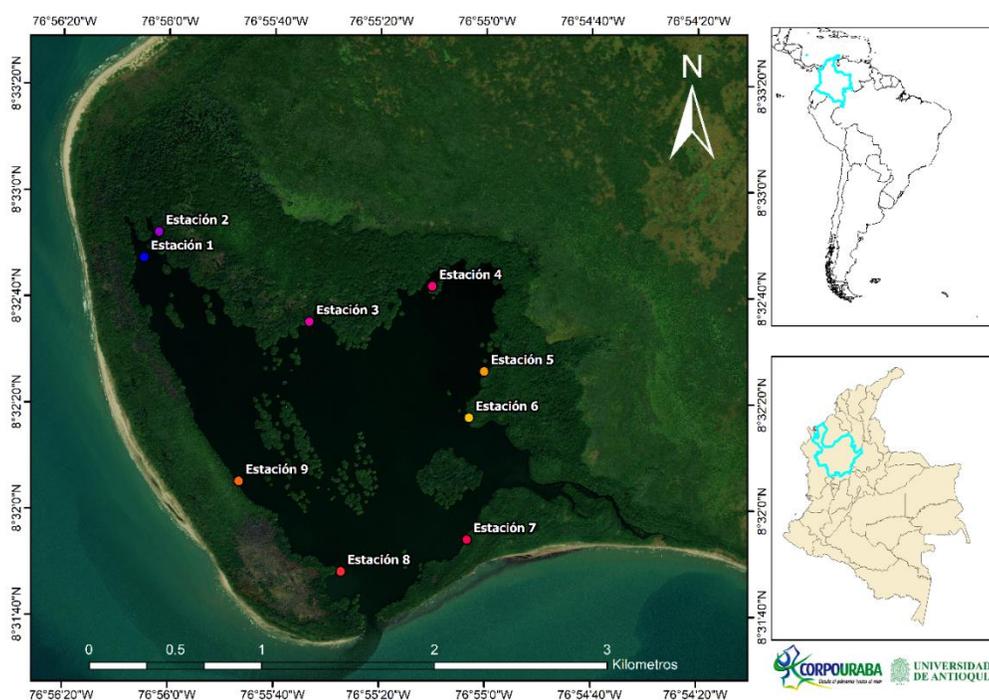


Figura 1. Golfo de Urabá, Ensenada de Rionegro y estaciones de muestreo. La imagen de la izquierda corresponde a imagen de Satélite SENTINEL 2 de 2017. Las estaciones se numeran de 1 al 9. Las estaciones 5 y 6 son aproximadas pues los datos de las coordenadas no se obtuvieron por fallas en el CTD.

El Golfo de Urabá se encuentra bajo la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCI), con temperaturas medias diarias entre 26 y 28°C y precipitaciones medias entre los 2,500 mm y 3,000 mm anual; la humedad relativa es del 85% (Yves-François, 2007), la distribución de la precipitación es monomodal, con un período lluvioso intenso entre mayo y noviembre y un período seco marcado desde diciembre hasta mediados de abril, que se caracteriza por el predominio de los alisios del Norte y Noreste (velocidades medias de 4 m/s y máximas de 9.4 m/s en febrero). En abril se presenta una etapa de transición (Corpouraba-Universidad Nacional, 1998; García-Valencia, 2007).

Las temperaturas superficiales del mar son muy variables (26-31°C) debido a la alta descarga aluvial especialmente la de los ríos Atrato y León (Bernal et al., 2005). La influencia de los ríos también se manifiesta en la salinidad del agua en el golfo, durante la época seca la salinidad oscila entre 2 y 26‰, y durante la época húmeda entre 0,8 y 35‰, este incremento se asocia a la entrada al golfo de agua marina transportada por la contracorriente de Panamá (García-Valencia, 2007). El oleaje en la zona norte del golfo depende de las condiciones marinas del mar Caribe y al sur de las condiciones climáticas locales (Osorio et al., 2009). La dinámica oceanográfica del golfo también es controlada por la interacción de procesos fluviales y marinos (García-Valencia, 2007). Presenta un régimen micromareal con amplitudes máximas de 0.4 m (Correa y Vernet, 2004). La región corresponde a Bosque Húmedo Tropical en la clasificación de Holdridge y ha sido descrita como una de las más lluviosas del mundo (Chevillot, 1998).

Tabla 1 Posición geográfica y error circular de las estaciones de muestreo para el presente estudio. * Las coordenadas de las estaciones 5 y 6 se basan en referencia posterior realizada en ArcMap, por ello no se reporta error horizontal ni vertical.

Estación	N	W	Error horizontal (m)	Error vertical (m)
1	8°32'48.02"	76°56'05.15"	5.9	10.1
2	8°32'50.78"	76°56'01.58"	5.0	17.3
3	8°32'35.35"	76°55'32.85"	164.8	663.5
4	8°32'38.74"	76°55'16.36"	482.1	538.8
5	8°32'18.36"	76°55'03.24"	*	*
6	8°32'27.71"	76°55'00.64"	*	*
7	8°31'50.45"	76°55'08.33"	49.7	64.2
8	8°31'48.60"	76°55'27.39"	98.7	70.3
9	8°32'04.96"	76°55'46.71"	164.3	711.6

La Ensenada de Rionegro se ubica al nororiente del Golfo de Urabá, Necoclí (Antioquia), entre las latitudes 8°32'30" – 8°33' N y las longitudes 76°55' – 76°56' W (Figura 1), tiene 3.5 km de largo por 2.8 km de ancho con un área aproximada de 7.3 km²; al oeste y al sur está separada de la masa de agua del golfo por dos barras arenosas con cobertura de manglar; al norte y al este está delimitada por explotaciones agropecuarias y bosques secundarios dominados por relativamente pocas especies (Corpouraba-Dama, 2007). Se considera un área cerrada con dinámica variable cuya boca permite la comunicación con las aguas del Golfo (Correa-Arango et al., 2010).

La apertura de la boca de la Ensenada de Rionegro es de 105.4 metros en el mes de mayo del 2022, a lo largo de los años ha sufrido de cambios, originados por el cambio en el patrón de erosión y sedimentación costera en el Golfo, considera como una zona estable y en crecimiento (Yves-François et al., 2007). La barra estacional en la entrada de la Ensenada se debe a deriva litoral asociada al oleaje, siendo este el principal proceso que influye en la dinámica costera, especialmente en la erosión del área por déficit de sedimentos (Correa y Vernet, 2004).

Las estaciones de muestreo (9) usadas en el presente trabajo, se escogieron considerando la distancia hasta la boca de la Ensenada, el aporte de aguas continentales superficiales, y que el parche a muestrear presentará árboles de manglar maduros (Tabla 1).

Fase de Campo

Medición de parámetros fisicoquímicos

Durante el muestreo, en cada estación con ayuda de un CTD Castaway Sontek se tomaron datos de profundidad (m), conductividad (mS/cm), densidad (kg/m³), salinidad (PSU) y temperatura (°C), sumergiendo el equipo hasta que alcanzara el fondo. Posteriormente con el disco Secchi se tomaron datos de transparencia (m).

Toma de muestras biológicas

La metodología que se utilizó para el estudio de la estructura de macroinvertebrados asociados a las raíces de *R. mangle* fue tomada de García y Correa (2006), con modificaciones en el número de raíces y en la toma de parámetros fisicoquímicos. En cada punto se tomaron las coordenadas (Figura 1; Tabla 1) y se tomaron al azar tres raíces con diámetro homogéneo (± 3 cm), que tuvieran más de 100 cm bajo el agua y pertenecieran a árboles maduros. En total se tomaron 27 raíces en nueve estaciones (3 por cada una). Cada raíz seleccionada se introdujo sin ser cortada en una bolsa de lona marcada previamente (estación y número de muestra) y se midió desde su ápice hasta la marca más alta de marea, lugar donde se cortó con ayuda de un machete. Una vez cortada la raíz, las lonas se cerraron con nylon y se cubrieron para evitar la exposición al sol hasta la llegada al lugar de procesamiento, las raíces fueron sacadas cuidadosamente de las bolsas de lonas y con ayuda de tijeras de podar se cortaron en trozos de 20 cm, se empacaron en bolsas de polietileno debidamente rotuladas y se transportaron al laboratorio donde congelaron. De las raíces de mangle se retiraron manualmente los organismos, se separaron por morfotipos y se preservaron en alcohol al 96% en frascos etiquetados.



Figura 2. Toma de raíces en la Ensenada de Rionegro.

Fase de Laboratorio

La identificación de individuos se realizó en los laboratorios de Ciencias del Mar de la Universidad de Antioquia - Seccional Urabá Sede Ciencias del Mar, con ayuda de estereoscopio y microscopio

óptico. Para el proceso de identificación se emplearon guías y claves de identificación, buscando llevar a los organismos al nivel taxonómico más bajo posible empleando las siguientes claves taxonómicas: Díaz y Puyana (1994), García y Correa (2006), Dueñas, Campos, & Quirós (2012). Adicionalmente, la validez taxonómica de las identificaciones se verificó en WoRMS (Ahyong *et al*, 2022).



Figura 3. Proceso de separación, identificación y toma de fotografías de los macroinvertebrados.

Análisis Estadístico

Para llevar a cabo el desarrollo de los objetivos planteados se realizaron los siguientes análisis:

Componente Físicoquímico

Muestras físicoquímicas

Los valores promedio y la desviación estándar de las variables físicoquímicas para la Ensenada fueron obtenidos a partir de los valores dichas variables obtenidos de la CTD. Los datos originales se usaron para graficar el comportamiento de la variable en cada estación. Las gráficas se realizaron utilizando MATLAB®.

Componente Biológico

Área radicular y densidad

Para determinar el área radicular de cada una de las raíces colectadas para cada estación se hizo una aproximación al cilindro dado que la forma típica de las raíces de Mangle Rojo es cuasicilíndrica y aguzada en el extremo terminal, las fórmulas correspondientes son:

$$\text{Radio de la circunferencia: } r = \frac{L}{2\pi}$$

Donde L es la longitud de la circunferencia de la raíz.

$$\text{Superficie del cilindro, sin las caras: } S = 2\pi r h$$

Donde h corresponde a la longitud de la raíz.

Índices de diversidad

A partir de los organismos recolectados e identificados se elaboró una matriz de especies, con abundancia absoluta por estación. Esta matriz de abundancia absoluta se recalculó a densidad por metro cuadrado (número de individuos/superficie de la raíz) con dicha matriz se calcularon los índices de Riqueza (Margalef), Equitatividad (Pielou) y Diversidad (Shannon) utilizando PRIMERv6® (Clarke y Gorley, 2006). Estos índices son herramientas útiles para evaluar y comparar la diversidad biológica de diferentes comunidades o ecosistemas.

$$\text{Diversidad de Shannon } H' = \Sigma - \left(\frac{n}{N}\right) * (\text{Log}2\left(\frac{n}{N}\right))$$

Donde n corresponde al número de individuos de la especie y N corresponde al número de todos los individuos de todas las especies.

$$\text{Equitatividad de Pielou } J' = H' / \text{Log}2S$$

Donde H' corresponde al valor del índice de diversidad de Shannon y S corresponde al número máximo de especies en la muestra.

$$\text{Riqueza de Margalef } d = (S - 1) / \text{Log}N$$

Donde S corresponde al número de especies y N corresponde al número de individuos.

Caracterización de la comunidad de macroinvertebrados

Posteriormente desde la matriz de densidad, se calcularon los porcentajes por especie y se descartaron los valores inferiores al 1%, esta matriz se nombró matriz reducida. Esta matriz se utilizó para caracterizar y comparar la estructura de la comunidad de macroinvertebrados, a partir de ella se obtuvo una matriz de correlación Bray-Curtis (que da un peso similar para las especies comunes y raras) de la abundancia por especie y se realizó un análisis porcentual de similitud (SIMPER) para identificar el aporte de cada especie a la disimilitud entre las estaciones. Este análisis se realizó con PRIMER v6®.

Análisis de ordenación y clasificación

Para determinar el grado de asociación entre las estaciones se empleó un análisis de clasificación, basado en la matriz de correlación Bray-Curtis sobre la matriz reducida. A partir de la matriz de similitud se obtuvo un dendrograma (especies con abundancia mayor a 1%), en el cual se establecieron las posibles agregaciones entre las comunidades analizadas. Posteriormente se efectuó un análisis de escalamiento dimensional no métrico (nMDS) para explorar la organización de la comunidad de macroinvertebrados. Este análisis se realizó en PRIMERv6® y Paleontological statistics ver 3.21 (Hammer et al., 2001).

Resultados

Condiciones fisicoquímicas durante el muestreo

El cuerpo de agua de la Ensenada de Rionegro se caracteriza por presentar una estrecha relación entre las variables fisicoquímicas que determinan su calidad ambiental. La salinidad y la temperatura influyen en la supervivencia y el desarrollo de las especies, mientras que la transparencia y la

profundidad afectan a la disponibilidad de luz y nutrientes en el agua, y esto a su vez puede impactar la productividad de los organismos. Por otro lado, la conductividad del agua está relacionada con la presencia de elementos químicos, como el sodio o el cloro, que pueden influir en la ecología de las especies marinas.

La transparencia alrededor de la Ensenada tuvo un promedio de 1.57 metros (± 0.51 m), siendo mayor la transparencia en las estaciones 4 y 8 (estaciones de la zona norte y de la zona sur) con variación entre 2.5 – 2.2 metros y con menor transparencia en las estaciones 1 y 9 (estaciones de la zona norte y de la zona sur) con variación entre 1.1 – 1.0 metros (Tabla 2).

Tabla 2. Valores promedio y desviación estándar de las variables fisicoquímicas analizadas. Datos tomados 01/05/2022. Medidas tomadas con CTD castaway de 9:25 am a 3:20 pm. * En las estaciones 5 y 6 por dificultades operativas con el CTD Castaway no se obtuvieron datos de las variables fisicoquímicas.

Variable	Promedio	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
Temperatura (°C)	30 \pm 1.1	29.8 \pm 0.8	29.5 \pm 1.1	30.2 \pm 0.3	30.1 \pm 0.6	*	*	30.5 \pm 0.1	30.3 \pm 0.2	30.2 \pm 0.4
Conductividad (mS/cm)	1.04 \pm 6.1	2.6 \pm 1.5	2.6 \pm 1.6	2.4 \pm 1.1	3.4 \pm 1.6	*	*	2.2 \pm 3.6	2.3 \pm 4.8	2.3 \pm 8.2
Salinidad (PSU)	22 \pm 4.5	14.7 \pm 8.6	14.9 \pm 9.4	13.2 \pm 6.4	19.4 \pm 9.6	*	*	11.7 \pm 2.1	12.6 \pm 2.8	12.4 \pm 4.8
Densidad (kg/m ³)	1012 \pm 3.4	1006.6 \pm 6.2	1006.8 \pm 6.6	1005.3 \pm 4.7	1010.1 \pm 7.0	*	*	1004.1 \pm 1.5	1004.9 \pm 2.0	1004.8 \pm 3.5
Profundidad (m)	2.4 \pm 0.7	2.5	2.7	2.4	4.1	2.0	4.1	1.8	2.1	1.8
Transparencia (m)	1.57 \pm 0.5	1.1	0.9	1.6	2.5	1.7	1.3	1.8	2.2	1.0
Distancia a la boca de la Ensenada (m).	1612 \pm 736	2590	2613	1849	1931	1694	1683	566	400	1181

Temperatura

Durante el muestreo en la zona de estudio, la temperatura superficial del agua tuvo un promedio de 30 °C (± 1 °C; muestreo entre 9:25 am y 3:20 pm), la estación 2 (ver Tabla 2, Figura 4a) presenta el menor valor de temperatura superficial 27.9 °C en el muestreo, mientras que la estación 7 presenta el mayor valor de temperatura superficial 30.5 °C. En profundidad el promedio de la temperatura fue de 30.5 °C (± 0.2 °C), la estación 7 presenta el menor valor 15.3 °C, mientras que la estación 4 presenta el mayor valor de temperatura en profundidad 29.5 °C. Las estaciones 1, 2 y 4 presentan una termoclina marcada con un cambio de temperatura de ± 2.5 °C. Las estaciones 7, 8 y 9 presentan poca variación de temperatura (30.4 °C ± 0.2 °C).

Salinidad

La salinidad superficial presenta un promedio de 5 PSU (± 3.3 PSU), la estación 2 (ver Tabla 2, Figura 4b), presenta el menor valor de salinidad superficial 1.4 PSU, mientras que la estación 7 presenta el mayor valor de salinidad superficial 9.7 PSU. En profundidad el promedio de la salinidad fue de 22 PSU (± 4.5 PSU), la estación 7 presenta el menor valor 15.3 PSU, mientras que la estación 4 presenta el mayor valor de salinidad en profundidad 29.5 PSU. Las estaciones 1, 2, 3, 4 y 9 presentan una haloclina marcada.

Conductividad

El promedio de la conductividad superficial fue de 1.04 mS/cm (± 6.1 mS/cm), la estación 8 (ver Tabla 2, Figura 4c), presenta el menor valor de conductividad superficial 8.8 mS/cm, mientras que la estación 3 presenta el mayor valor de conductividad superficial 1.9 mS/cm. En profundidad el promedio de conductividad fue de 3.8 mS/cm (± 7.0 mS/cm), la estación 7 presenta el menor valor de conductividad en profundidad 2.8 mS/cm, mientras que la estación 4 presenta el mayor valor de conductividad en profundidad 5.0 mS/cm.

Densidad

El promedio de la densidad superficial fue de 1000 kg/m³ (± 2.2 kg/m³), la estación 2 (ver Tabla 2, Figura 4d), presenta el menor valor de densidad superficial 997.38 kg/m³, mientras que la estación 7 presenta el mayor valor de densidad superficial 1002.7 kg/m³. En profundidad el promedio de densidad fue de 1012 kg/m³ (± 3.4 kg/m³), la estación 7 presenta el menor valor de densidad en profundidad 1006.8 kg/m³, mientras que la estación 4 presenta el mayor densidad en profundidad 1017.5 kg/m³. Las estaciones 1, 2, 3, 4 y 9 presentan una marcada pycnoclina.

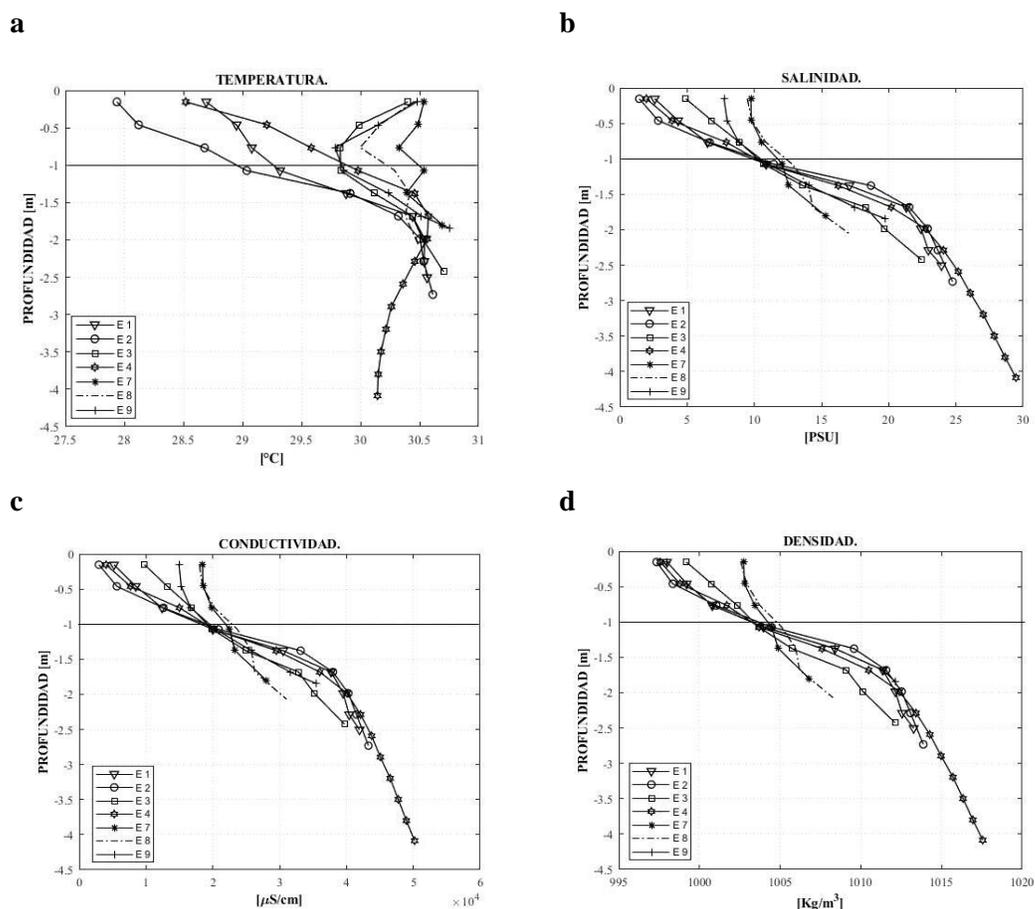


Figura 4. Perfiles de temperatura (a), salinidad (b), conductividad (c) y densidad (d) en las estaciones de muestreo el primero de mayo del 2022. Las líneas horizontales indican el punto de variación (clina) de la variable.

Componente Biológico

Área radicular

Se examinaron en total 27 raíces sumergidas de *R. mangle*, el promedio total de superficie de raíz $0.13 \text{ m}^2 (\pm 0.02 \text{ m}^2)$ (Tabla 3). Las estaciones 4 y 7 presentan los promedios de superficie de raíz más bajos de $0.11 \text{ m}^2 (\pm 0.01)$ y $0.11 \text{ m}^2 (\pm 0.001 \text{ m}^2)$ respectivamente. Las estaciones 1 y 3 presentan los promedios de superficie de raíz más altos de $0.15 \text{ m}^2 (\pm 0.03 \text{ m}^2)$ y $0.16 \text{ m}^2 (\pm 0.02 \text{ m}^2)$ respectivamente (ver Tabla 3).

El promedio total de densidad de organismo fue $7,351 \text{ ind/m}^2 (\pm 4260 \text{ ind/m}^2)$. La estación 9 presenta los promedios de densidad de organismos más baja $2,515 \text{ ind/m}^2 (\pm 2,123.4 \text{ ind/m}^2)$. Las estaciones 1 y 8 presentan los promedios de densidad de organismos más altos $10,873 \text{ ind/m}^2 (\pm 6,491 \text{ ind/m}^2)$ y $10,916 \text{ ind/m}^2 (\pm 6,359 \text{ ind/m}^2)$.

Tabla 3. Promedio de superficie de raíz (m^2). Promedio de densidad de organismos (ind/m^2). Desviación estándar. Muestreo 01 de mayo de 2022.

Estaciones	Promedio de Superficie raíz	Promedio de Densidad de organismos
1	0.154 ± 0.03	10873 ± 6491.3
2	0.128 ± 0.02	7220 ± 5020.0
3	0.157 ± 0.02	5980 ± 2352.8
4	0.109 ± 0.01	7936 ± 1508.3
5	0.112 ± 0.03	8218 ± 399.2
6	0.113 ± 0.02	5609 ± 2514.2
7	0.110 ± 0.00	5278 ± 3773.2
8	0.114 ± 0.04	10916 ± 6359.3
9	0.139 ± 0.02	2515 ± 2123.4
Promedio total	0.126 ± 0.21	7351 ± 4260

Caracterización taxonómica y abundancia de la comunidad de macroinvertebrados

Los datos cuantitativos y las observaciones en campo arrojaron un total de 17 especies de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas de Mangle Rojo, pertenecientes a: Phylum Mollusca 5 familias y 8 especies (22,135 individuos). Por su parte el Phylum Arthropoda tiene 7 familias y 8 especies (1,699 individuos). El Phylum Bryozoa identificó una familia y un género con 44 individuos (ver Tabla 4). Los ejemplares representativos de las 17 especies de macroinvertebrados halladas en el estudio se encuentran preservadas en alcohol al 96% y serán depositadas en la colección de Ciencias del Mar de la Universidad Antioquia, Seccional Urabá, Sede Ciencias del Mar.

Se registraron un total de 23,878 individuos en las nueve estaciones (ver Tabla 4), y adicionalmente se encontraron algas (2), peces (20 alevines de *Cyphocharax magdalenae*) y posturas de bivalvos (10). Los moluscos (92.7%) junto con los artrópodos (6.3%) fueron los grupos más representativos. De acuerdo con el tamaño de la muestra colectada, resulta notable la presencia de los briozoos (Familia Membranipora, 44 colonias). Cuatro especies de moluscos *M. sallei* (51.9%), *P. perna* (15.8%), *C. rhizophorae* (12.8%) y *B. exustus* (11.7%) representaron el grueso de la abundancia, seguidos por los artrópodos *P. herbstii* (2.9%), *A. amphitrite* (2%) y *Cirolana* sp (1.3%) (Figura 5).

Las abundancias alta, media y baja corresponden a las especies *M. sallei*, *B. exustus* y *Perna viridis*, respectivamente (ver Tabla 4). La estación con mayor número de individuos fue la estación 1, presenta (20.3% del total colectado), constituida por 7 especies y estuvo dominada por *M. sallei*, en

esta estación dominaron los filtradores y los detritívoros. La segunda estación en número de individuos fue la estación 8 (15.7% del total colectado), constituida por 14 especies y estuvo dominada por la familia Mytilidae, además de presentar la mayor abundancia de *C. rhizophorae* (827 individuos), *Perna* sp (39 individuos), *T. coronata* (25 individuos) y *Petrolisthes* sp (1 individuo), tróficamente dominan los detritívoros y herbívoros. La estación 4 presentó dos especies exclusivas *Aratus pisoni* (4 individuos) y *Penaeus notialis* (2 individuos), mientras la estación 7 presenta una especie exclusiva *Perna viridis* (1 individuo). Contrario a estas especies, *C. rhizophorae* y *M. sallei* se encontraron en todas las estaciones (ver Tabla 4).

Tabla 4. Abundancia por estaciones de macroinvertebrados asociados a raíces de Mangle Rojo en la Ensenada de Rionegro, discriminados por Phylum, clases, familias y especies.

Phylum	Clase	Familia	Género/ Especie	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
Arthropoda	Malacostraca	Alpheidae	<i>Alpheus heterochaelis</i>	0	0	0	6	0	0	0	5	0	
		Cirolanidae	<i>Cirolana</i> sp	3	0	30	69	158	10	24	27	0	
		Sesarmidae	<i>Aratus pisoni</i>	0	0	0	4	0	0	0	0	0	
			<i>Armases</i> sp	0	0	0	71	18	0	18	78	7	
		Panopeidae	<i>Panopeus herbstii</i>	1	0	20	215	23	60	68	280	21	
		Penaeidae	<i>Penaeus notialis</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	
		Porcellanidae	<i>Petrolisthes</i> sp	0	0	0	1	0	0	1	1	0	
Bryozoa	Thecostraca	Balanidae	<i>Amphibalanus amphitrite</i>	10	0	107	54	13	34	146	93	21	
		Gymnolaemata	Membranipora	<i>Membranipora</i> sp	0	0	3	2	4	10	11	14	0
		Bivalvia	Ostreidae	<i>Crassostrea rhizophorae</i>	62	109	70	626	187	219	542	827	425
Dreissenidae	<i>Mytilopsis sallei</i>		4457	2574	1730	143	1589	760	159	971	7		
Mytilidae	<i>Brachidontes exustus</i>		78	0	40	985	320	178	606	344	239		
Mollusca	Gastropoda	Mytilidae	<i>Perna perna</i>	230	0	744	431	455	679	152	1047	25	
			<i>Perna</i> sp	0	0	31	0	0	0	4	39	0	
			<i>Perna viridis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
		Littorinidae	<i>Littorina angulifera</i>	0	0	0	1	1	1	1	3	0	
		Muricidae	<i>Thaisella coronata</i>	0	0	0	0	1	3	14	25	0	
3	5	13	17	4841	2683	2775	2610	2769	1954	1747	3754	745	

La alta abundancia de macroinvertebrados en las estaciones 1 y 8 coincide con los altos promedios de densidades de organismos. En las estaciones 1 y 2, ubicadas al extremo noroccidente de la Ensenada y caracterizadas por bajo número de especies (2 y 7), no se encontraron gasterópodos ni gimnolemados, pero sí malacostráceos, tecostráceo y bivalvos. Las estaciones 4 y 5 ubicadas en el extremo nororiente, caracterizadas por presentar alto número de especies (14 y 11), además de contar con

el 10.9% y 11.6% de la abundancia total de individuos. Las estaciones 7 y 8, ubicadas en los extremos de la boca de la Ensenada y caracterizadas por presentar alto número de especies 14 cada una, además de contar con el 7.3% y 15.7% de la abundancia total de individuos.

Las especies representativas encontradas en la Ensenada son mostradas en la figura 5 y en el anexo A.

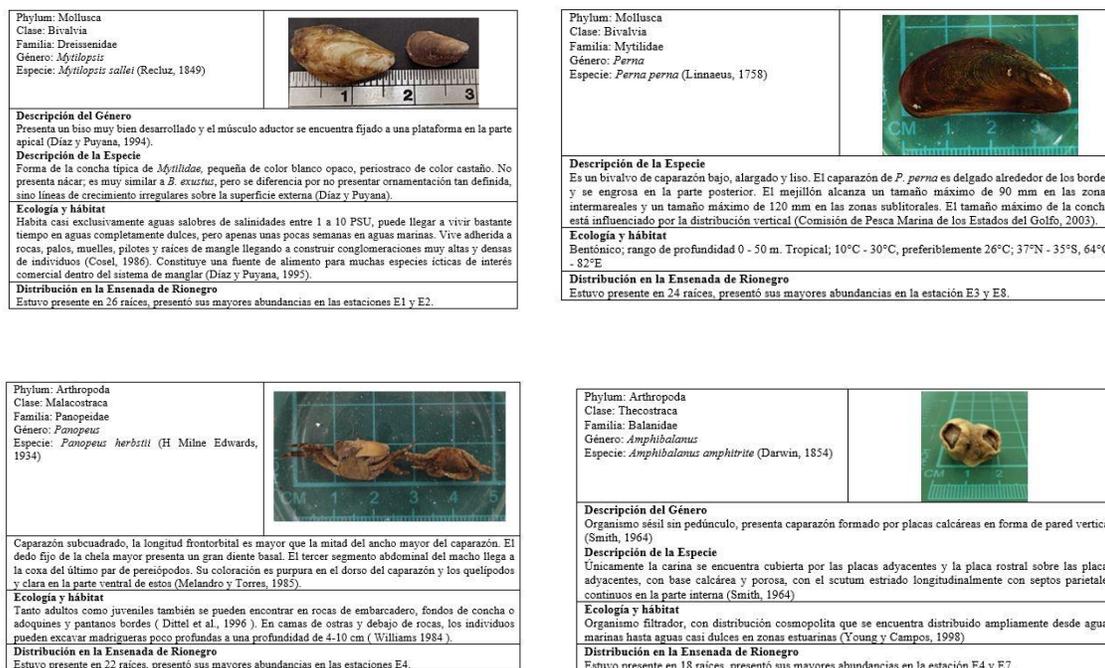


Figura 5. Especies representativas de moluscos y artrópodos. *M. sallei*, *P. perna*, *P. herbstii*, *A. amphitrite*. Ver anexo A para el resto de especies.

La estructura de la comunidad de macroinvertebrados de la Ensenada de Rionegro presentó los menores valores de disimilaridad en las estaciones: 1 y 2 (29.9%), 3 y 5 (19.9%), 4 y 7 (26.1%), mientras los mayores valores de disimilaridad fueron las estaciones: 1 y 9 (93.5%), 2 y 9 (93.2%), 2 y 4 (90.5%) (Ver Tabla 5)

Tabla 5. Disimilaridad porcentual (SIMPER) de los macroinvertebrados hallados por estaciones en la Ensenada de Rionegro. Los tonos grises significan mayores o menores valores de disimilaridad.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9
E1									
E2		29.9							
E3		45.5	34.0						
E4		85.9	90.5	70.7					
E5		48.2	37.7	19.9	55.1				
E6		66.3	62.5	31.7	52.8	30.9			
E7		85.9	87.9	74.4	26.1	60.1	55.4		
E8		68.5	66.4	38.8	39.7	38.1	31.5	48.0	
E9		93.5	93.2	89.6	55.6	71.6	65.1	40.2	66.9

La contribución de especies a la disimilaridad entre las estaciones fue: estaciones 1 y 9 las especies *M. sallei* y *C. rhizophorae* (85.2 y 6.9 %), estaciones 2 y 9 las especies *M. sallei* y *C. rhizophorae* (80.3 y 9.9%), estaciones 2 y 4 las especies *M. sallei*, *B. exustus*, *C. rhizophorae* y *P. perna* (50.8, 20.6, 10.8 y 9%), las estaciones 1 y 2 las especies *M. sallei* y *P. perna* (83.6 y 10.2%), las estaciones 3 y 5 las especies *P. perna*, *B. exustus*, *M. sallei*, *Cirolana* sp, *C. rhizophorae* y *A. amphitrite* (26.1, 25.4, 12.8, 11.6, 10.6 y 8.5%), las estaciones 4 y 7 las especies *B. exustus*, *P. perna*, *P. herbastii*, *A. amphitrite*, *C. rhizophorae* y *Armases* sp (33.4, 24.6, 13, 8.1, 7.4 y 4.7%) (Ver Tabla 5).

Índices de diversidad

En la Ensenada de Rionegro el número de especies halladas fue 17, estas variaron entre 2 a 14 por estación, el número total de individuos fue 23,878 y por estación varió entre 745 a 4,841. El índice de diversidad de Shannon para la Ensenada fue 1.47, indica baja diversidad en el área de estudio, el menor valor de este índice se encontró en la estación 2 (0.16), el mayor valor se encontró en la estación 8 (1.77) (Ver Tabla 6).

Tabla 6. Índices de Diversidad de Shannon, de Equitatividad de Pielou y de Riqueza de Margalef de los macroinvertebrados colectados en la Ensenada de Rionegro. Número de especies (S). Número de individuos (N).

Estación	S	N	Diversidad	Equitatividad	Riqueza
1	7	4841	0.36	0.18	0.71
2	2	2683	0.16	0.25	0.13
3	9	2775	1.06	0.49	1.01
4	14	2610	1.68	0.64	1.65
5	11	2769	1.32	0.55	1.26
6	10	1954	1.44	0.63	1.19
7	14	1747	1.69	0.64	1.74
8	14	3754	1.77	0.67	1.58
9	7	745	1.08	0.56	0.91
Ensenada	17	23878	1.47	0.52	1.58

El índice de equitatividad para la Ensenada fue 0.52, indica uniformidad media de especies, el menor valor para este índice se encontró en la estación 1 (0.19), el mayor valor se encontró en la estación 8 (0.67). El índice de riqueza de Margalef para la Ensenada fue 1.58, indica baja biodiversidad, el menor valor se encontró en la estación 2 (0.13), el mayor valor se encontró en la estación 7 (1.74) (Tabla 6).

Para calcular el número total de especies potenciales se usó la matriz de abundancia total de especies, y el estimador Michaelis-Menten que calcula el esfuerzo de muestreo requerido para detectar el 50% del máximo de especies en el ensamblaje, así el número máximo de especies en el ensamblaje es de 17.2 (Figura 6).

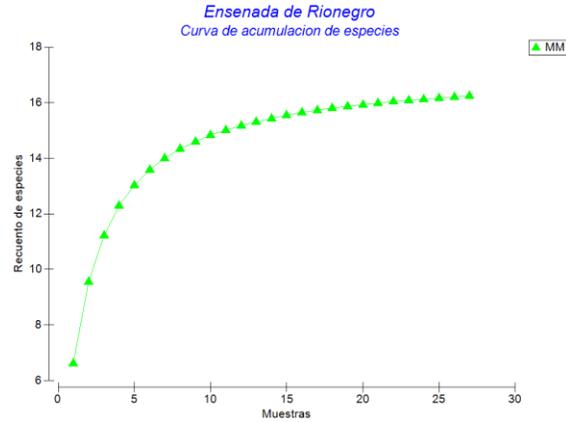


Figura 6. Curva de acumulación de especies por muestras, utilizando el estimador Michaelis y Menten.

Análisis de clasificación y ordenación

Para la conformación de los grupos se efectuó un dendrograma de similitud para las especies con abundancias mayores al 1% (*A. amphitrite*, *B. exustus*, *Cirolana* sp, *C. rhizophorae*, *P. herbastii*, *M. sallei* y *P. perna*), con un corte en la escala de similitud (distancia Bray-Curtis) de 65%. Se identificó la formación de 4 agrupaciones dada la presencia de las especies *A. amphitrite*, *B. exustus*, *Cirolana* sp, *C. rhizophorae*, *P. herbastii*, *M. sallei* y *P. perna* (Figura 7). Las especies con abundancias inferiores al 1% fueron *A. heterochaelis*, *Aratus pisoni*, *Armases* sp, *L. angulifera*, *Membranipora* sp, *P. notialis*, *Perna* sp, *Perna viridis*, *Petrolisthes* sp, *T. coronata*. Estas especies son típicas de ambientes marinos (Ver figura 7).

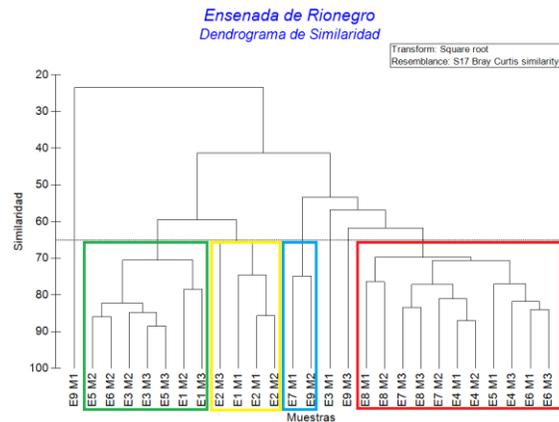


Figura 7. Dendrograma de similitud (distancias de Bray-Curtis) de las densidades por muestras en la Ensenada de Rionegro, para especies con abundancias mayores al 1%. Corte de similitud de 65%. Las cajas de color verde, amarillo, azul y rojo agrupa las muestras con similitud superior al 65%.

La muestra E9M1 presenta 23% de similitud con las demás muestras ya que solo se encontró la especie *C. rhizophorae*. La muestra E3M1 presenta 57% de similitud con las demás muestras,

presenta ausencia de la especie *B. exustus*. La muestra E9M3 presenta 62% de similitud con las demás muestras ya que estuvieron ausente las especies *Cirolana* sp, *P. herbstii* y *M. sallei*. La agrupación 1 (recuadro verde, Figura 7) agrupa las estaciones 1, 3, 5 y 6, que presentan salinidades entre 2.6 a 24.7 PSU, altas abundancias de *M. sallei*, *P. perna* y *C. rhizophorae*, con presencia de 2 a 11 especies. La agrupación 2 (recuadro amarillo, Figura 7) agrupa las estaciones 1 y 2, que presentan salinidades entre 1.4 a 24.7 PSU, alta abundancia de *M. sallei*, con presencia de 2 a 7 especies. La agrupación 3 (recuadro azul) agrupa las estaciones 7 y 9, que presentan salinidades entre 30.4 a 30.7 PSU, altas abundancias de *B. exustus* y *C. rhizophorae* con presencia de 7 a 14 especies. La agrupación 4 (recuadro rojo, Figura 7) agrupa las estaciones 4, 5, 6, 7 y 8, que presentan salinidades entre 1.9 a 29.5 PSU, altas abundancias de *B. exustus*, *C. rhizophorae*, *P. herbstii* y *P. perna* con presencia de 10 a 14 especies (Ver Figura 7).

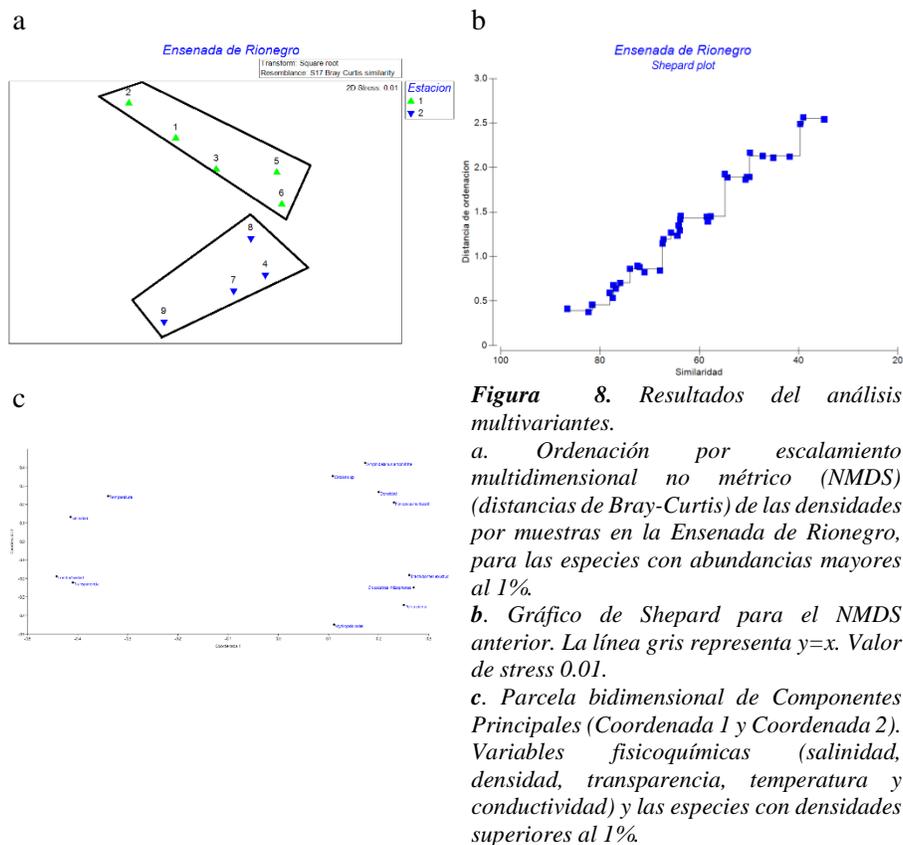


Figura 8. Resultados del análisis multivariantes.

a. Ordenación por escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) (distancias de Bray-Curtis) de las densidades por muestras en la Ensenada de Rionegro, para las especies con abundancias mayores al 1%.

b. Gráfico de Shepard para el NMDS anterior. La línea gris representa $y=x$. Valor de stress 0.01.

c. Parcela bidimensional de Componentes Principales (Coordenada 1 y Coordenada 2). Variables fisicoquímicas (salinidad, densidad, transparencia, temperatura y conductividad) y las especies con densidades superiores al 1%.

El análisis de ordenación NMDS (Figura 8a) muestra la segregación parcial de dos grupos de estaciones, el grupo 1 conformado por las estaciones 1, 2, 3, 5 y 6, el grupo 2 conformado por las estaciones 4, 7, 8 y 9, ambos grupos muestran cierto grado de solapamiento en algunas raíces de las estaciones 4, 5, 6 y 8. El gráfico de Shepard (Figura 8b) indica que los datos están apropiadamente dispersos. Las ordenaciones del PCO mostraron una estructura espacial clara dentro de la Ensenada de Rionegro, siendo la densidad y las especies con abundancias superiores al 1%, los factores estructurantes claves (Figura 8c).

Discusión

Los ecosistemas de manglares son importantes zonas de refugio y alimentación para muchas especies de animales, y por lo tanto, es fundamental entender su estructura y la relación entre sus componentes biológicos y fisicoquímicos. En este caso, el estudio de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo proporciona información valiosa sobre la biodiversidad y estructura de este tipo de ecosistemas. Los resultados aquí presentados pueden tener implicaciones importantes para la gestión y conservación de los manglares y los sistemas acuáticos asociados.

En la Ensenada de Rionegro, el promedio de la temperatura fue de 30 °C (± 1.1 °C), el rango de temperatura fue de 27.9 a 30.7 °C, mayor al promedio reportado en Punta Caribaná (sitio vecino a la Ensenada) (29.3 °C (± 0.07 °C); 29 a 29.5 °C; Morelo y Martínez, 2018). En la Bahía de Cispatá el promedio fue de (28.5 \pm 5.3°C) (Quijano, 2009). El promedio de salinidad fue de 22 PSU (± 4.5 PSU), está variables osciló entre 1.4 y 29.4 PSU en contraste con trabajos previos (Blanco y Ortiz, 2012) que reportaron valores entre 17 a 24 PSU en el mismo sitio, aunque sus muestreos se realizaron entre los meses de junio a agosto, estas salinidades polihalinas se explican posiblemente por la entrada episódica de agua marina y por una limitada escorrentía superficial de agua dulce. El promedio de conductividad fue de 1.04 mS/cm (± 6.1 mS/cm), la conductividad está directamente relacionada a los cambios de salinidad (Ramírez y Viña, 1998), en el presente estudio el rango fue de 1.0 a 5.0 mS/cm, menor al reportado en el complejo de ciénagas de la bahía de Cispatá (0.62 a 56.94 mS/cm; Quijano, 2009). El promedio de densidad fue de 1012 kg/m³ (± 3.4 kg/m³, menor al promedio reportado en el Golfo de Urabá (1021.8 kg/m³ (± 0.2 kg/m³); Vargas y Córdoba, 2022). El promedio de la transparencia fue de 1.57 m (± 0.5 m), menor al reportado en Punta Caribaná (3.3 m ± 1.5 m); Morelo y Martínez, 2018).

La superficie por raíz medida en este estudio fue de 0.13 m² (n=27), mayor al reportado en San Andrés, Providencia y Santa Catalina (0.07 n=35; Vilarity y Polania, 2002), y en la Bahía de Cispatá (0.08 m², n=128 y 0,1 m², n=300; Moreno, 2007; Quijano, 2009). El promedio total de la densidad de individuos 7,351 individuos/m² ($\pm 4,260$ ind/m²), mayor al reportado San Andrés, Providencia y Santa Catalina (2,425 individuos/m²; Vilarity y Polania, 2002), y en la Bahía de Cispatá (1,424 individuos/m²; Moreno, 2007; 1,524 individuos/m²; Quijano, 2009).

En este trabajo se reportan 884,4 individuos/raíz, menor al reportado en San Andrés Isla (1138,8 individuos/raíz; Romero, 2004), y en el rango de los reportes para la Bahía de Cispatá (128,0 individuos/raíz; Quirós y Arias, 2003; 584 individuos/raíz; Quijano, 2009; 1198,8 individuos/raíz; Moreno, 2007).

El número de especies (17) halladas en las raíces de *R. mangle* fue menor al reportado en las Bahías Turbo y El Uno (58 especies; García y Correa, 2006; 24 especies; Mosquera, 2022) allí coinciden (*C. rhizophorae*, *M. sallei*, *P. herbstii*, *A. pisoni*, *T. coronata*, *L. angulifera*, *Membraniphora* sp y *A. amphitrite*). Así mismo, es menor al reportado en la Bahía de Cispatá (44 especies; Quijano, 2009) con la que coinciden 6 especies (*C. rhizophorae*, *M. sallei*, *B. exustus*, *L. angulifera*, *T. coronata* y *A. amphitrite*).

De las 8 especies de moluscos identificados, los bivalvos fueron la clase dominante, siendo *M. sallei* la más abundante y frecuente en todas las estaciones en la Ensenada de Rionegro, esta especie se caracteriza por presentar sexos separados con predominio de machos y a lo largo de todo el año es posible encontrar individuos maduros (Puyana, 1995). Algunos bivalvos representativos en las raíces de *R. mangle* fueron las especies *P. perna* y *C. rhizophorae*, frecuentes en todas las estaciones, estas

especies son un componente importante de los ecosistemas estuarinos dada su amplia tolerancia a la variación (salinidad, temperatura y oxígeno disuelto) (Reyes y Campos, 1992; Romero y Polania, 2008).

Crassostrea rhizophorae fue el tercer molusco en abundancia, se encontró en todas las estaciones un total de 113.6 individuos/raíz, mayor al reportado la Bahía de Chengue (2.5 individuos/raíz; Reyes y Campos, 1992), menor al reportado en las Bahías Turbo y El Uno (44.3 individuos/raíz; García y Correa, 2006; 0.3 individuos/raíz; Mosquera, 2022), pero mayor al reportado en la Bahía de Cispatá (9.3 individuos/raíz; Quirós y Arias, 2013; y menor a 1198.8 individuos/raíz; Quijano, 2009). Esta ostra comúnmente denominada ostra de manglar forma grandes asociaciones en las raíces, obteniendo un buen desarrollo (individuos con tamaños entre 2 a 5 cm). Por su forma de crecimiento esta ostra crea microhábitats que son aprovechados por otras especies que son parte de la fauna acompañante, entre ellas *B. exustus*, *Membranipora* sp, *M. sallei*, *P. herbstii*, *P. notialis*, *Petrolisthes* sp y alevinos de peces.

En anteriores estudios con macroinvertebrados en el Golfo de Urabá no se había registrado *Perna viridis* por lo que se amplía hacia el extremo septentrional del Caribe el rango geográfico de esta especie, también se ha registrado en la bahía de Cispatá (Quirós y Arias, 2013).

Los gasterópodos *Littorina angulifera* (7 individuos) y *Thaisella coronata* (43 individuos), se presentaron con bajas abundancias en el estudio, Aun así, es mayor al reportado en la Bahía de Cispatá (2 especímenes de *L. angulifera*; Moreno, 2007). Estas especies se caracterizan entre otros aspectos por usar sustratos duros para su adhesión. *T. coronata* prefiere adherirse a la sección sumergida de las raíces de *R. mangle*, mientras *L. angulifera* lo hace por encima del nivel del agua (Cosel, 1986).

Para los artrópodos se reportan 1,695 individuos repartidos en 7 especies, siendo Malacostraca la clase más abundante (1,699 individuos) y *Panopeus herbstii* la especie más abundante (688 individuos). Este crustáceo de dieta omnívora es abundante en ambientes con presencia de anfípodos y detritus como algas, fragmentos de concha y trozos de exoesqueleto de crustáceos (McDonald, 1982). Ejemplares de *P. herbstii* (688 individuos), se encontraron escondidos en el entramado de *C. rhizophorae* en la porción sumergida de las raíces de mangle y solo en 4 raíces donde hubo presencia de la ostra, no estuvo presente *P. herbstii*.

El tecostráceo *A. amphitrite* (478 individuos) fue mayor al reportado en las bahías Turbo y El Uno (121 individuos; García y Correa, 2006). Este crustáceo es común en los manglares del Caribe Colombiano, entre las principales características de esta especie destaca la necesidad de sustrato duro sumergido para fijarse (Ruppert y Barnes, 1996). En el presente estudio, esta especie siempre se encontró en el entramado de *C. rhizophorae*.

En la Ensenada de Rionegro existe gran diferencia en la composición de especies entre las raíces de la misma estación, un patrón similar se reportó en la Bahía de la Ascensión, México (Inclán, 1989), y también en el PN Morrocoy y PN La Restinga, Venezuela (Guerra-Castro et al., 2016).

La diversidad biológica abarca la variabilidad de genes, especies y ecosistemas, así como los servicios que proveen a los sistemas naturales y a los humanos (Núñez et al., 2003). La diversidad según el índice de Shannon fue de 1.47 (valor bajo), mayor al reportado en la Bahía de Cispatá (0.72; Moreno, 2007; menor a 3.2; Quijano, 2007), menor al reportado en la ciénaga La Boquilla (2.56; Quiceno y Palacio, 2008), menor al reportado en las Bahías Turbo y El Uno (2.3; 1.95; García y Correa, 2006).

La equitatividad (J) evalúa la presencia de especies dominantes o raras dentro de una comunidad muestreada (Ramírez, 1999), este índice fue de 0.52 (uniformidad baja), menor al reportado en la

ciénaga La Boquilla (0.82; Quiceno y Palacio, 2008), menor al reportado en la Bahía de Cispatá (0.84; Moreno, 2007; 0.72; Quijano, 2007) y al reportado en las Bahía Turbo y El Uno (0.83; 0.81; García y Correa, 2006).

El índice de riqueza de Margalef se refiere al número de especies en la comunidad en general (Ramírez, 1999), en este estudio la riqueza fue de 1.58 (baja biodiversidad), mayor al reportado en la Bahía de Cispatá (0.62; Moreno, 2007), pero menor al reportado en la ciénaga La Boquilla (3.9; Quiceno), menor al reportado en las Bahías Turbo y El Uno (3.06; 2.79; García y Correa, 2006).

Este trabajo contribuye a la comprensión de la ecología de los ecosistemas de manglares y su relación con los sistemas marinos asociados como arrecifes, praderas de pastos o macroalgas y fondos blandos, así como la caracterización de una comunidad de macroinvertebrados poco estudiada en Colombia. Los resultados obtenidos pueden ser de utilidad para futuras investigaciones relacionadas con la ecología de manglares y su conservación, así como para la gestión de los recursos naturales en estos ecosistemas.

Conclusiones

En total se encontraron 17 especies de macroinvertebrados asociados a raíces de Mangle Rojo, la estación 4 presentó el mayor número de familias (12), seguida de las estaciones 7 y 8 presentaron 11 familias y finalmente, la estación 2 presentó la menor diversidad con 2 familias. La estación 1 fue la que tuvo mayor número de individuos con 4,841 en su mayoría de la familia Dreissenidae con 4,457 ejemplares. *Mytilopsis sallei* (4,457 individuos) fue la especie de molusco dominante a lo largo el estudio; invadía masivamente la superficie de las raíces de Mangle Rojo, formando grandes conglomerados, estuvo presente en todas las estaciones y presentó un amplio rango de tolerancia a las variaciones de salinidad. Para los crustáceos *Panopeus herbstii* (688 individuos) fue el artrópodo con mayor abundancia en el estudio, destacándose su amplio rango de tolerancia a las variaciones de la salinidad, ya que, a pesar de considerarse netamente marino, en el presente estudio se encontró en áreas totalmente dulces.

Según las variables fisicoquímicas, las estaciones se dividen en dos zonas: la zona norte corresponde a las estaciones 1, 2, 3 y 4 que presentan clinas en densidad, conductividad y salinidad, y de 2 a 14 especies con alta abundancia de individuos en algunas de ellas. La segunda zona, cercana a la boca de la Ensenada, corresponde a las estaciones 7, 8 y 9 con mezcla más o menos intensa y de 7 a 14 especies.

Se encontró un mayor número de individuos en las estaciones más lejanas a la boca de la Ensenada lo que permite rechazar la hipótesis planteada.

La densidad del agua es la variable fisicoquímica que presenta mayor relación con la composición de especies en la comunidad de macroinvertebrados asociados a raíces de Mangle Rojo en la Ensenada de Rionegro.

Recomendaciones

Este trabajo podría aplicarse en la gestión y conservación de los ecosistemas de manglar, especialmente en aquellos donde se encuentran bosques de Mangle Rojo. La información obtenida sobre la estructura de la comunidad de macroinvertebrados asociados a las raíces sumergidas del Mangle Rojo y su relación con parámetros fisicoquímicos y espaciales, podría utilizarse para evaluar el estado de salud de estos ecosistemas y establecer medidas de manejo y conservación. Por ejemplo, si se observa una disminución en la abundancia de ciertas especies de macroinvertebrados, como *Mytilopsis sallei*, podría indicar un deterioro del ecosistema, lo que podría llevar a la implementación de medidas de conservación, como la restricción de ciertas actividades humanas o la restauración del área de manglar afectada.

La información obtenida sobre la distribución de las especies de macroinvertebrados en diferentes zonas de la Ensenada podría utilizarse para establecer áreas de conservación prioritarias y diseñar estrategias de gestión adaptativas para proteger y conservar la biodiversidad en los ecosistemas de manglar.

Dado que este estudio se llevó a cabo al inicio de la temporada de lluvias, se recomienda realizar un estudio completo que abarque todas las estaciones climáticas. Además, se aconseja incluir variables ambientales integrales y puntuales y, en lo posible, replicar el estudio en cada punto de muestreo.

Se sugiere investigar la dinámica trófica de la Ensenada de Rionegro en relación con la pesca artesanal, ya que es una zona de alta pesquería.

Es importante realizar estudios específicos sobre las especies *C. rhizophorae*, *B. exustus*, *M. sallei* y *P. perna* para ampliar el conocimiento sobre su dinámica y función en la Ensenada. De esta forma, se podrán identificar aquellas especies que podrían utilizarse como bioindicadores de las afectaciones antrópicas en la Ensenada de Rionegro, incluyendo las formaciones de manglares externas de la Ensenada.

Resultaría relevante determinar la dinámica de circulación del agua en la Ensenada y cómo varía la salinidad durante el año, lo cual aclararía la dinámica de las comunidades asociadas al manglar.

Asimismo, se deberían realizar trabajos sobre la dispersión larval para determinar el papel de las fluctuaciones de marea en la distribución de las especies en la Ensenada de Rionegro.

Bibliografía

- Abele, L. G., & Kim, W. (1986). *An illustrated guide to the marine decapod crustaceans of Florida* (Vol. 8, No. 1). State of Florida, Department of Environmental Regulation.
- Ahyong, S.; Boyko, C.B.; Bailly, N.; Bernot, J.; Bieler, R.; Brandão, S.N.; Daly, M.; De Grave, S.; Gofas, S.; Hernandez, F.; Hughes, L.; Neubauer, T.A.; Paulay, G.; Decock, W.; Dekeyser, S. et al. (2022). World Register of Marine Species. Available from <https://www.marinespecies.org> at VLIZ. Accessed 2022-11-01. Doi: 10.14284/170
- Alonso, A., & Camargo, J. A. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*, 14(3).
- Álvarez-León, R., Díaz-Ochoa, J. A., & Ñañez-Martínez, E. (2009). Ecosistemas de manglar, variabilidad climática y producción de camarones en el área costera del Pacífico colombiano. *Cienc. Mar*, 37, 3-20.
- Arteaga-Flórez, C., Fernández-Rodríguez, V., & Londoño-Mesa, M. H. (2014). First record of the polychaete *Ficopomatus uschakovi* (Pillai, 1960) (Annelida, Serpulidae) in the Colombian Caribbean, South America. *Zookeys*, (371), 1.
- Ball, M. C., & Farquhar, G. D. (1984). Photosynthetic and stomatal responses of two mangrove species, *Aegiceras corniculatum* and *Avicennia marina*, to long term salinity and humidity conditions. *Plant Physiology*, 74(1), 1-6.
- Base de datos mundial de especies invasoras (2022) Perfil de la especie: *Perna perna*. Consultado: octubre del 2022.
- Base de datos mundial de especies invasoras (2022) Perfil de la especie: *Perna viridis*. Consultado: octubre del 2022.
- Bernal, G., Montoya, L. J., Garizábal, C., & Toro, M. (2005). La complejidad de la dimensión física en la problemática costera del Golfo de Urabá, Colombia. *Gestión y ambiente*, 8(1), 123-135.
- Blanco-Libreros, J. F. & Ortiz-Acevedo, L. F. (2016) Moluscos (gasterópodos y bivalvos) asociados a raíces sumergidas de mangle en el Golfo de Urabá. (pp. 153–175) En M. Londoño - F. Blanco-Libreros (Eds). Expedición Caribe sur Antioquia y Chocó Costeros. Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano. Bogotá 323 pp.
- Cedeño, J., Jiménez Prieto, M., Pereda, L., & Allen, T. (2010). Abundancia y riqueza de moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la laguna de Bocaripo, Sucre, Venezuela. *Revista de Biología Tropical*, 58, 213-226.
- Chevillot, P., Molina Márquez, A., Giraldo Ospina, L., & Molina Márquez, C. (1993). Estudio geológico e hidrológico del Golfo de Urabá. Boletín científico. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrológicas, (14), 79-90.
- Clarke, K. R., & Gorley, R. N. (2006). Primer v6. *User manual/tutorial. Plymouth routine in multivariate ecological research. Plymouth Marine Laboratory.*
- Comisión de Pesca Marina de los Estados del Golfo, 2003. *Perna perna* (Linnaeus, 1758).
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá (Corpouraba) y Departamento Administrativo de Medio Ambiente (Dama). (2007). Plan de Manejo del Distrito de Manejo Integrado de la Ensenada de Rionegro y las ciénagas de Marimonda y El Salado, municipio de Necoclí, departamento de Antioquia. Bogotá D.C. 360p.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá (Corpouraba) y Universidad Nacional. (1998). Evaluación de zonas de erosión crítica en el litoral Caribe antioqueño, Informe final, Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos, Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá (Corpouraba). (2003). Caracterización y zonificación de los manglares del Golfo de Urabá, Departamento de Antioquia. Convenio Fonade-Corpouraba. Litografía Élite, Apartadó, Colombia. 80p.
- Correa, I. D., & Vernet, G. (2004). Introducción al problema de la erosión litoral en Urabá (Sector Arboletes-Turbo) costa Caribe Colombiana. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-Invemar, 33(1), 07-28.
- Correa, I. D., Prüssmann, J., Garrido, A. E., Blanco, J. F., Londoño, M. H., Quan-Young, L., & Correa, I. (2010). Geomorfología del contorno litoral Urabá-Darién (Departamentos de Antioquia y Chocó, Caribe colombiano). *Blanco JF, Londoño MH, Quan-Young L, Urrego L, Polanía J, Osorio A, Bernal G, Correa I. Expedición Estuarina, Golfo de Urabá, Fase, 1*, 304.

- Cruz-Ábrego, F. M., Hernández-Alcántara, P., & Solís-Weiss, V. (1994). Estudio de la fauna de poliquetos (Annelida) y moluscos (Gastropoda y Bivalvia) asociada a ambientes de pastos marinos (*Thalassia testudinum*) y manglares (*Rhizophora mangle*) en la laguna de Términos, Campeche, México. In *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México* (Vol. 21, No. 1-2, pp. 1-13).
- Díaz, Merlano, J. M., & Puyana-Hegedus, M. (1994). Moluscos del Caribe colombiano. Un catálogo ilustrado.
- Dittel, AR, Epifanio, CE y C Natunewicz. (1996). Depredación sobre megalopas de cangrejo de barro, *Panopeus herbstii* H. Milne Edwards: efecto de la complejidad del hábitat, especies depredadoras y densidades poslarvales. *J. Exp. Mar Biol. Ecol.* 198: 191-202.
- Dueñas, P. R., Campos, N. H., Quirós, J. A. (2012). Los crustáceos decápodos del departamento de Córdoba, Colombia: Biodiversidad de la fauna de crustáceos decápodos en el Caribe colombiano. Editorial Académica Española.
- García, P, J. y Correa, R, J. (2006). Macroinvertebrados y peces asociados a las raíces sumergidas del Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*) en las bahías de Turbo y El Uno, Golfo de Urabá. Turbo. 2006. 132p. Trabajo de investigación (Pregrado en Ecología de zonas costeras). Universidad de Antioquia. Corporación Académica Ambiental.
- García-Valencia, C. (2007). Atlas del Golfo de Urabá: Una mirada al Caribe de Antioquia y Chocó. Invemar.
- Gómez-Cubillos, C., Licero, L., Perdomo, L., Rodríguez, A. M., Romero D'Achardi, D. C., Ballesteros Contreras, D. C., Ricaurte Villota, C. (2015). Portafolio “Áreas de arrecifes de coral, pastos marinos, playas de arena y manglares con potencial de restauración en Colombia.
- Guerra-Castro, E. J., Conde, J. E., & Cruz-Motta, J. J. (2016). Scales of spatial variation in tropical benthic assemblages and their ecological relevance: epibionts on Caribbean mangrove roots as a model system. *Marine Ecology Progress Series*, 548, 97-110.
- Hammer, Ø, Harper, D. A., & Ryan, P. D. (2001). Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4(1), 9.
- Hernández-Alcantara, P. y Solís-Weiss, V. (1995). Algunas comunidades macrobentónicas asociadas al manglar (*Rhizophora mangle*) en la laguna de Términos, Golfo de México. *Revista Biología Tropical*. 43(1-3). 117-129 p.
- Hogarth, P. J. (2015). The biology of mangroves and seagrasses. Oxford University Press.
- Hutchings, P., & Saenger, P. (1987). Ecology of mangroves. *Ecology of mangroves*.
- Inclán-Rivadeneira, R. (1989). Ecology of the epibiosis on the submerged roots of *Rhizophora mangle* in Bahía de la Ascensión, Quintana Roo, México. *Ciencias Marinas*, 15(1), 1-20.
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (Invemar). (2007). Segundo informe de avance. Formulación de los lineamientos y estrategias de manejo integrado de la Unidad Ambiental Costera del Darién. 30p.
- Llanes-Baeza, C. y González, N, (2002). Evaluación de los mejillones *Mytilopsis sallei* (Recrúz) y *Brachidontes exustus* (Linné) como bioindicadores de materia orgánica en la bahía de Chetumal, México. *Universidad y Ciencia*. Vol.18 (35). 29-42p.
- Llansó, R. J., Dew-Baxter, J., & Scott, L. C. (2011). Chesapeake Bay water quality monitoring program long-term benthic monitoring and assessment component level I comprehensive report.
- Margalef, R. (1986). Ecología. Editorial Omega. Barcelona.
- Marín-Zambrana, G. (2002). Lagunas costeras y estuarios. p: 183-206. En: Instituto de investigaciones marinas y costeras (Invemar). Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia. En: Serie de documentos generales. Santa Marta, Colombia.
- McDonald, J. (1982). *Eurypanopeus depressus* (Crustacea: Brachyura: Xanthidae). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 8, 173-180.
- Morelo, M. G. y Martínez, C. O. (2018). Influencia de características oceanográficas y sedimentológicas sobre la distribución de microgasterópodos bentónicos en Punta Caribaná noreste del Golfo de Urabá (Necoclí, Colombia) en la época húmeda. 76p. Trabajo de investigación (Pregrado en Oceanografía). Universidad de Antioquia. Corporación Académica Ambiental.

- Moreno, P. A. (2002). Taxocenosis Annelida, Mollusca, Crustacea asociada a las raíces sumergidas de *Rhizophora mangle* L. San Andrés Isla, Caribe Colombiano. Tesis de grado, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- Moreno, R. C. E. (2007). Moluscos y crustáceos asociados a las raíces sumergidas de *Rhizophora mangle* (Linnaeus, 1753) y su relación frente a la calidad del agua en dos áreas de la bahía de Cispatá, "Ciénagas del Ostional y Navío y Ciénaga de la Soledad" (Córdoba), Caribe Colombiano.
- Morton, B. (1989). Life-history characteristics and sexual strategy of *Mytilopsis sallei* (Bivalvia: Dreissenacea), introduced into Hong Kong. *Journal of Zoology*, 219(3), 469-485.
- Mosquera-Quejada, E. A. (2022). Variación temporal (2005-2021) de comunidades de macroinvertebrados asociados a raíces sumergidas de *Rhizophora mangle* L: consecuencias de 15 años de actividad humana en la zona costera del distrito de Turbo. Trabajo de investigación (Pregrado en Ecología de Zonas Costeras). Universidad de Antioquia. Corporación Académica Ambiental.
- Navarrete-Ramírez, S. M., & Rodríguez Rincón, A. M. (2014). Protocolo indicador condición tendencia bosques de manglar. Indicadores de monitoreo biológico del subsistema de áreas marinas protegidas (Samp).
- Odum, E. 1972. Ecología. México: Editorial Interamericana. 3ra. Edición. 634 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Fao). (2007) Los manglares del mundo 1980–2005. Roma: Fao, Fao Forestry Paper, 153, 77 p.
- Osoorio, A. F., Mesa, J. C., Bernal, G. R., & Montoya, R. D. (2009). Reconstrucción de cuarenta años de datos de oleaje en el mar Caribe colombiano empleando el modelo WWIII™ y diferentes fuentes de datos. Boletín científico. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrológicas, (27), 37-56.
- Prahl, H. y Sánchez, O. (1985). Cangrejos Grapsidos (Crustácea: Decápoda: Grapsidae) del Pacifico Colombiano. Universidad del Valle. Departamento de Biología. Rev. No. 12. 18 p.
- Puyana, M. (1995). Aspectos biológicos y ecológicos de *Mytilopsis sallei* (Recluz, 1849) (Bivalvia: Dreissenidae) en bancos de ostra de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-Invemar*, 24(1), 29-53.
- Quiceno, P. A. & Palacio, J. A. (2008). Aporte al conocimiento de los macroinvertebrados asociados a las raíces del mangle (*Rhizophora mangle*) en la ciénaga La Boquilla, municipio de San Onofre, Sucre. *Gestión y Ambiente*, 11(3).
- Quijano, J. C. (2009). Macroinvertebrados asociados a las raíces del Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*, Linnaeus 1753), en el complejo de ciénagas de la Bahía de Cispatá, Córdoba Caribe colombiano.
- Quirós, J. A., Arias, J. E. (2013). Taxocenosis de moluscos y crustáceos en raíces de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la Bahía de Cispatá, Córdoba, Colombia. *Acta biológica colombiana*, 18(2), 329–340.
- Ramírez, A. y Viña, G. (1998). Limnología colombiana: aportes a su conocimiento y estadísticas de análisis. Colombia: Panamericana.
- Reyes, R., y Néstor, H. C. C. (1992). Moluscos, anélidos y crustáceos asociados a las raíces de " *Rhizophora mangle*" Linnaeus, en la región de Santa Marta, Caribe Colombiano. *Caldasia*, 133-148.
- Rodriguez, G. (1980). Crustáceos Decápodos de Venezuela. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas. Caracas. 493 p.
- Rojas, J. (2003). Contribución al conocimiento de la fauna de macroinvertebrados asociados a las raíces del manglar en el Golfo de Urabá, Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Antioquia, Medellín. 98 p.
- Romero, P. (2004). Composición taxonómica y proceso sucesional de la fauna asociada a las raíces sumergidas de *Rhizophora mangle* (Mangle Rojo) de San Andrés isla. Trabajo de grado (Biólogo marino). Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá: 98 p.
- Romero-Murillo, P. E., & Polanía, J. (2008). Sucesión temprana de la taxocenosis Mollusca-Annelida-Crustacea en raíces sumergidas de Mangle Rojo en San Andrés Isla, Caribe colombiano. *Revista de biología marina y oceanografía*, 43(1), 63-74.

- Ruiz, M., & López-Portillo, J. (2014). Variación espacio-temporal de la comunidad de macroinvertebrados epibiontes en las raíces del Mangle Rojo *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en la laguna costera de La Mancha, Veracruz, México. *Revista de Biología Tropical*, 62(4), 1309-1330.
- Rützler, K. (1969). The mangrove community: aspects of its structure, faunistics, and ecology. In *Memorias, Simposio Internacional Lagunas Costeras, 1967, UNAM: México, DF*.
- Salem, M., Mercer, D., 2012. The economic value of mangroves: A meta-analysis. *Sustainability* 4(3), 359-383.
- Sánchez Páez, H., Alvarez León, R., Guevara Mancera, O. A., Ulloa Delgado, G. A. (2000). Lineamientos estratégicos para la conservación y uso sostenible de los manglares de Colombia (No. Doc. 19598)* CO-BAC, Bogotá).
- Smith, R. I. (1964). Keys to marine invertebrates of the Woods Hole Region: a manual for the identification of the more common marine invertebrates.
- Tavares, M. (2002). Shrimps. En K. E. Carpenter (Ed.). *The living marine resources of the western central Atlantic, species identification guide for fisheries purposes* (pags. 251 - 291). Roma: FAO.
- Urrego, L. E., Molina, E. C., Suárez, J. A., Ruiz, H., & Polanía, J. (2010). Distribución, composición y estructura de los manglares del Golfo de Urabá. *Expedición Estuarina, Golfo de Urabá, Fase 1; Expedición Antioquia 2013*, 3, 82-110.
- Vargas Ospina, B., & Córdoba Bejarano, J. A. (2022). Estructura comunitaria del mesozooplankton en dos épocas climáticas contrastantes en el golfo de Urabá, Caribe Colombiano.
- Vilardy, S., & Polanía, J. (2002). Mollusca fauna of the mangrove root-fouling community at the Colombian Archipelago of San Andrés and Old Providence. *Wetlands Ecology and Management*, 10(3), 273-282.
- Williams, A.B. (1984). Camarones, langostas y cangrejos de la costa atlántica del este de los Estados Unidos, de Maine a Florida. *Prensa de la Institución Smithsonian, Washington, DC*, págs. 408-409. 6.
- Yáñez-Arancibia, A. (1986). Ecología de la zona costera. Análisis de siete tópicos. Capítulo 2. Lagunas costeras y estuarios como ecosistemas. AGT Editor. México, D.F.
- Young, P. y Campos, N. (1998). Cirripedia (Crustacea) de la zona intermareal e infralitoral de la región de Santa Marta, Colombia. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*. Vol. 18. Pp 153-164.
- Yves-Francois, T. (2007). El Paisaje en el Golfo. En: García-Valencia, C. (Ed). *Atlas del Golfo de Urabá: Una Mirada al Caribe de Antioquia y Chocó*. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras Invenmar y Gobernación de Antioquia. Santa Marta, Colombia. Serie de Publicaciones Especiales de Invenmar. 12; 75-128p.
- Yves-Francois, T. Cesaraccio, M. García-Valencia, C. Ménanteau, L. (2007). Contribución de la hidrografía histórica al estudio de la cinemática de los fondos marinos: evolución del Golfo de Urabá, Colombia. *Boletín científico. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrológicas*. 25, 110-119p.

Anexo A Fichas de identificación de individuos en la Ensenada de Rionegro

<p>Phylum: Arthropoda Clase: Malacostraca Familia: Alpheidae Género: <i>Alpheus</i> Especie: <i>Alpheus heterochaelis</i> (Say, 1818)</p>	
<p>Descripción del Género Presenta caparazón liso y rostro reducido, con ojo parcial o por completo cubiertos por el margen frontal del caparazón. El séptimo artejo del segundo maxilípido está situado lateralmente con respecto al sexto. El primer par de patas es robusto, con pinzas y asimétrico (Abele y Kim, 1986).</p> <p>Descripción de la Especie El camarón mordedor de garra grande pertenece a la familia de los camarones mordedores o camarones pistola (Alpheidae), cuyos miembros poseen una sola chela grande (garra) que ha sido modificada de tal manera que es capaz de producir un chasquido distinto o sonido de estallido. El chasquido acústico de la garra de <i>Alpheus heterochaelis</i> es importante como medio para aturdir/matar presas, en defensa y también como parte de una exhibición teatral en encuentros intraespecíficos agonísticos (Abele y Kim, 1986)</p>	
<p>Ecología y hábitat Es una especie bentónica que habita en una variedad de hábitats marinos poco profundos y normalmente reside dentro de algún tipo de estructura protectora física. Es común en arrecifes y bancos de ostras, alrededor de lechos de pastos marinos y manglares (Abele y Kim, 1986)</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 2 raíces, presentó sus mayores abundancias en la estación E4 y E8.</p>	

<p>Phylum: Arthropoda Clase: Thecostraca Familia: Balanidae Género: <i>Amphibalanus</i> Especie: <i>Amphibalanus amphitrite</i> (Darwin, 1854)</p>	
<p>Descripción del Género Organismo sésil sin pedúnculo, presenta caparazón formado por placas calcáreas en forma de pared vertical (Smith, 1964)</p> <p>Descripción de la Especie Únicamente la carina se encuentra cubierta por las placas adyacentes y la placa rostral sobre las placas adyacentes, con base calcárea y porosa, con el scutum estriado longitudinalmente con septos parietales continuos en la parte interna (Smith, 1964)</p>	
<p>Ecología y hábitat Organismo filtrador, con distribución cosmopolita que se encuentra distribuido ampliamente desde aguas marinas hasta aguas casi dulces en zonas estuarinas (Young y Campos, 1998)</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 18 raíces, presentó sus mayores abundancias en la estación E4 y E7.</p>	

<p>Phylum: Arthropoda Clase: Malacostraca Familia: Sesarmidae Género: <i>Armases</i> Especie: <i>Armases</i> sp</p>	
<p>Descripción de la Especie Caparazón con la superficie dorsal cubierta de gránulos. Quelípedos sexuales dimórficos; generalmente más robustos en los machos que en las hembras. En ambos sexos, el borde medial posterior y el lateral inferior tienen bordes aserrados. El borde medial anterior está armado con dientes y expandido distalmente, especialmente en los machos. Carpo cubierto de gránulos afilados. Las quelas de ambos sexos están cubiertas de gránulos; superficie dorsal de la palma con una fila pobre de tubérculos afilados.</p>	
<p>Ecología y hábitat Aparece en hábitats marinos, de agua dulce, manglares y salobres (Schubart et al., 2002). Esta especie se encuentra en la costa del pacífico desde la Bahía de Tenacatita, México, hasta Ecuador.</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 11 raíces, presentó sus mayores abundancias en la estación E4 y E8.</p>	

<p>Phylum: Arthropoda Clase: Malacostraca Familia: Grapsidae Género: <i>Aratus</i> Especie: <i>Aratus pisoni</i> (H. Milne Edwards, 1837)</p>	
<p>Descripción del Género Presenta caparazón de forma trapezoidal, estrecho en la parte posterior. Frente muy ancha y vertical. El tercer par de maxilópodos se encuentra atravesado por un borde piloso. Los dácilios de los apéndices caminadores son cortos (Rodríguez, 1980)</p>	
<p>Descripción de la Especie Caparazón subcuadrado. La frente es casi vertical, por lo menos cuatro veces más ancha que alta, con los lados paralelos. Los quelípedos están bien desarrollados y en la parte exterior llevan mechones de pelos oscuros ubicados en la mitad distal. La superficie externa e interna de la palma esta recubierta por tubérculos (Rodríguez, 1980).</p>	
<p>Ecología y hábitat Hábitat principalmente entre las raíces de los árboles de mangle (Prahly y Sánchez, 1985). Al ser una especie principalmente arbórea, pasa la mayor parte del tiempo fuera del agua escalando los troncos y ramas de los árboles de mangle. Se alimenta de igual manera de hojas frescas y en descomposición de mangle, además de algunos insectos y otros organismos epibiontes. Es el principal organismo transferidor de materia orgánica al agua bajo la forma de heces (Spivak, 1997).</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en la raíz E4M1, solo se encontró en la estación 4.</p>	

<p>Phylum: Mollusca Clase: Bivalvia Familia: Mytilidae Género: <i>Brachidontes</i> Especie: <i>Brachidontes exustus</i> (Linnaeus, 1758)</p>	
<p>Descripción del Género Presenta una concha con forma típica mitiliforme, ornamentada con series de líneas radiales bifurcadas, además de márgenes dentellados (Díaz y Puyana, 1994)</p> <p>Descripción de la Especie Concha alargada, más bien pequeña adornada con estrías radiales las cuales van a formar los dentículos a lo largo del margen. Presenta una coloración café en la parte exterior y un violeta metálico combinado con blanco en su interior (Cosel, 1986)</p>	
<p>Ecología y hábitat Aparece con regularidad en aguas de características tranquilas, de salinidad algo reducida, vive adherida mediante el biso a sustratos duros como conchas, valvas de ostras y también de raíces de <i>R. mangle</i> (Cosel, 1986; Díaz y Puyana, 1994)</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 20 raíces, no se encontró en la estación E2, presentó sus mayores abundancias en la estación E4 y E7.</p>	

<p>Phylum: Arthropoda Clase: Malacostraca Familia: Cirolanidae Género: <i>Cirolana</i> Especie: <i>Cirolana</i> sp</p>	
<p>Descripción del Género Cuerpo capaz de enrollarse, ojos presentes o ausentes, lámina frontal bien desarrollada, más ancha que larga o más larga que ancha (Kensley y Schotte, 1989).</p> <p>Descripción de la Especie Longitud del cuerpo excede 3 veces su ancho, lámina frontal rectangular, casi 2 veces más larga que ancha, el exopodito uropodial presenta 7 espinas sobre el margen lateral y el endopodito presenta dos espinas en el margen lateral y 5 en el margen mesial, pleotelson con 10 espinas. Su cuerpo se encuentra densamente pigmentado.</p>	
<p>Ecología y hábitat Se localiza entre los espacios intersticiales de <i>M. sallei</i> y <i>C. rhizophorae</i>. Sobre las raíces de mangle. Habita en aguas salobres que van desde los 10 a 15 PSU y con profundidades mayores a 1 metro (Kensley y Schotte, 1989).</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 16 raíces, presentó sus mayores abundancias en la estación E4 y E5.</p>	

<p>Phylum: Mollusca Clase: Bivalvia Familia: Ostreidae Género: <i>Crassostrea</i> Especie: <i>Crassostrea rhizophorae</i> (Guilding, 1828)</p>	
<p>Descripción del Género No presenta dientes en los márgenes laterales, se caracteriza por que la valva izquierda además de ser cementada presenta un mayor tamaño que la valva derecha (Díaz y Puyana, 1994)</p>	
<p>Descripción de la Especie Concha de diversas formas, por lo general alargada y más bien gruesa, valva superior siempre más pequeña y algo aplanada. Presenta un color gris claro en su exterior y blanco en interior, el cual se diferencia la huella muscular la cual aparece teñida de violeta (Cosel, 1986)</p>	
<p>Ecología y hábitat Habita sobre casi cualquier sustrato duro en zonas de poca profundidad y de marea baja, prefiere aguas entre los 15 a 30 PSU. Puede llegar a sobrevivir en aguas completamente salinas, pero no en aguas completamente dulces. Debido a que requiere vivir en ambientes muy estables puede llegar a convertirse en una especie indicadora de cambios bruscos en el sistema (Cosel, 1986)</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 24 raíces, presentó sus mayores abundancias en la estación E4 y E8.</p>	

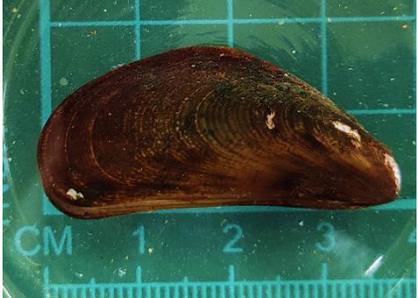
<p>Phylum: Arthropoda Clase: Malacostraca Familia: Panopeidae Género: <i>Panopeus</i> Especie: <i>Panopeus herbstii</i> (H Milne Edwards, 1934)</p>	
<p>Caparazón subcuadrado, la longitud frontorbital es mayor que la mitad del ancho mayor del caparazón. El dedo fijo de la chela mayor presenta un gran diente basal. El tercer segmento abdominal del macho llega a la coxa del último par de pereiópodos. Su coloración es púrpura en el dorso del caparazón y los quelípodos y clara en la parte ventral de estos (Melandro y Torres, 1985).</p>	
<p>Ecología y hábitat Tanto adultos como juveniles también se pueden encontrar en rocas de embarcadero, fondos de concha o adoquines y pantanos bordes (Dittel et al., 1996). En camas de ostras y debajo de rocas, los individuos pueden excavar madrigueras poco profundas a una profundidad de 4-10 cm (Williams 1984).</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 22 raíces, presentó sus mayores abundancias en las estaciones E4.</p>	

<p>Phylum: Mollusca Clase: Gastropoda Familia: Littorinidae Género: <i>Littorina</i> Especie: <i>Littorina angulifera</i> (Lamarck, 1822)</p>	
<p>Descripción del Género Concha generalmente lisa o algunas veces con ornamentaciones a manera de cordones en espiral, no presenta ombligo (Díaz y Puyana, 1994).</p>	
<p>Descripción de la Especie Concha liviana, de forma cónica y de tamaño medio. Presenta surcos a manera de espiral muy delgados. Su color va desde el café claro hasta el naranja o amarillo, con manchas axiales de color castaño (Díaz y Puyana).</p>	
<p>Ecología y hábitat Se encuentra adherida normalmente a ramas, troncos y raíces de <i>R. mangle</i>, en donde se alimenta de algas raspando la superficie del sustrato; pero también se encuentra sobre otros sustratos duros como piedras, muelles, etc. Habita desde la zona de línea de marea alta hasta 30 cm por encima de la zona intermareal. Prefiere zonas de aguas con salinidades poco reducidas, pero puede sobrevivir en aguas salobres hasta de 15 PSU aproximadamente (Cosel, 1986).</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 5 raíces, presentó sus mayores abundancias en la estación E8.</p>	

<p>Phylum: Bryozoa Clase: Gymnolaemata Familia: <i>Membranipora</i> Género: <i>Membranipora</i> sp</p>	
<p>Descripción del Género Colonias de tamaño variable, incrustantes, generalmente con aspecto de alfombra. Zooides rectangulares, con espinas cortas o tubérculos en las esquinas. Una membrana cubre la superficie frontal por completo. Poseen bandas no calcificadas en las paredes que proporcionan flexibilidad al zooide. Color blanco grisáceo.</p>	
<p>Ecología y hábitat Prefiere hábitats marinos poco profundos entre el intermareal medio y el sublitoral poco profundo. También se puede encontrar en aguas salobres. Por lo general, se encuentra adherido a colonia de algas, conchas o sustratos artificiales.</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 12 raíces, presentó sus mayores abundancias en la estación E7 y E8.</p>	

<p>Phylum: Mollusca Clase: Bivalvia Familia: Dreissenidae Género: <i>Mytilopsis</i> Especie: <i>Mytilopsis sallei</i> (Recluz, 1849)</p>	
<p>Descripción del Género Presenta un biso muy bien desarrollado y el músculo aductor se encuentra fijado a una plataforma en la parte apical (Díaz y Puyana, 1994).</p> <p>Descripción de la Especie Forma de la concha típica de <i>Mytilidae</i>, pequeña de color blanco opaco, periostraco de color castaño. No presenta nácar; es muy similar a <i>B. exustus</i>, pero se diferencia por no presentar ornamentación tan definida, sino líneas de crecimiento irregulares sobre la superficie externa (Díaz y Puyana).</p>	
<p>Ecología y hábitat Habita casi exclusivamente aguas salobres de salinidades entre 1 a 10 PSU, puede llegar a vivir bastante tiempo en aguas completamente dulces, pero apenas unas pocas semanas en aguas marinas. Vive adherida a rocas, palos, muelles, pilotes y raíces de mangle llegando a construir conglomeraciones muy altas y densas de individuos (Cosel, 1986). Constituye una fuente de alimento para muchas especies ícticas de interés comercial dentro del sistema de manglar (Díaz y Puyana, 1995).</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 26 raíces, presentó sus mayores abundancias en las estaciones E1 y E2.</p>	

<p>Phylum: Arthropoda Clase: Malacostraca Familia: Penaeidae Género: <i>Penaeus</i> Especie: <i>Penaeus notialis</i> (Pérez Farfante, 1967)</p>	
<p>Descripción de la Especie Se caracteriza por presentar un caparazón liso, rostrum con ocho a nueve dientes en el margen dorsal, ojos pedunculados, seis segmentos abdominales, cinco pares de apéndices caminadores (pereiópodos), cinco apéndices nadadores (pleópodos), tres pares de apéndices torácicos modificados (maxilípedo) utilizados para la alimentación, un par de anténulas y antenas que tienen función sensorial y el telson y urópodos en el extremo posterior del abdomen, que sirven para la natación o propulsión (Tavares, 2002)</p>	
<p>Ecología y hábitat Fondos blandos desde los 3 a los 100 m y presenta sus mayores abundancias en aguas someras entre los 10 a 75 m de profundidad (Tavares, 2002)</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en una raíz, presentándose en la estación E4.</p>	

<p>Phylum: Mollusca Clase: Bivalvia Familia: Mytilidae Género: <i>Perna</i> Especie: <i>Perna perna</i> (Linnaeus, 1758)</p>	
<p>Descripción de la Especie Es un bivalvo de caparazón bajo, alargado y liso. El caparazón de <i>P. perna</i> es delgado alrededor de los bordes y se engrosa en la parte posterior. El mejillón alcanza un tamaño máximo de 90 mm en las zonas intermareales y un tamaño máximo de 120 mm en las zonas sublitorales. El tamaño máximo de la concha está influenciado por la distribución vertical (Comisión de Pesca Marina de los Estados del Golfo, 2003).</p>	
<p>Ecología y hábitat Bentónico; rango de profundidad 0 - 50 m. Tropical; 10°C - 30°C, preferiblemente 26°C; 37°N - 35°S, 64°O - 82°E</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 24 raíces, presentó sus mayores abundancias en la estación E3 y E8.</p>	

<p>Phylum: Mollusca Clase: Bivalvia Familia: Mytilidae Género: <i>Perna</i> Especie: <i>Perna</i> sp</p>	
<p>Descripción del Género Es un bivalvo de caparazón bajo, alargado y de caparazón liso. El caparazón de <i>Perna</i> es delgado alrededor de los bordes y se engrosa en la parte posterior. El mejillón alcanza un tamaño máximo de 90 mm en las zonas intermareales y un tamaño máximo de 120 mm en las zonas sublitorales. El tamaño máximo de la concha está influenciado por la distribución vertical (Comisión de Pesca Marina de los Estados del Golfo, 2003).</p>	
<p>Ecología y hábitat Ambientes intermareales, submareales y estuarinos con alta salinidad. <i>P. viridis</i> se adhiere a sustratos duros, pero es capaz de reubicarse. Las colonias densas pueden desarrollarse en condiciones óptimas de temperatura y salinidad, a veces con miles de individuos por metro cuadrado</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 3 raíces, presentó sus mayores abundancias en la estación E3 y E8.</p>	

<p>Phylum: Mollusca Clase: Bivalvia Familia: Mytilidae Género: <i>Perna</i> Especie: <i>Perna viridis</i> (Linnaeus, 1758)</p>	
<p>Descripción de la Especie Concha alargada, aproximadamente trigonal-ovada en contorno, hinchada y puntiaguda en la parte anterior, redondeada y comprimida en la parte posterior. Umbones terminales y muy ahusados, más bien curvados. Margen anterior reducido. Margen ventral largo ya menudo algo cóncavo. Superficie exterior casi lisa aparte de marcas de crecimiento concéntricas y líneas radiales tenues. Periostraco bastante grueso y liso, adherente. Cresta ligamentosa finamente picada. Bisagra con 1 diente pequeño en la válvula derecha y 2 en la izquierda. Cicatriz del aductor anterior ausente en especímenes adultos. Interior de un verde azulado pálido iridiscente, con un margen verde vivo en el periostraco (Banco mundial de especies invasoras, 2022)</p>	
<p>Ecología y hábitat Aparece en ambientes intermareales, submareales y estuarinos con alta salinidad. <i>P. viridis</i> se adhiere a sustratos duros, pero es capaz de reubicarse. Las colonias densas pueden desarrollarse en condiciones óptimas de temperatura y salinidad, a veces con miles de individuos por metro cuadrado. Principalmente encontrado en hábitats de estuarios con salinidades que van desde 18-38 ppt y temperaturas de 11-32 °C, <i>P. viridis</i> tiene una amplia tolerancia a la salinidad y la temperatura (Banco mundial de especies invasoras, 2022)</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 1 raíz en la estación E7.</p>	

<p>Phylum: Arthropoda Clase: Malacostraca Familia: Porcellanidae Género: <i>Petrolisthes</i> Especie: <i>Petrolisthes</i> sp</p>	
<p>Descripción de la Especie El plano del cuerpo y la posición de las antenas en relación con los ojos se pueden usar para diferenciar a los porcelánicos de otras especies de cangrejos. <i>Petrolisthes armatus</i> se puede distinguir de las porcelánicos concurrentes por medio de sus características piezas bucales azules y una mancha naranja en las quelas.</p>	
<p>Ecología y hábitat Se encuentra en hábitats intermareales bajos y submareales poco profundos, como arrecifes de ostras y escombros de rocas</p>	
<p>Distribución en la Ensenada de Rionegro Estuvo presente en 3 raíces, se presentó las estación E4, E7 y E8.</p>	

Phylum: Mollusca
Clase: Gastropoda
Familia: Muricidae
Género: *Thaisella*
Especie: *Thaisella coronata* (Lamarck, 1816)



Descripción del Género

Concha globosa, ovalada, ornamentada con cordones espirales lisos y nodosos; canal anal si está presente en forma de surco pequeño (Díaz y Puyana, 1994).

Descripción de la Especie

Concha de tamaño mediano-grande 45 mm, con seis giros convexos, espiral baja, con canal anal desarrollado y bordeado por un callo, ombligo con borde grueso, apertura columnela amarillo-naranja (Díaz y Puyana, 1995)

Ecología y hábitat

Habita zonas con salinidades altas y parece soportar reducciones de hasta 15 PSU. Se encuentra en zonas estuarinas regularmente durante periodos de alta salinidad, sobre los bancos de ostras (Cosel, 1986)

Distribución en la Ensenada de Rionegro

Estuvo presente en 6 raíces, presentó sus mayores abundancias en las estaciones E7 y E8