



Composición florística de macroalgas asociadas a *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) en dos ensenadas del Caribe venezolano

Floristic composition of macroalgae associated with *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) in two inlets of the Venezuelan Caribbean

Vanessa Acosta-Balbás^{1,2*}, Belice Gotera¹, Jorge Barrios-Montilla³ y Erickxander Jiménez-Ramos^{1,4}

0000-0002-1631-7462

0000-0001-6352-0343

0000-0001-6697-5140

0000-0002-3706-0483

1. Grupo de Investigación en Biodiversidad y Ecología de Ecosistemas Acuáticos, Departamento de Acuicultura Pesca y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí (UTM), Bahía de Caráquez, Manabí, Ecuador. vanessaacosta@yahoo.com*
2. Laboratorio de Ecología, Departamento de Biología, Escuela de Ciencias, Universidad de Oriente, Cumaná, Estado Sucre 6101, Venezuela. beligotq@gmail.com
3. Departamento de Biología Marina. Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente, Cumaná, estado Sucre, 6101, Venezuela. jebarster@gmail.com
4. Coordinación de Proyectos de Investigación, Universidad Politécnica Territorial de Oeste de Sucre Clodosbaldo Russian, Sede Araya, Venezuela. erickxander1994bio@gmail.com

* Autor para correspondencia / Corresponding author.

RESUMEN

Se realizó un inventario de la ficoflora asociada a raíces de *Rhizophora mangle* en las ensenadas Carenero y Turpialito, ubicadas en el Caribe suroriental de Venezuela. Se efectuaron muestreos bimestrales en cuatro estaciones por ensenada (noviembre 2012-septiembre 2013), en las cuales se tomaron datos de temperatura y salinidad superficial del agua y se recolectaron las macroalgas asociadas a cinco raíces por estación. Se identificaron 23 especies en total, correspondientes a tres phyla: 11 Chlorophyta, 7 Ochrophyta y 5 Rhodophyta, con 14 especies comunes para ambas ensenadas, distribuyéndose según sus morfotipos funcionales en 7 foliáceas, 7 sifonales, 4 corticadas, 3 filamentosas y 2 calcáreas articuladas. Los valores promedios de temperatura y salinidad, presentaron diferencias temporales en ambas ensenadas. La riqueza específica osciló entre 17 (Carenero) y 20 (Turpialito), con cambios espacio-temporales apreciables solo en Carenero. Siete son nuevos registros para el golfo de Cariaco, *Anadyomene* sp., *C. verticillata*, *H. tuna*, *U. rigida*, *H. spinella*, *D. implexa* y *D. delicatula*. La topografía y diversidad de ambientes, influyeron directamente en la composición y ensamble de la ficoflora asociada a las raíces de *Rhizophora mangle*, dando como resultado una diferencia en la variabilidad en la distribución y presencia de las especies algales en cada ensenada.

PALABRAS CLAVE: mangle rojo, ficoflora, morfotipos, Chlorophyta, riqueza.

ABSTRACT

An inventory of the phycoflora associated with *Rhizophora mangle* roots was carried out in the Carenero and Turpialito coves, located in the southeastern Caribbean of Venezuela. Bimonthly samplings were carried out at four stations (November 2012-September 2013), in which data on temperature and surface salinity of the water were taken and the macroalgae associated with five roots per station were collected. A total of 23 species were identified, corresponding to three phyla: 11 Chlorophyta, 7 Ochrophyta and 5 Rhodophyta, with 14 species common to both coves, distributed according to their functional morphotypes in 7 foliaceous, 7 siphonal, 4 corticate, 3 filamentous and 2 calcareous. articulated. The average values of temperature and salinity showed temporal differences in both coves. Specific richness ranged between 17 (Carenero) and 20 (Turpialito), with appreciable space-time changes only in Carenero. Seven are new records for the Gulf of Cariaco, *Anadyomene* sp., *C. verticillata*, *H. tuna*, *U. rigida*, *H. spinella*, *D. implexa* and *D. delicatula*. The topography and diversity of environments directly influenced the composition and assembly of the phycoflora associated with the roots of *Rhizophora mangle*, resulting in a difference in variability in the distribution and presence of algal species in each cove.

KEYWORDS: red mangrove, phycoflora, algal morphotypes, Chlorophyta, richness.

DOI: <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2023.52.1.1153>

Publicado por Invemar

Este es un manuscrito de acceso abierto bajo la licencia CC Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual

Published by Invemar

This is an open Access article under the CC BY-NC-SA

INTRODUCCIÓN

El ecosistema manglar es complejo y dinámico, particularmente el sistema radical sumergido de *Rhizophora mangle*, que forma una intrincada red que va desde el nivel superior de la marea hasta el sublitoral. La forma casi cilíndrica de la raíz constituye un sustrato con una amplia superficie de contacto disponible para la colonización de organismos sésiles, entre los cuales destaca la flora algal, que puede llegar a conformar junto a diversos grupos de invertebrados, comunidades con una alta riqueza de especies (Ellison y Farnsworth, 1992; Hogarth, 2007).

Dentro de los manglares, las macroalgas juegan un papel importante al actuar como productores primarios de la compleja cadena trófica de este ecosistema; además poseen un importante valor ecológico, constituyendo filtros naturales que retienen sedimentos y aportan grandes cantidades de materia orgánica en forma de detritus enriquecido desde el manglar a los ecosistemas vecinos, representando su biomasa, una contribución importante en la producción de carbono orgánico; así mismo las macroalgas también son indicadoras ambientales de cambios fisicoquímicos, generados por eventos naturales o antropogénicos (Steinke y Naidoo, 1990; Laursen y King, 2000).

En el Caribe se han realizado numerosos estudios de macroalgas asociadas a ambientes de manglar, la mayoría son inventarios o trabajos taxonómicos, registrándose en esta región 109 especies (Cordeiro-Marino *et al.*, 1992). Para el Caribe mexicano Collado-Vides *et al.* (1995) identificaron 52 especies de macroalgas asociadas a manglares en el sistema lagunar de Nichuptè. En Cuba se totalizan 163 macroalgas asociadas a esta comunidad, donde predominan especies pantropicales y en ocasiones, cosmopolitas (Martínez-Daranas, 2005).

En el Caribe de Panamá se describió la zonación vertical de macroalgas en las raíces de *R. mangle*, identificándose once especies del phylum Rhodophyta, de las cuales *Bostrychia montagnei*, *B. moritziana*, *B. tenella*, *Polysiphonia howei*, *P. scopulorum*, *A. spicifera* y *C. caespitosa*, fueron las más abundantes (Ríos *et al.*, 2019), mientras que en el Caribe suroccidental colombiano, se registra la mayor diversidad de macroalgas epibentónicas asociadas al sistema de raíces de *R. mangle* (Salazar-Forero *et al.*, 2021) constituida por 36 especies de macroalgas (21 Rhodophyta, once Chlorophyta y cuatro Phaeophyceae). No obstante, estos últimos estudios destacan la necesidad de incrementar el conocimiento de la biodiversidad, distribución

INTRODUCTION

Mangrove ecosystems are complex and dynamic, particularly the radical submerged system of *Rhizophora mangle*, which forms an intricate network spanning from the upper level to the sublittoral. The almost cylindrical shape of the root constitutes a substrate with a wide contact surface that is available for the colonization of sessile organisms, among which floral algae stand out. These organisms, along with diverse groups of invertebrates, can establish communities with high species richness (Ellison and Farnsworth, 1992; Hogarth, 2007).

Within mangroves, macroalgae play an important role since they act as primary producers of these ecosystems' complex trophic chain. They also have great ecological value, as they build natural filters that retain sediments and contribute with large amounts of organic matter in the form of enriched detritus, which is transported from the mangrove to the neighboring ecosystems, representing its biomass. This constitutes a significant contribution in the production of organic carbon. In the same way, macroalgae are also environmental indicators of physicochemical changes caused by natural or anthropogenic events (Steinke and Naidoo, 1990; Laursen and King, 2000).

In the Caribbean, numerous studies on macroalgae associated with mangrove environments have been carried out, most of them focusing on taxonomic or inventories works. Cordeiro-Marino *et al.* (1992) elaborated the first compilation for the region, reporting 109 macroalgae species. Later, in the Mexican Caribbean, Collado-Vides *et al.* (1995) identified 52 macrophyte species associated with mangroves in a lagoon system, In Cuba, Martínez-Daranas (2005) elaborated an inventory, reporting 163 macroalgae associated to *R. mangle* roots and indicating the predominance of pantropical and cosmopolitan species.

In the Panama Caribbean, Ríos *et al.* (2019) described the vertical zoning of macroalgae in the roots of *R. mangle*, identifying 11 species of the phylum Rhodophyta, out of which *Bostrychia montagnei*, *B. moritziana*, *B. tenella*, *Polysiphonia howei*, *P. scopulorum*, *Acanthophora spicifera*, and *Caulerpa caespitosa* were the most abundant; while, in the Colombian southwestern Caribbean, 36 species have been reported which are associated to the *R. mangle* root system (Salazar-Forero *et al.*, 2021), constituted by 21 Rhodophyta, 11 Chlorophyta, and four Phaeophyceae. Nevertheless, these last studies highlight the need to generate more knowledge on the biodiversity, distribution, and seasonality of the phycofloristic

y estacionalidad de la comunidad ficoflorística asociada al mangle rojo, para comprender mejor la dinámica y servicio ecológico que éstas brindan en los manglares en el Caribe.

En Venezuela los primeros trabajos sobre macroalgas en manglares fueron realizados por Post (1936, 1963), quien estudió la asociación de las algas rojas *Bostrychia* y *Caloglossa*. Hammer y Gessner (1967) identificaron macroalgas presentes en manglares de las costas orientales de Venezuela. Díaz-Piferrer (1970) generó un inventario donde menciona algunas especies asociadas a raíces de mangle rojo en el golfo de Venezuela, lago de Maracaibo, costas de los estados Anzoátegui, Sucre y Nueva Esparta. González (1977), Lobo y Ríos (1985), Albornoz (1988), González y Vera (1994) y Vera (2004) aportaron listados de macroalgas para Falcón y en particular el Parque Nacional Morrocoy.

López *et al.* (2009) identificaron 40 especies de macroalgas en raíces de *R. mangle* en la península de Paraguaná (Falcón), siendo este trabajo el que menciona la mayor cantidad de especies para este sustrato en el país. En el oriente de Venezuela, resaltan los estudios de Barrios *et al.* (2004) en golfo de Santa Fe y en Caño Mánamo-Delta Amacuro (Barrios y García, 2013), registrando la asociación *Bostrychietum* típica de manglares, en la que predominan las rodofitas que presentan numerosos mecanismos de adaptación a la desecación y a las fluctuaciones de salinidad y temperatura. A pesar de los estudios realizados, aún existe poco conocimiento sobre las macroalgas asociadas a las raíces del mangle rojo, por lo que se realizó un levantamiento ficoflorístico, con la finalidad de conocer la composición de macroalgas asociadas a raíces de *R. mangle* en dos ensenadas del Caribe suroriental de Venezuela.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Las ensenadas de Turpialito (10° 26' 5" N, 64° 02' 56" O) y Carenero (10 ° 26' 42" N, 64 ° 2' 16" O), se sitúan en la costa sur del golfo de Cariaco, ubicada en el Caribe suroriental de Venezuela. Los manglares que bordean la ensenada de Carenero están conformados por: *R. mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Avicennia germinans*, la composición de los manglares es similar en Turpialito, a excepción de esta última especie. *Rhizophora mangle* es el mangle dominante en ambas ensenadas, ocupando un área de 5368,70 m² en Carenero y 4001,43 m² en Turpialito. La longitud de la boca de estas ensenadas varía entre 118,54 y 175,97 m, siendo mayor en Turpialito (Figura 1).

community associated with red mangrove, in order to better understand the dynamics and ecological services that it provides to mangroves in the Caribbean.

In Venezuela, the first works on macroalgae in mangroves were carried out by Post (1936; 1963), who studied the association of red algae of the genera *Bostrychia* and *Caloglossa*. Hammer and Gessner (1967) identified macroalgae present in mangroves of the eastern coasts of Venezuela. Díaz-Piferrer (1970) elaborated an inventory that mentions some species associated with red mangrove roots in the Gulf of Venezuela, the Maracaibo Lake, and the coasts of the states of Anzoátegui, Sucre, and Nueva Esparta. González (1977), Lobo and Ríos (1985), Albornoz (1988), González and Vera (1994), and Vera (2004) contributed with lists of macroalgae for Falcón and particularly the Morrocoy National Park.

López *et al.* (2009) identified 40 macroalgae species in *R. mangle* roots in the Paraguaná Peninsula (Falcón), being this work the one that mentions the largest number of species for this substrate in the country. In eastern Venezuela, two papers stand out: Barrios *et al.* (2004) in the Gulf of Santa Fe and Barrios and García (2013) in Caño Mánamo-Delta Amacuro. These works report the association of *Bostrychietum* that is typical in mangroves, where there is a predominance of rhodophytes with numerous adaptation mechanisms for desiccation and fluctuations in salinity and temperatures. In light of the need to generate more knowledge on macroalgae in *R. mangle* roots and considering their importance as a basis for supporting the primary and secondary productivity of these environments, a phycofloristic survey was conducted with the purpose of assessing the spatial-temporal composition of macroalgae associated with *R. mangle* roots in two coves of the southeastern Caribbean of Venezuela.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The coves of Turpialito (10° 26' 5" N, 64° 02' 56" W) and Carenero (10 ° 26' 42" N, 64 ° 2' 16" W) are located in the southern coast of the Gulf of Cariaco, in the southeastern Caribbean of Venezuela. The mangroves that surround Carenero cove are constituted by *R. mangle*, *Laguncularia racemosa* C.F. Gaertn, *Conocarpus erectus*, and *Avicennia germinans*. The mangrove composition of Turpialito is similar, except for the latter. *R. mangle* is the dominant mangrove in both coves, occupying an area of 5368.70 m² in Carenero and 4001.43 m² in Turpialito. The mouth length of these coves varies between 118.54 and 175.97 m, and it is greater in Turpialito (Figure 1).

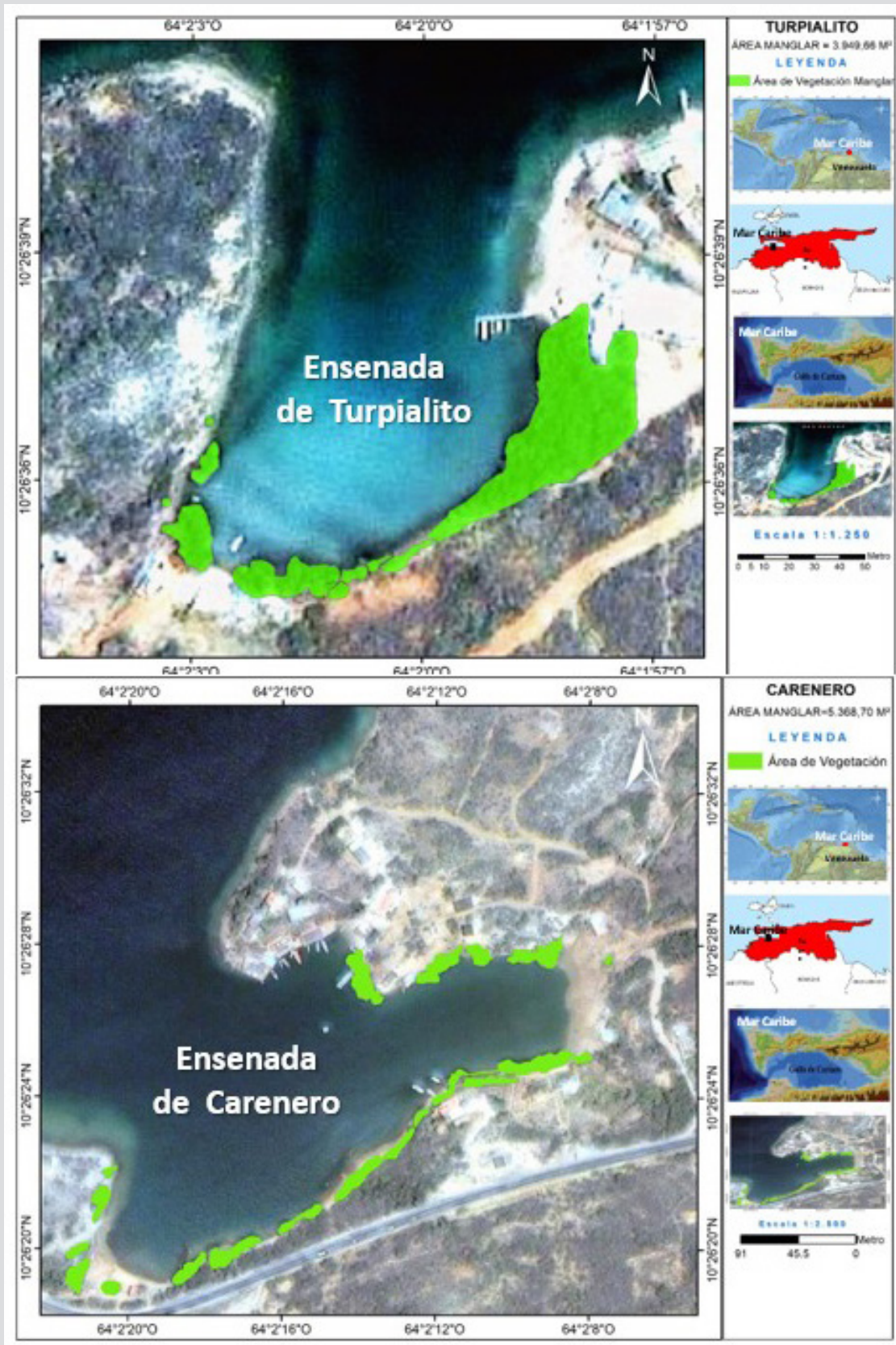


Figura 1. Ubicación geográfica y estaciones de muestreo en las ensenadas de Carenero y Turpialito (golfo de Cariaco), Caribe suroriental de Venezuela.

Figure 1. Geographical location and sampling stations in the Carenero and Turpialito coves (Gulf of Cariaco), Venezuelan southeastern Caribbean.

Diseño de muestreo

Las ensenadas evaluadas presentan ambientes marinos similares, con parches de coral y *Thalassia testudinum*, así como sustratos carentes de vegetación y áreas rocosas asociadas a los manglares. Con base a estos diferentes ambientes y a la cobertura del mangle rojo, se establecieron cuatro estaciones en cada ensenada, distribuidas de la siguiente manera:

Ensenada de Carenero

Estaciones 1 y 2: presentan raíces bien desarrolladas, sumergidas en su totalidad hasta profundidades de 1,0 a 1,2 m respectivamente, con parches de *T. testudinum* y corales. Estación 3: el manglar es menos desarrollado, sus raíces están sumergidas a una profundidad promedio de 0,50 m, sujetas a cambios de marea y poca presencia de *T. testudinum*. Estación 4: ubicada frente a la boca de la ensenada, adyacente a una zona rocosa y expuesta a corrientes moderadas durante todo el año, con raíces menos desarrolladas a una profundidad promedio de 0,45 m.

Ensenada de Turpialito

Estaciones 1 y 2: cercanas a parches de *T. testudinum*, con una profundidad promedio entre 0,7 a 1,0 m. Estación 3: el mangle rojo se encuentra poco desarrollado, adyacente a un banco de arena muy fina, por lo cual, las raíces se encuentran poco sumergidas (0,55 m). Estación 4: el manglar está ubicado frente a la boca de la ensenada, en una zona rocosa, expuesto a corrientes moderadas con una profundidad de unos 0,5 m.

Factores ambientales

Con la finalidad de conocer si existen cambios espaciotemporales, se obtuvieron por triplicado, en cada ensenada registros de temperatura y salinidad, con una sonda multiparamétrica modelo YSI6600.

Obtención de la ficoflora

Las macroalgas se recolectaron bimestralmente, desde noviembre de 2012 hasta septiembre de 2013. En cada ensenada se escogieron al azar tres raíces de *R. mangle* por estación, las algas presentes se recolectaron manualmente mediante raspado de la raíz, con la finalidad de extraerlas con sus estructuras de fijación. Las muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno previamente etiquetadas y envueltas en papel, para que mantuvieran suficiente humedad y permanecieran en buen estado por más tiempo. En el laboratorio, cada muestra fue lavada cuidadosamente y colocada en recipientes con una solución de formaldehído

Sampling design

The evaluated coves have similar marine environments, with coral and *Thalassia testudinum* patches, as well as substrates lacking vegetation and rocky areas associated with mangroves. Based on these different environments and the red mangrove cover, four stations were established in each cove, which were distributed as follows:

Carenero cove

Stations 1 and 2 have well-developed roots entirely submerged to depths of 1.0 to 1.2 m, respectively, with *T. testudinum* and coral patches. Station 3: the mangrove is less developed. Its roots are submerged to an average depth of 0.5 m, and they are subjected to tidal changes and little presence of *T. testudinum*. Station 4: is located in front of the cove mouth, adjacent to a rocky zone and exposed to moderate currents throughout the year, with less developed roots at an average depth of 0.45 m.

Turpialito cove

Stations 1 and 2 are close to *T. testudinum* patches, with average depths between 0.7 and 1.0 m. Station 3: the red mangrove is little developed. It is adjacent to a very fine sand bank, which is why its roots are little submerged (0.55 m). Station 4: the mangrove is located in front of the cove mouth in a rocky zone. It is exposed to moderate currents, with an average depth of about 0.5 m.

Environmental factors

With the purpose of understanding whether there are spatial-temporal changes, temperature and salinity records were obtained in triplicate for each cove using a 6600v2 multiparametric probe (model YSI6600).

Obtaining the phycoflora

Macroalgae were collected bimonthly from November 2012 until September 2013. In each cove, three *R. mangle* roots from each station were randomly selected. The algae were manually collected by scraping the root, with the purpose of extracting them with their holdfast structures. The samples were placed in previously labeled polyethylene bags and wrapped in paper, so that they maintained enough humidity and remained in good shape for a longer time. In the laboratory, each sample was carefully washed and placed in containers with a 4 % formaldehyde solution in seawater. For the taxonomic identification of the algae down to the lowest possible taxon, the most distinctive morphological features were observed through histological cuttings made

al 4 % en agua de mar. Para la identificación taxonómica de las algas hasta el taxón más bajo posible, se observaron los caracteres morfológicos más distintivos, mediante cortes histológicos realizados a mano alzada y con éstos se prepararon láminas semipermanentes, utilizando glicerina al 30 % como medio de montaje, según la técnica modificada de Womersley (Ramírez, 1995). La observación se realizó mediante un microscopio Labomed LX400 de campo claro. Las muestras colectadas fueron herborizadas e incorporadas al Herbario Ficológico del Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente.

Identificación taxonómica

Para la identificación taxonómica se utilizaron los trabajos de Taylor (1960), Chapman (1961, 1963), Joly (1967), Lemus (1979, 1984), Aponte (1985), Littler y Littler (2000) y Dawes y Mathieson (2008). Se corrobora la clasificación y distribución de las macroalgas según los catálogos de Ganesan (1989), Wynne (2017), Carballo-Barrera *et al.* (2020) y Guiry y Guiry (2020). Los diferentes tipos morfo-funcionales de las macroalgas fueron establecidos según los criterios propuestos por Steneck y Dethier (1994).

Composición florística

Se estimaron índices ecológicos como la Riqueza Específica (S), contando el número total de especies identificadas en cada ensenada y estación de muestreo (Margalef, 1986) y Constancia específica (C), obtenida mediante la fórmula definida por Krebs (1985), para la cual se establecen tres categorías: C = Constante (especies en más de 50 % de los muestreos), A = Accesoria (especies entre 25 y 49,9 % de los muestreos) y Acci = Accidental (especies en menos de 24,9 % de los muestreos).

Análisis estadístico

Para comparar los valores de temperatura y salinidad entre los meses y estaciones de muestreo, se realizó el análisis de varianza no paramétrica de Kruskal-Wallis (Siegel y Castellan, 1994) utilizando el programa estadístico Statgraphics Centurión 5.1.

RESULTADOS

Factores ambientales

Los valores promedio de temperatura mostraron diferencias significativas temporales para ambas ensenadas (Carenero: KW P = 0,02, Turpialito: KW P = 0,003), sin variabilidad significativa entre las estaciones (Carenero:

by freehand, with which semi-permanent plates were prepared, using glycerin at 30 % as a means of mounting, according to the modified Womersley technique (Ramírez, 1995). The observation was carried out using a Labomed LX400 bright-field microscope. The collected samples were herborized and incorporated to the Phycological Herbarium of the Oceanographic Institute of Venezuela, Universidad de Oriente.

Taxonomic identification

The works by Taylor (1960), Chapman (1961, 1963), Joly (1967), Lemus (1979; 1984), Aponte (1985), Littler and Littler (2000), and Dawes and Mathieson (2008) were used for taxonomic identification. The classification and distribution of macroalgae was corroborated according to the catalogs by Ganesan (1989), Wynne (2017), Carballo-Barrera *et al.* (2020), and Guiry and Guiry (2020). The different morpho-functional types of the macroalgae were determined according to the criteria proposed by Steneck and Dethier (1994).

Floristic composition

Ecological indices were calculated, such as Specific Richness (S) by counting the total number of species identified in each cove and sampling station (Margalef, 1986) and Specific Constancy (C), which was obtained using the formula defined by Krebs (1985), for which three categories are established: C = Constant (species in more than 50 % of the samplings), A = Accessory (species in 25-49.9 % of the samplings, and Acci = Accidental (species in less than 24.9 % of the samplings).

Statistical analysis

To compare the temperature and salinity values between the sampling months and stations, a Kruskal-Wallis non-parametric analysis of variance was performed (Siegel and Castellan, 1994) using the Statgraphics Centurion 5.1 statistical software.

RESULTS

Environmental factors

The average temperature values showed significant differences for both coves (Carenero: KW P = 0.02, Turpialito: KW P = 0.003), with no significant variability between stations (Carenero: KW P = 0.88, Turpialito: KW P = 0.58). In Carenero (Figure 2 a-b), the temperature oscillated between 29.4 °C (November/12) and 23.3 °C

KW P = 0,88, Turpialito: KW P = 0,58). En Carenero (Figura 2 a-b) la temperatura oscilo entre 29,4 °C (noviembre/12) y 23,3 °C (septiembre/13); mientras que en Turpialito (Figura 3 a-b), este factor fluctuó entre 29,8 °C (noviembre/12) y 25,5 °C (enero/13).

(September/13), whereas, in Turpialito (Figure 3 a-b), this factor fluctuated between 29.8 °C (November/12) and 25.5 °C (January/13).

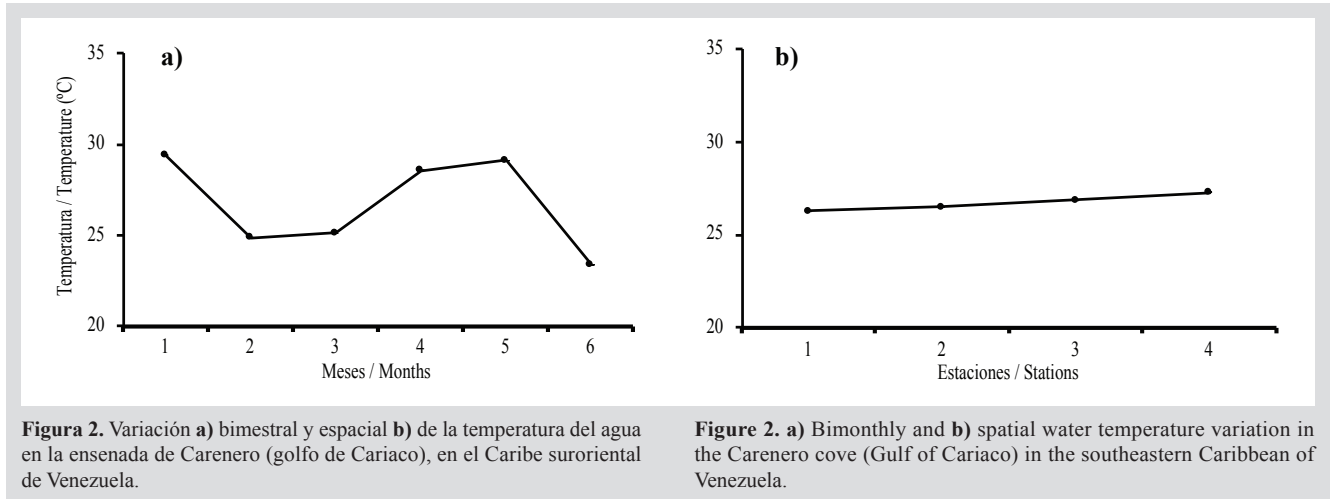


Figura 2. Variación **a)** bimestral y espacial **b)** de la temperatura del agua en la ensenada de Carenero (golfo de Cariaco), en el Caribe suroriental de Venezuela.

Figure 2. a) Bimonthly and **b)** spatial water temperature variation in the Carenero cove (Gulf of Cariaco) in the southeastern Caribbean of Venezuela.

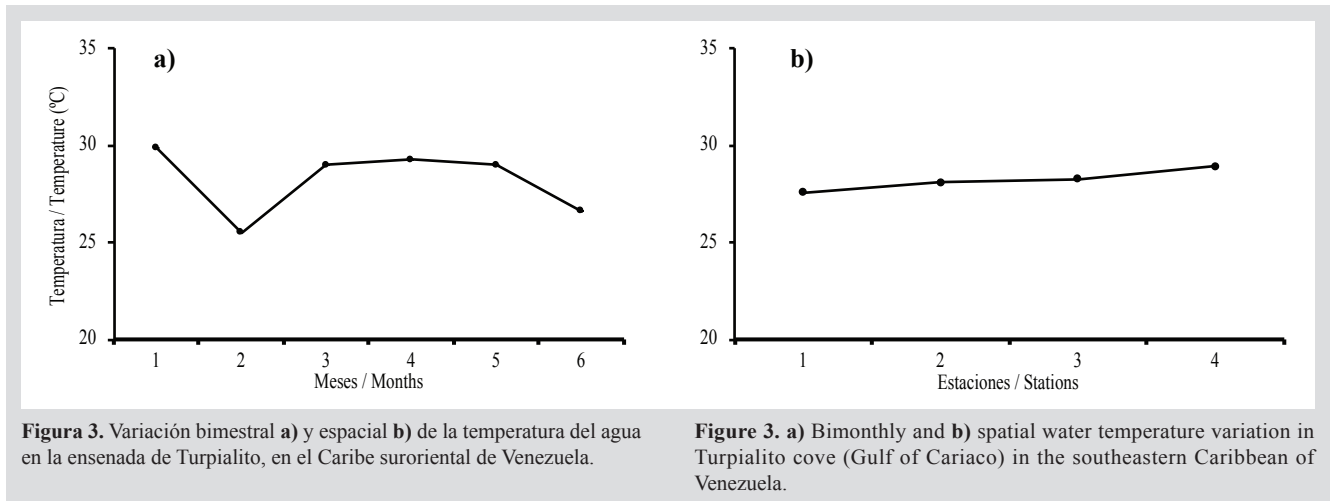


Figura 3. Variación bimestral **a)** y espacial **b)** de la temperatura del agua en la ensenada de Turpialito, en el Caribe suroriental de Venezuela.

Figure 3. a) Bimonthly and **b)** spatial water temperature variation in Turpialito cove (Gulf of Cariaco) in the southeastern Caribbean of Venezuela.

La salinidad mostró diferencias significativas temporales (Carenero: KW P = 0,001, Turpialito: KW P = 0,003), no así entre estaciones (Carenero: KW P = 0,85, Turpialito: KW P = 0,90). En Carenero (Figura 4 a-b), este parámetro osciló entre 31 en noviembre/12 hasta 36,2 en enero/13, mientras que en Turpialito (Figura 5 a-b), se registró una mayor variación, oscilando entre 33 y 39 para los mismos meses.

Salinity showed significant temporal differences (Carenero: KW P = 0.001; Turpialito: KW P = 0.003), but not between stations (Carenero: KW P = 0.85; Turpialito: KW P = 0.90). In Carenero (Figure 4 a-b), this parameter oscillated between 31 in November/12 to 36.2 in January/13, whereas, in Turpialito (Figure 5 a-b) a greater variation was recorded, with an oscillation between 33 and 39 for the same months.

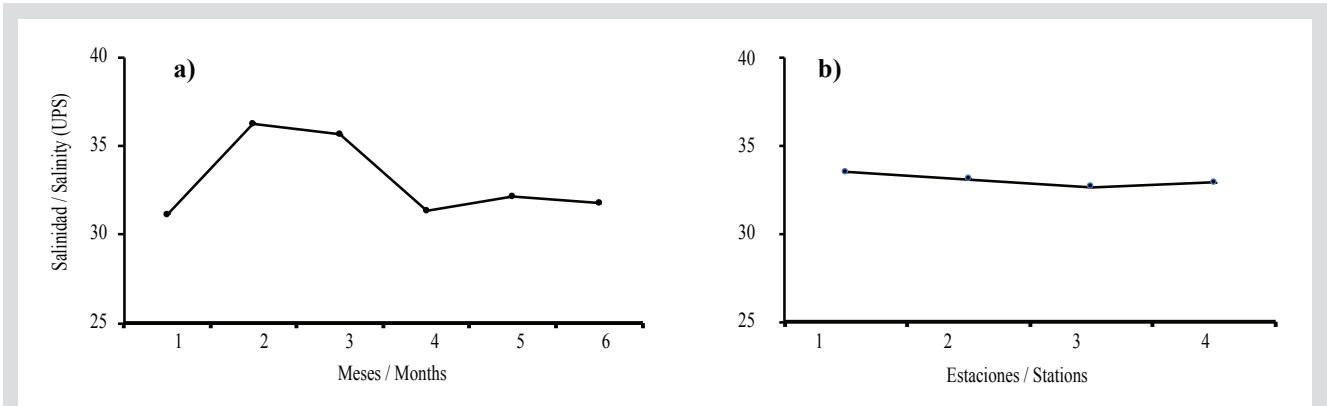


Figura 4. Variación **a)** bimestral y **b)** espacial de la salinidad del agua en la ensenada de Carenero (golfo de Cariaco), en el Caribe suroriental de Venezuela.

Figure 4. a) Bimonthly and **b)** spatial water salinity variation for Carenero cove (Gulf of Cariaco) in the southeastern Caribbean of Venezuela.

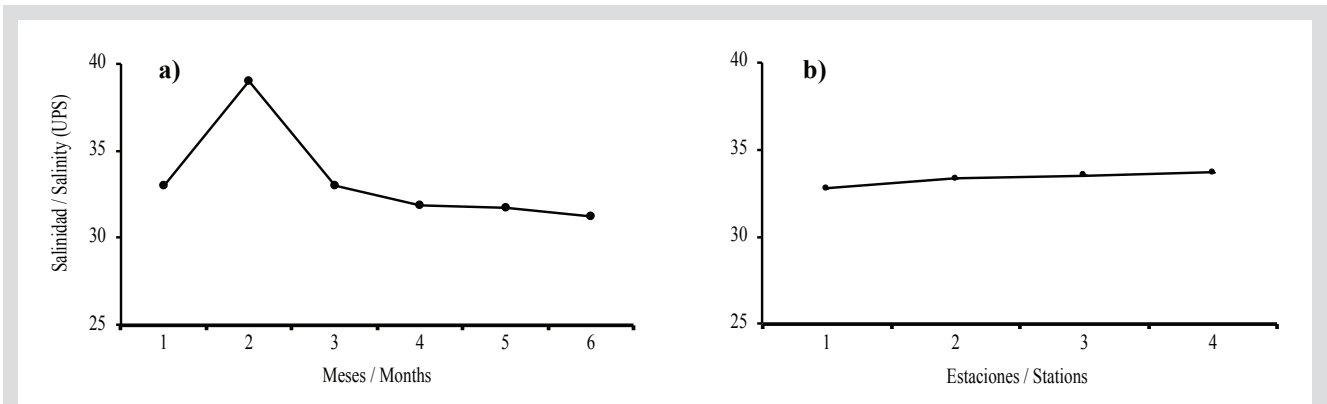


Figura 5. Variación **a)** bimestral y **b)** espacial de la salinidad del agua en la ensenada de Turpialito (golfo de Cariaco), en el Caribe suroriental de Venezuela.

Figure 5. a) Bimonthly and **b)** spatial water salinity variation in Turpialito cove (Gulf of Cariaco) in the southeastern Caribbean of Venezuela.

Identificación taxonómica

En total se identificaron 23 especies de macroalgas agrupadas en 12 familias: Chlorophyta (11), Ochrophyta (7) y Rhodophyta (5), distribuyéndose según sus morfotipos funcionales en siete foliáceas, siete sifonales, cuatro macrofitas corticadas, tres filamentosas y dos calcáreas articuladas (Tabla 1).

Taxonomic identification

A total of 23 macroalgae species were identified, grouped in 12 families –Chlorophyta (11), Ochrophyta (7), and Rhodophyta (5)– and distributed according to their functional morphotypes in seven foliaceous, seven siphonal, four corticated macrophytes, three filamentous, and two articulate calcareous (Table 1).



Tabla 1. Listado total de especies de macroalgas asociadas a raíces de *R. mangle* en las ensenadas de Carenero y Turpialito y tipos morfo-funcionales (Fil = Filamentoso, F = Foliáceo, MC = Macrofita corticada, Ca = Calcárea articulada y S = Sifonal).

Table 1. Total list of macroalgae species associated with *R. mangle* roots in the Carenero and Turpialito coves and morpho-functional types (Fil = Filamentous, F = Foliaceous, MC = Corticated macrophyte, Ca = Articulate calcareous, and S = Siphonal).

Familia / Phylum	Especies / Species	Tipo / Type
Chlorophyta		
Anadyomenaceae	<i>Anadyomene</i> sp.	S
Bryopsidaceae	<i>Bryopsis plumosa</i> (Hudson) C. Agardh	S
Caulerpaceae	<i>Caulerpa racemosa</i> (J. Agardh)	S
	<i>Caulerpa racemosa</i> (J. Agardh) var. <i>peltata</i>	S
	<i>Caulerpa sertularioides</i> (S.G. Gmelin) Howe	S
	<i>Caulerpa verticillata</i> (J. Agardh)	S
Codiaceae	<i>Codium</i> sp.	S
Halimedaceae	<i>Halimeda opuntia</i> (Linnaeus) Lamouroux	Ca
	<i>Halimeda tuna</i> (J. Ellis & Solander) Lamouroux	Ca
Ulvaceae	<i>Ulva fasciata</i> (Delile)	F
	<i>Ulva rigida</i> C. Agardh	F
Rhodophyta		
Ceramiales	<i>Ceramium</i> sp.	Fil
	<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Kützing	Fil
Cystocloniaceae	<i>Hypnea spinella</i> (C. Agardh) Kützing	MC
Rhodomelaceae	<i>Acanthophora spicifera</i> (Vahl) Borgesen	MC
Wrangeliaceae	<i>Wrangelia argus</i> (Montagne) Montagne	Fil
Ochrophyta		
Dictyotaceae	<i>Padina gymnospora</i> (Kützing) Sonder	F
	<i>Padina</i> sp.	F
	<i>Dictyota cervicornis</i> (Kützing)	F
	<i>Dictyota divaricata</i> (Lamouroux)	F
	<i>Dictyopteris delicatula</i> (Lamouroux)	F
Sargassaceae	<i>Sargassum vulgare</i> (C. Agardh)	MC
	<i>Sargassum</i> sp.	MC

Composición florística

El número de especies identificadas por ensenada fue de 20 en Turpialito y 17 en Carenero, con 14 especies comunes para ambas ensenadas. En ambas ensenadas no se registraron algas durante noviembre de 2012. En Carenero, se observaron cambios temporales en el número de especies recolectadas, encontrándose las mayores riquezas en marzo (8), mayo (9) y septiembre (10) de 2013, mientras que las estaciones 2 y

Floristic composition

The number of species identified by cove was 20 in Turpialito and 17 in Carenero, with 14 common species for both coves. No algae were recorded during November 2012 in any cove. In Carenero, temporal changes were observed in the number of species collected, with the greatest richness values in March (8), May (9), and September (10) 2013; whereas stations 2 and 4 showed the greatest richness (9 and 11 species,

4, mostraron la mayor riqueza (9 y 11, respectivamente). En Turpialito, el número de especies identificadas no mostró cambios apreciables, registrándose la mayor riqueza en marzo (10), mientras que, en el resto de los meses, se identificaron entre ocho y nueve especies; este mismo comportamiento, fue observado entre las estaciones, donde la riqueza mostró poca variación, con valores que oscilaron entre 12 y 13 especies (Figura 6 a-b).

respectively). In Turpialito, The number of identified species showed no noticeable changes, with the greatest richness being recorded in March (10); whereas, in the remaining months, eight or nine species were identified. The same behavior was observed between stations, where richness showed little variation, with values oscillating between 12 and 13 species (Figure a-b).

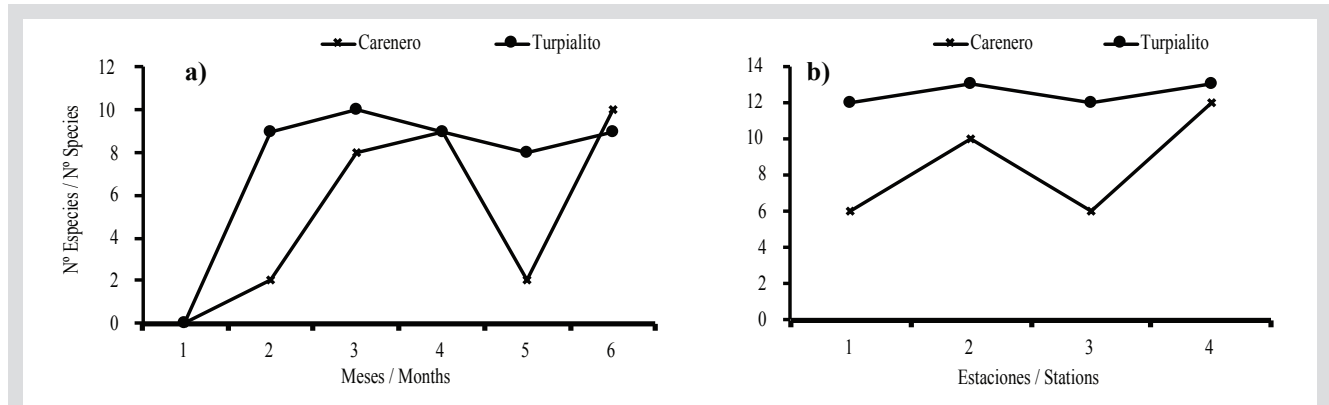


Figura 6. Variación **a)** bimestral y **b)** espacial de la riqueza de macroalgas asociadas a las raíces del mangle rojo *R. mangle* en las estaciones de muestreo de las ensenadas de Carenero y Turpialito (golfo de Cariaco), en el Caribe suroriental de Venezuela.

Figure 6. **a)** Bimonthly and **b)** spatial variation in the richness of macroalgae associated with the roots of the red mangrove *R. mangle* at the sampling stations of the Carenero and Turpialito coves (Gulf of Cariaco) in the southeastern Caribbean of Venezuela.

Con respecto a la Constancia, en la ensenada de Carenero seis especies fueron constantes, tres accesorias y ocho accidentales, y en la ensenada de Turpialito siete fueron constantes, siete accesorias y seis accidentales (Tabla 2).

Regarding constancy, in the Carenero cove, six species were constant, three accessory, and eight accidental; in the Turpialito cove, seven were constant, seven accessory, and six accidental (Table 2).

Tabla 2. Constancia específica de macroalgas asociadas a raíces de *R. mangle* en las ensenadas de Carenero y Turpialito, en el Caribe suroriental de Venezuela. (C = constantes, A = accesorias, a = accidentales).

Table 2. Specific constancy of macroalgae associated with *R. mangle* roots in the Carenero and Turpialito coves, in the southeastern Caribbean of Venezuela. (C=constant, A=Accessory, and a=accidental).

Familia / Phylum	Especies / Species	CARENERO		TURPIALITO	
		%	C	%	C
Chlorophyta					
Anadyomenaceae	<i>Anadyomene</i> sp.	33.33	A	33.33	A
Bryopsidaceae	<i>Bryopsis plumosa</i>	16.66	a	33.33	A
Caulerpaceae	<i>Caulerpa racemosa</i>			83.33	C
	<i>C. racemosa</i> var. <i>peltata</i>	16.66	a	16.66	A
	<i>C. sertularioides</i>			50	C
	<i>C. verticillata</i>			16.66	A
Codiaceae	<i>Codium</i> sp.			33.33	A

Familia / Phylum	Especies / Species	CARENERO		TURPIALITO	
		%	C	%	C
Halimedaceae	<i>Halimeda opuntia</i>	50	C	33.33	A
	<i>H. tuna</i>	16.66	a	16.66	A
Ulvaceae	<i>Ulva fasciata</i>	16.66	a		
	<i>U. rigida</i>	50	C	50	C
Rhodophyta					
Ceramiaceae	<i>Ceramium</i> sp.	16.66	a		
	<i>Centroceras clavulatum</i>	33.33	A	50	C
Cystocloniaceae	<i>Hypnea spinella</i>	16.66	a		
Rhodomelaceae	<i>Acanthophora spicifera</i>	50	C	66.66	C
Wrangeliaceae	<i>Wrangelia argus</i>			16.66	A
Ochrophyta					
Dictyotaceae	<i>Padina gymnospora</i>	16.66	a	66.66	C
	<i>Padina</i> sp.	50	C	33.33	A
	<i>Dictyota cervicornis</i>	16.66	A	33.33	A
	<i>D. divaricata</i>	50	C	16.66	A
	<i>Dictyopteris delicatula</i>			16.66	A
Sargassaceae	<i>Sargassum vulgare</i>	16.66	a	33.33	A
	<i>Sargassum</i> sp.	50	C	50	C
Número de especies / Species number			17		20

DISCUSIÓN

La composición algal de las ensenadas Carenero y Turpialito es similar a la registrada por Barrios *et al.* (2004) para *R. mangle* en el golfo de Santa Fe, de las cuales *U. fasciata*, *C. sertularioides*, *A. spicifera*, *S. vulgare*, *C. clavulatum* y *C. chemnitzia*, fueron identificadas en este estudio. Vera (2004) identificó 30 especies de macroalgas asociadas a mangle rojo para el Parque Nacional Morrocoy, mientras que López *et al.* (2009) registraron 40 especies en la península de Paraguaná. De las macroalgas identificadas en este trabajo, siete son nuevos registros para el golfo de Cariaco, *Anadyomene* sp., *C. verticillata*, *H. tuna*, *U. rigida*, *H. spinella*, *D. implexa* y *D. delicatula*.

Los altos valores de diversidad y abundancia de algas asociadas a raíces de *R. mangle* en el Caribe están relacionados con la estabilidad de factores, como la salinidad,

DISCUSSION

The algal composition of the Carenero and Turpialito coves is similar to that reported by Barrios *et al.* (2004) for *R. mangle* in the Gulf of Santa Fe. Out of the species found, *U. fasciata*, *C. sertularioides*, *A. spicifera*, *S. vulgare*, *C. clavulatum*, and *C. chemnitzia* were also identified in this study. Vera (2004) identified 30 macroalgae species associated with red mangrove in the Morrocoy National Park, while López *et al.* (2009) reported 40 species in the Paraguaná Penninsula. Out of the macroalgae identified in this work, seven are new records for the Gulf of Cariaco: *Anadyomene* sp., *C. verticillata*, *H. tuna*, *U. rigida*, *H. spinella*, *D. implexa*, and *D. delicatula*.

The high diversity and abundance values of algae associated with *R. mangle* roots in the Caribbean are related to the stability of factors such as salinity, water transparency,

transparencia del agua, irradiación, temperatura y la moderada amplitud de mareas, además de una mayor disponibilidad de sustratos duros, entre ellos corales, piedras calizas y raíces de mangle lo cual genera una dinámica que proporciona y favorece la riqueza de la ficoflora asociada a raíces del mangle rojo (Ríos *et al.*, 2019; Salazar-Forero *et al.*, 2021). La composición de algas asociadas a las raíces de mangle rojo en las ensenadas de Carenero y Turpialito es característica de los manglares del Caribe (Taylor, 1960; Cordeiro-Marino *et al.* 1992; Salazar-Forero *et al.*, 2021), conformada por especies que generalmente habitan en espacios protegidos con aguas calmadas y poco profundas. como es el caso de *A. spicifera*, que ha logrado establecerse con éxito en las raíces de mangle rojo.

En noviembre de 2012, no se encontraron algas en las raíces muestreadas, lo cual se relaciona con las fuertes lluvias caídas en ese periodo, las cuales generaron un importante flujo de agua de escorrentía y elevada turbidez en la zona, posteriormente se observó una importante recuperación de la comunidad de organismos en las raíces de mangle rojo. El número de especies identificadas fue similar en ambas ensenadas. En Turpialito no se encontraron diferencias en las especies a lo largo del muestreo encontrándose que la composición florística, es estable, a pesar de las variaciones en temperatura y salinidad. La mayor riqueza de algas se colectó en la región distal de la raíz, sin embargo, la distribución de muchas macroalgas abarca la totalidad de la misma, incluyendo la zona superior de estas, como es el caso de los géneros *Ulva*, *Bryopsis* y *Centroceras*, lo que sugiere la capacidad de estas especies de soportar emersiones cíclicas y desecaciones.

Sin embargo, la flora algal de Carenero mostró fluctuaciones espaciotemporales y su disposición en las raíces se registró principalmente en las porciones distales de estas a modo de penachos, observándose asociadas a estas una comunidad de invertebrados en las raíces, la cual fue visiblemente mayor a la observada en Turpialito. La composición de especies de macroalgas asociadas a los manglares depende en gran medida de la naturaleza de los organismos pioneros que colonizan el sustrato.

En Carenero las especies dominantes fueron *A. spicifera*, *H. copiosa* y *U. rigida*, mientras que *C. racemosa*, *A. spicifera* y *U. rigida*, dominaron en Turpialito. Martins *et al.* (1999) señalan que la mayoría de las especies de estos géneros, son tolerantes a amplios rangos de salinidad, de allí su abundancia en los manglares. La dominancia de *Caulerpa* spp. y *A. spicifera*, estarían relacionadas a su tolerancia a

irradiation, temperature, and the moderate amplitude of the tides, in addition to the greater availability of hard substrates, among them corals, limestones, and mangrove roots, which generate dynamics that favor the richness of phycoflora associated with red mangrove roots (Ríos *et al.*, 2019; Salazar-Forero *et al.*, 2021). The composition of algae associated with red mangrove roots in the Carenero and Turpialito coves is characteristic of mangroves in the Caribbean (Taylor, 1960; Cordeiro-Marino *et al.*, 1992; Salazar-Forero *et al.*, 2021), as it is made up of species that generally inhabit spaces protected by calm and shallow waters.

In November 2012, no algae were found in the sampled roots, which is related to the strong rainfall that took place in that period, which generated an important runoff water flow, high turbidity, and below-average salinities (25.5) in the area. After this period, an important recovery of the phycoflora was observed in the red mangrove roots. The number of species identified was similar in both coves. In Turpialito, the floristic composition showed no spatial-temporal changes, despite the variations in temperature and salinity. The greatest algae richness was collected in the distal region of the root, even though the distribution of many macroalgae species generally encompasses the root as a whole, including its upper area, as is the case of the genera *Ulva*, *Bryopsis*, and *Centroceras*, which suggests that these species can endure cyclic emersions and desiccations.

On the contrary, the algal flora of Carenero showed spatial-temporal fluctuations, and it was recorded mainly in the distal portions of the root, albeit in the form of plumes. A community of invertebrates associated to them was observed in the roots, which was visibly greater to that observed in Turpialito. The composition of macroalgae species present in the mangrove roots depends, to a great extent, on the nature of the pioneer organisms that colonize the substrate.

In Carenero, the dominant species were *A. spicifera*, *H. opuntia*, and *U. rigida*, while *C. racemosa*, *A. spicifera*, and *U. rigida* were dominant in Turpialito. Martins *et al.* (1999) point out that most of the species in these genera can tolerate wide salinity ranges, hence their abundance in mangroves. The dominance of *Caulerpa racemosa*, *C. racemosa* var. *peltata* *C. sertularioides*, *C. verticillate*, and *A. spicifera* could be related to their tolerance to intertidal changes (Dawes and Mathieson, 2008), while the morphological and physiological adaptability of many microalgae species allows them to have a wide bathymetric and spatial distribution that favors their presence in different environments (Marín and Peña, 2016).

cambios intermareales (Dawes y Mathieson, 2008), mientras que la adaptabilidad morfológica y fisiológica de muchas especies de macroalgas les permite una amplia distribución batimétrica y espacial que favorece su presencia en diferentes ambientes (Marín y Peña, 2016).

Acanthophora spicifera, es indicadora de alto contenido de materia orgánica y tiende a ubicarse en los extremos de las raíces de *R. mangle* (Barrios *et al.*, 2004), debido a su estructura cespitosa y desarrollo de un disco basal, puede aprovechar para su crecimiento los extremos de las raíces, que por su reducida área constituyen zonas de menor competencia con organismos incrustantes que necesitan más superficie para establecerse. No obstante, el crecimiento estolonífero y abundancia de proyecciones rizoidales de *Caulerpa*, le permiten adherirse a lo largo de la raíz del mangle. En el caso de *Ulva*, los representantes de este género se encuentran distribuidos ampliamente a nivel mundial y tienden a ser organismos oportunistas que colonizan con éxito los sustratos verticales como las raíces de mangle. Adicionalmente, se puede agregar que *U. fasciata* pudiera estar indicando algún grado de contaminación en Carenero ya que esta especie, y en general todas las ulvales, son características de zonas eutróficas (Van den Hoek *et al.*, 1998; Lotze y Schramm, 2000).

El porcentaje de especies constantes en ambas ensenadas fue similar, pero al contrastar Carenero con Turpialito, se observó una mayor presencia de especies accidentales en esta última ensenada. Barrios *et al.* (2004) señalan que es posible encontrar en las comunidades de algas asociadas a manglar, especies no típicas o accidentales. La disponibilidad y viabilidad de los propágulos y esporas, transportadas por las corrientes y el oleaje, así como la adecuación y tipo de sustrato, son factores influyentes en la distribución y conectividad de poblaciones de organismos sésiles (Gaylord *et al.*, 2006). Otro factor determinante en esta diferencia es que en Turpialito existe una mayor variedad de ambientes cercanos a los manglares, como fondos blandos arenosos y fango limosos, parches coralinos, praderas de *T. testudinum*, áreas rocosas, estructuras antropogénicas como muelle y sistemas de cultivo, que permiten una mayor incidencia de especies que logran colonizar las raíces del manglar.

Entre las especies asociadas a raíces de *R. mangle* en la ensenada de Turpialito se identificaron macroalgas que son características de arrecifes y fondos blandos cercanos, como *C. sertularioides* y *H. copiosa*, lo que sugiere que la riqueza de macroalgas asociadas al mangle rojo sería el

Acanthophora spicifera is an indicator of high organic material contents and tends to be located at the ends of *R. mangle* roots (Barrios *et al.*, 2004). Given its cespitose structure and the development of a basal disk, it can take advantage of the ends of the roots to grow, which, given their reduced area, constitute areas of less competition with fouling organisms that need more surface to settle. Nevertheless, the stoloniferous growth and abundance of rhizoidal projections of *Caulerpa* allow it to adhere along the mangrove root. In the case of *Ulva*, the representatives of this genus are widely distributed worldwide and tend to be opportunistic organisms that successfully colonize vertical substrates such as mangrove roots. It can be added that *U. fasciata* could be an indicator of some degree of contamination in Carenero, as this species, and all Ulvales in general, are characteristic of eutrophic areas (Van den Hoek *et al.*, 1998; Lotze and Schramm, 2000).

The percentage of constant species in both coves was similar, but, when comparing Carenero and Turpialito, a greater presence of accidental species was observed in the latter. Barrios *et al.* (2004) point out that it is possible to find untypical or accidental species in algae communities associated with mangroves. The availability and viability of propagules and spores, transported by the currents and waves, as well as the adequacy and type of substrate, are factors that influence the distribution and connectivity of sessile organism populations (Gaylord *et al.*, 2006). Another determining factor of this difference is that, in Turpialito, there is a greater variety of environments close to mangroves, such as soft sandy and muddy-loamy bottoms, coral patches, *T. testudinum* pastures, rocky areas, anthropogenic structures such as docks and crop systems, which allow a greater incidence of species that manage to colonize mangrove roots.

Among the species associated with *R. mangle* roots in the Turpialito cove, macroalgae were identified which are characteristic of nearby reefs and soft bottoms, such as *C. sertularioides* and *Halimeda opuntia*, which suggests that the richness of macroalgae associated with red mangrove could be the product of the incorporation of species from other environments. Collado-Vides *et al.* (1995) found, in the lagoon system of Nichupté (Mexico), 17 species exclusive to *R. mangle* roots and 35 macroalgae species both on the roots and on sandy bottoms consolidated with marine grasses. Their study highlighted that there are morphological elements in many macroalgae that do not limit their distribution, which allows them to colonize both substrates.

producto de la incorporación de especies de otros ambientes. Collado-Vides *et al.* (1995) encontraron en el sistema lagunar de Nichuptè (México) 17 especies exclusivas para las raíces de *R. mangle* y 35 especies de macroalgas tanto en raíces como en fondos arenosos consolidados con pastos marinos, destacando en su estudio que existen elementos morfológicos en muchas macroalgas que no limitan su distribución, lo cual permite que estas colonicen ambos substratos.

La cercanía de parches coralinos y áreas rocosas, en combinación con factores físicos y bióticos particulares, interactúan para producir la composición ficoflorística asociada a las raíces observada en dichas ensenadas. En un estudio realizado en isla Colón, provincia de Bocas del Toro, Caribe panameño, la mayoría de las macroalgas se distribuían en las zonas media y distal de las raíces que estaban siempre sumergidas, sugiriendo que muchas de las especies allí presentes, como *A. spicifera* y *H. spinella*, entre otras, colonizan las raíces de *R. mangle* que crecen en espacios protegidos con aguas poco agitadas y profundas de playas rocosas con arrecifes coralinos (Ríos *et al.*, 2019).

Sin embargo, hay que considerar que no todas las especies de macroalgas comunes en estos ambientes pueden estar representadas en las raíces de estos manglares, ya sea por el alto contenido de taninos y otros productos secundarios de las raíces (Conde *et al.*, 1995), la competencia que se genera por espacio con otros organismos durante el proceso de colonización y el frecuente sombreado de la cobertura vegetal que reduce la luz disponible. Ogden y Gladfelter (1986) indican que los manglares costeros son un componente funcional de los complejos manglar-pastos marinos-arrecifes coralinos, y aunque las interacciones entre estos ecosistemas no están claramente definidas, el complejo sistema de raíces, las macroalgas y demás organismos que las colonizan reducen el impacto de los sedimentos de escorrentía y resuspensión sobre las comunidades coralinas.

Algunos fenómenos medioambientales globales que se producen dentro del golfo de Cariaco como la surgencia costera, que ocurre entre los meses de diciembre a abril y mayo (Okuda *et al.*, 1978), junto a otras características propias de cada ensenada, como la amplitud, profundidad, complejidad estructural de las raíces del mangle, colecta de bivalvos (*p.e.*, ostras) por parte de los pescadores, que perturban la dinámica de las comunidades en las raíces, y la presencia de otros ecosistemas en áreas vecinas, juegan un papel importante en la distribución espacio-temporal de la ficoflora asociada a los manglares de Carenero y

The closeness of coral patches and rocky areas and particular physical and biotic factors interact to produce the phycofloristic composition associated with roots that was observed in the aforementioned coves. In a study conducted in Colón Island, in the Bocas del Toro province of the Panama Caribbean, most macroalgae were distributed in the medium and distal areas of the roots, which were always submerged, thus suggesting that many of the species present there, such as *A. spicifera* and *H. spinella*, among others, colonize the *R. mangle* roots growing in protected spaces (Ríos *et al.*, 2019).

However, it must be considered that not all macroalgae species that are common in these environments may be represented in the roots of these mangroves, either because of the high contents of tannins and other secondary products of the roots (Conde *et al.*, 1995), the competition is generated for space with other organisms during the colonization process, or the frequent shading caused by plant cover, which reduces the available light. Ogden and Gladfelter (1986) indicate that coastal mangroves are a functional component of mangrove-marine grass-coral reef complexes, and even though the interactions between these ecosystems are not clearly defined, the complex root system, macroalgae, and other organisms that colonize them reduce the impact of runoff and resuspension sediments on coral communities.

Some global environmental phenomena taking place within the Gulf of Cariaco, such as coastal upwelling, which occurs between December and April and May (Okuda *et al.*, 1978), together with other characteristics of each cove, such as the width, depth, the structural complexity of the mangrove roots, bivalve collection (*e.g.*, oysters) by fishermen –which upsets the dynamics of the communities on the roots– and the presence of other ecosystems in neighboring areas play an important role in the spatial-temporal distribution of the phycoflora associated with mangroves in Carenero and Turpialito. The topographic characteristics, structure, and disposition of mangroves within both coves, together with the closeness and biological exchange with different marine environments, are fundamental to the composition and assembly of the phycoflora associated with *R. mangle* in Carenero and Turpialito, which, despite being close and sharing environmental similarities, exhibit different algal compositions.



Turpialito. Las características topográficas, estructura y disposición de los manglares dentro de ambas ensenadas, junto a la cercanía e intercambio biológico con diferentes ambientes marinos, son fundamentales en la composición y ensamble de la ficoflora asociada a *R. mangle* de Carenero y Turpialito, que a pesar de estar próximas y compartir similitudes medioambientales, presentan una composición algal diferente.

AGRADECIMIENTOS

El estudio fue financiado por el Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente-Venezuela-CI-02-030603-1970-17.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded by the Research Council of Universidad de Oriente-Venezuela-CI-02-030603-1970-17.

BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Albornoz, O. 1988. Macroalgas marinas del estado Falcón (Venezuela). Bol. Centro Invest. Biol., 17: 1-34.
- Aponte, M. 1985. Evaluación taxonómica de las algas marinas de la costa noreste de la Isla de Margarita. Tesis Maestría, Univ. Oriente, Inst. Oceanogr. Venezuela, Cumaná. 381 p.
- Barrios, J. y G. García. 2013. Macroalgas asociadas a raíces de mangle de Caño Mánamo, estado Delta Amacuro, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 52 (1): 107-112.
- Barrios, J., B. Márquez y M. Jiménez. 2004. Macroalgas asociadas a *Rhizophora mangle* L. en el golfo de Santa Fe, estado Sucre, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 42: 37-45.
- Burkholder, P. and L. Almodovar. 1973. Studies on mangrove algal communities in Puerto Rico. Fla. Sci., 36: 66-74.
- Carballo-Barrera, Y., S. Gómez, M. García y N. Gil. 2020. Catálogo de la ficoflora de Venezuela. Publicación electrónica. Univ. Central Ven., Caracas. Web Ficoflora Venezuela: <https://www.ficofloravenezuela.info.ve/public/index.php>.
- Chapman, V. J. 1961. The marine algae of Jamaica. Part I. Myxophyceae and Chlorophyceae. Bull. Inst. Jamaica, 12: 1-159.
- Chapman, V. J. 1963. The marine algae of Jamaica. Part II. Phaeophyceae and Rhodophyceae. Bull. Inst. Jamaica, 12: 1-201.
- Collado-Vides, L., J. González-González y E. Ezcurra. 1995. Patrones de distribución ficoflorística en el sistema lagunar de Nichupte, Quintana Roo, México. Act. Bot. Mex., 31: 19-32.
- Conde, J., C. Alarcón, S. Flores and H. Diaz. 1995. Nitrogen and tannins in mangrove leaves might explain interpopulation variations in the crab *Aratus pisonii*. Act. Cient. Ven., 46: 303-304.
- Cordeiro-Marino, M., M. Braga, V. Eston, M. Fujii and N. Yokoya. 1992. Mangrove macroalgal communities of Latin America: the state of art and perspectives: 51-64. In: Seeliger, U. (Ed.) Coastal plant communities of Latin America. Academic Press, New York.
- Dawes, C. and A. Mathieson. 2008. The seaweeds of Florida. Univ. Florida. Florida. 591 p.
- Díaz-Piferrer, M. 1970. Adiciones a la flora marina de Venezuela. Caribb. J. Sci., 10: 159-198.
- Ellison, A. and E. Farnsworth. 1992. Belizean mangrove-root epibionts: patterns of distribution and abundance and effects on root growth. Hydrobiologia, 247: 87-98.
- Ganesan, E. K. 1989. A catalog of benthic marine algae and seagrasses of Venezuela. Conicit, Caracas. 237 p.
- Gaylord, B., D. Reed, P. Raimondi and L. Washburn. 2006. Macroalgal spore dispersal in coastal environments: Mechanistic insights revealed by theory and experiment. Ecol. Monogr., 76: 481-502.
- González, A. 1977. La vegetación marina del Parque Nacional Morrocoy, estado Falcón. Acta Bot. Ven., 12: 241-246.
- González, A. y B. Vera. 1994. Algas: 63-126. En: Manara, B. (Ed.) Flora del Parque Nacional Morrocoy. Fund. Inst. Bot. Ven., Ag. Esp. Coop. Internal., Caracas.
- Guiry, M. and G. Guiry. 2020. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>. 08/09/2020
- Hammer, L. y F. Gessner. 1967. La taxonomía de la vegetación marina en la costa oriental de Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 6(2): 186-265.
- Hogarth, P. 2007. The biology of mangroves and seagrasses. 2nd. ed. New York, Oxford. 273 p.

- Joly, A. 1967. Géneros de algas marinhas da costa atlántica latino-americana. Univ. São Paulo. 461 p.
- Krebs, C. 1985. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. 3rd edition. Harper and Row, New York. 800 p.
- Laursen, W. and R. King. 2000. The distribution and abundance of mangrove macroalgae in Woolooware Bay, New South Wales, Australia. Bot. Mar., 43: 377-384.
- Lemus, A. 1979. Las algas marinas del golfo de Paria, Venezuela. I. Chlorophyta y Phaeophyta. Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 18: 17-36.
- Lemus, A. 1984. Estudio taxonómico de las familias Ectocarpaceae, Sphacelariaceae y Dictyotaceae (Phaeophyta) de las costas occidentales del estado Sucre, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 13: 23-46.
- Lemus, A. y J. Barrios. 2009. Macroalgas del golfo de Cariaco, Venezuela, una revisión. Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 48(2): 121-132.
- Littler, D. and M. Littler. 2000. Caribbean reef plants: an identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico. Off Shore, Washington D.C. 542 p.
- Lobo, M. y N. Ríos. 1985. Catálogo de las algas marinas del Parque Nacional Morrocoy, estado Falcón. Ernstia, 34: 8-36.
- López, B., B. Vera y J. Conde. 2009. Macroalgas asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle* en la Península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 48: 11-21.
- Lotze H.K. and W. Schramm 2000. Ecophysiological traits explain species dominance patterns in macroalgal blooms. J. Phycol., 36: 287-295.
- Margalef, R. 1986. Ecología. Ediciones Omega, Barcelona. 961 p.
- Marín, H. y E. Peña. 2016. Macroalgas bénticas de la bahía de Tumaco, Pacífico colombiano. Hidrobiológica, 26(2): 299-309.
- Martínez-Daranas, B. 2005. Macroalgas y fanerógamas marinas asociadas a los manglares cubanos: 254-265. En: Menéndez, L. y J. Guzmán (Eds) Ecosistemas de manglar en el archipiélago cubano. Academia Cuba.
- Martins, I., J. Oliveira, M. Flindt and J. Marques. 1999. The effect of salinity on the growth rate of the macroalgae *Enteromorpha intestinalis* (Chlorophyta) in the Mondego estuary (west Portugal). Act Ecol., 20: 259-265.
- Ogden, I. and E. Gladfelter. 1986. Caribbean coastal marine productivity. UNESCO Cienc. Mar., 41, 59 p.
- Okuda, T., J. Benítez, J. Bonilla y G. Cedeño. 1978. Características hidrográficas del golfo de Cariaco, Venezuela. Bol. Inst. Oceanogr. Ven., 17(1-2): 69-88.
- Post, E. 1936. Systematische und pflanzengeographische notizen zur *Bostrychia-Caloglossa* assoziation. Rev. Algol., 9: 1-84.
- Post, E. 1963. Zur verbreitung und ökologie der *Bostrychia-Caloglossa* assoziation. Int. Rev. Ges. Hydrobiol, 48: 47-152.
- Ramírez, M. A. 1995. Recolección y colecciones científicas de macroalgas marinas: 417-428. En: Alveal, K., M.E. Ferrario, E.C. Oliveira y E. Sar. (Eds.) Manual de métodos ficológicos. Univ. Concepción, Chile.
- Ríos, R., O. Tejada, D. Morales, E. Miranda y A. Cerrud. 2019. Comunidad de algas del manglar de playa Estrella, isla Colón, Bocas del Toro, Panamá. Rev. Mar. Cost., 11 (1): 9-29.
- Salazar-Forero, C., B. Gavio and M. Wynne. 2021. Macroalgae associated with aerial roots of *Rhizophora mangle* in Islas del Rosario, Colombia, Southwestern Caribbean. Caldasia, 43(1): 94-104.
- Siegel, S. y N. Castellan. 1994. Estadística no paramétrica aplicada a las ciencias de la conducta. Trillas, México. 437 p.
- Steinke, T. and Y. Naidoo. 1990. Biomass of algae epiphytic on pneumatophores of the mangrove *Avicennia marina* in the St Lucia estuary at three temperatures. S. Afr. J. Bot., 13: 151-160.
- Steneck, R. and M. Dethier. 1994. A functional group approach to the structure of algal dominated communities. Oikos, 69: 476-498.
- Taylor, W.R. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coast of the Americas. Univ. Michigan. 870 p.
- Van den Hoek, C., D. Mann and H. Jahns. 1998. Algae: an introduction to phycology. Cambridge Univ., Cambridge, UK. 623 p.
- Vera, B. 2004. Estudio ficológico de la comunidad de macroalgas marinas del Parque Nacional Morrocoy, estado Falcón, Venezuela. Trabajo ascenso, Fac. Cienc., Univ. Central Ven. 333 p.
- Wynne, M. 2017. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: fourth revision. Nova Hedwigia, 145: 202 p.

RECIBIDO / RECEIVED: 22/01/2021

ACEPTADO / ACCEPTED: 11/10/2022