

## MACROALGAS DE LA ZONA MARINA SUBMAREAL DEL ESTADO MIRANDA, VENEZUELA

Carlos Pereira<sup>1\*</sup>, Mayra García<sup>2</sup>, Evelyn Zoppi de Roa<sup>1</sup> y  
Vanessa Hernández<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Postgrado de Ecología e Instituto de Zoología y Ecología Tropical, Universidad Central de Venezuela. <sup>2</sup>Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser, Universidad Central de Venezuela. \*carlosjpereyra@gmail.com

### RESUMEN

Las macroalgas marinas tienen un papel importante en la ecología de los ecosistemas acuáticos, ya que además de contribuir con la productividad primaria, proporcionan alimento y hábitat a muchas especies. Los estudios de estas comunidades en el estado Miranda han sido escasos y enfocados fundamentalmente en la zona intermareal, por lo que se planteó realizar un inventario de las macroalgas de la zona submareal entre Chirimena y Puerto Francés. Para ello, se realizaron muestreos mensuales desde junio de 2014 hasta marzo de 2015 en doce estaciones seleccionadas aleatoriamente entre 5 y 25 m de profundidad. La identificación de las macroalgas se realizó en el laboratorio con el uso de microscopios y claves especializadas. Se identificaron 119 especies de macroalgas dominadas por el phylum Rhodophyta, seguido por el phylum Ochrophyta. Se observaron dos aumentos del número de especies durante el periodo de estudio. El primero asociado a la intensidad de los vientos alisios durante los primeros meses del año, los cuales promueven la surgencia costera, y que se evidenció con la presencia de especies indicadoras de este fenómeno. El segundo aumento del número de especies ocurrió al principio de la época de lluvias, con una disminución posterior durante los meses con máximas precipitaciones. Con este inventario, se contribuyó con 45 especies no reportadas para el estado Miranda y las especies *Gayliella taylorii*, *Gayliella fimbriata* y *Rhodymenia divaricata* para la costa venezolana.

**Palabras clave:** algas, comunidad, ecología marina, mar Caribe, submareal.

### Abstract

## Macroalgae of the marine subtidal area of the Miranda state, Venezuela

Marine macroalgae have an important role in the ecology of aquatic ecosystems because they contribute to primary productivity and provide food and habitat for many species. The study of these communities in the Miranda state has been scarce and they have mainly focused on the intertidal zone, so an inventory of macroalgae in the subtidal zone between Chirimena and Puerto Francés was considered. To do this, samplings were done monthly from June 2014 to March 2015 at twelve randomly selected stations between 5 and 25 m deep. Macroalgae were identified in the laboratory using microscopes and specialized literature. A total of 119 species of

macroalgae were identified, dominated by the Rhodophyta phylum, followed by Ochrophyta phylum. Two increases in species richness were observed during the study time: the first of them was associated with the intensity of the trade winds during the first months of the year which promote upwelling in the Venezuelan coast. This was evidenced by the presence of some indicator species of this phenomenon. The second increase occurred at the beginning of the rainy season followed by a decrease during the months with maximum rainfall. With this inventory, a total of 45 unreported species for the Miranda state, and *Gayliella taylorii*, *Gayliella fimbriata* and *Rhodymenia divaricata* species for the Venezuelan coast were registered.

**Keywords:** Algae, Caribbean Sea, community, marine ecology, subtidal.

## INTRODUCCIÓN

Las algas incluyen a organismos vegetales sin estructura vascular que dependen del agua para su sustento, pertenecientes a phyla diferentes con miles de especies descritas (Vega-Álvarez *y col.*, 2018). Pueden vivir en ambientes acuáticos o terrestres húmedos y varían en tamaños que van desde células microscópicas del tamaño de las bacterias (cianobacterias) al de las grandes laminarias, las cuales pueden alcanzar 10 m de longitud (Campbell *y col.*, 1996). En la actualidad, el grupo de las algas abarca linajes filogenéticamente diferentes, incluyendo organismos procariotas y eucariotas con una gran variabilidad de formas, tamaños, estructuras, pigmentos y hábitats (Margalef y Vives, 1972; Campbell *y col.*, 1996).

Las algas juegan un papel importante en los ecosistemas acuáticos, debido a que contribuyen de manera importante a la productividad primaria por su actividad fotosintética (Madigan *y col.*, 2015). Son los principales productores de biomasa y compuestos orgánicos en los océanos y el alimento fundamental para los moluscos, crustáceos, otros invertebrados y peces; crean hábitats propicios para otros organismos, participan en el ciclo de los nutrientes y de la materia orgánica y en la construcción y degradación de los arrecifes coralinos (Kelaheer *y col.*, 2003; Chapman, 2013; Acosta-Calderón *y col.*, 2016; Vega-Álvarez *y col.*, 2018). Adicionalmente, las algas tienen gran importancia para la vida humana, ya que representan una fuente de alimentos para las personas y animales de engorde. Son fuente de yodo, potasio, magnesio, calcio, sodio, hierro, vitaminas y metabolitos secundarios, ampliamente utilizadas en la industria farmacéutica, cosmetológica y alimenticia (Haque *y col.*, 2009; Raja *y col.*, 2013).

En Venezuela, las primeras colecciones de algas marinas datan del año 1847, cuando Jacob Agardh describió cinco especies para la costa venezolana a partir de material colectado en La Guaira y Puerto Cabello (Ganesan, 1989). Con el tiempo, las colecciones de algas y los estudios

taxonómicos fueron incrementando, destacándose el realizado por Taylor en el año 1960 en las costas tropicales y subtropicales de América, donde no sólo se reportaron especies para la costa venezolana, sino que se especifica su distribución (Rodríguez, 1993; Ardito *y col.*, 1995; Ardito y Vera, 1997; García y Gómez, 2004).

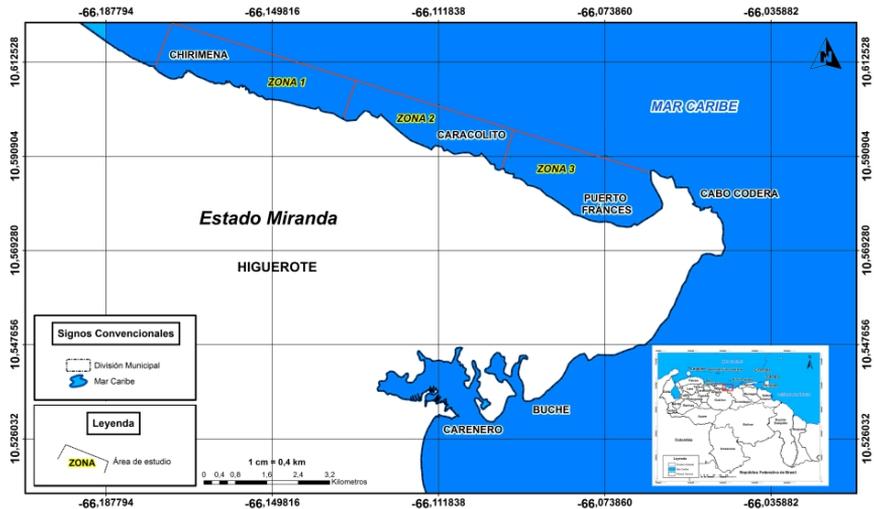
Posteriormente, Ganesan (1989) recopiló los resultados de numerosos trabajos ficoflorísticos realizados en las costas venezolanas entre las décadas de los años 60 y 80, contabilizando un total de 535 especies de algas marinas bentónicas. Trabajos más recientes han incorporado nuevas especies para Venezuela. Sin embargo, estos trabajos evidencian que la costa oriental del país ha sido una de las más estudiadas, seguida por todas las áreas costeras pertenecientes a los parques nacionales. En el catálogo taxonómico digital Ficoflora Venezuela, en el cual se compila y actualiza la información ficoflorística venezolana, se reportan 672 especies de macroalgas en el país, incluyendo variedades y formas (Web Ficoflora Venezuela, 2020). No obstante, la mayoría de esos estudios se han realizado en la zona intermareal, por lo que se espera seguir registrando nuevas especies de macroalgas bentónicas en el país (Ganesan, 1989; Pardo y Solé, 2007; Ardito y García, 2009; García *y col.*, 2013a; Rodríguez *y col.*, 2013).

En el estado Miranda, destacan los estudios sobre la composición ficoflorística realizados por Eizaguirre y Vera (2007) en las localidades Bahía de Los Piratas y Bahía de Buche, Solé y Vera (1997) en el tramo Chirimena-Punta Caimán, Ardito y García (2009) en Puerto Francés y San Francisquito y Costilla (2019) en playa Caribe, Chuspa. Sin embargo, no se han realizado estudios que incluyan las algas de la zona submareal a profundidades que superen los 5 metros de profundidad. Es por esto, que se planteó realizar un inventario de las macroalgas de la zona submareal entre Chirimena y Puerto Francés, estado Miranda, y cuantificar su cambio en riqueza y composición de especies tanto espacial como temporalmente, como contribución al conocimiento de la diversidad ficoflorística de la zona y del país.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Área de estudio.** El área de estudio se encuentra en la región centro-norte continental de Venezuela, en las estribaciones finales de la cordillera de la Costa, en el estado Miranda y comprende las poblaciones desde Chirimena hasta Puerto Francés (Figura 1). Es un área heterogénea con costas profundas y someras con la influencia de quebradas, lagunas y ríos, tales como el Tuy, y del proceso de surgencia costera durante los primeros meses del año (Castellanos *y col.*, 2002; Herrera y Bone, 2011). La zona se caracteriza por un clima tropical con verano seco (As), de

acuerdo a la clasificación climática de Köppen, con una precipitación anual de 1327 mm donde el mes con menor precipitación es marzo, con 28 mm aproximadamente y una temperatura media de 29,1 °C (Schwarz, 2014). Los vientos predominantes son los vientos alisios (dirección NE-SO), lo cual influye sobre las corrientes marinas (Viale-Rigo *y col.*, 1999).



**Figura 1.** Ubicación de las zonas de muestreo en el área costera entre Chirimena y Puerto Francés, Venezuela

El área de estudio fue seleccionada considerando las zonas donde se ha reportado la ocurrencia de intoxicaciones masivas por floraciones de algas nocivas. El área fue dividida en tres zonas con base en las características generales del sustrato, generalmente rocoso con parches arenosos separados entre sí por áreas más extensas con fondos arenosos. La primera zona, denominada Chirimena, se encuentra entre las coordenadas 10°36'42" N 66°10'37,15" O y 10°36'1,3" N 66°8'8,3" O; la segunda zona, denominada Caracolito, limita con la primera zona y finaliza en 10°35'30,7" N 66°6'6,7" O y la tercera zona, Puerto Francés, limita con Caracolito y termina en 10°34'52" N 66°3'40,8" O (Figura 1).

**Procedimiento.** Los muestreos fueron realizados mensualmente desde junio de 2014 hasta marzo de 2015 (10 meses consecutivos). En cada zona se elaboró una rejilla con cinco filas y cinco columnas, cuyas intersecciones representaban un total de 25 celdas o estaciones de muestreo. Cada estación contó con una dimensión de 50 metros de largo en dirección hacia el mar y 870 metros a lo largo de la costa, considerando una profundidad entre los 5 y 25 m. En cada zona y mensualmente, se

seleccionaron aleatoriamente cuatro estaciones de la rejilla respectiva. Con 12 estaciones de muestreo mensual (cuatro por cada una de las tres zonas), se examinó un total de 120 estaciones durante los 10 meses.

En cada estación se recolectaron macroalgas correspondientes a cada tipo de sustrato: rocoso y arenoso. Para ello, se estableció un cuadrante de 100 m<sup>2</sup> colocando dos cintas métricas de 10 m en sentido perpendicular. Dentro de cada cuadrante se realizaron recorridos para la extracción manual de las macroalgas, las cuales se colocaron en bolsas plásticas. Luego, en la embarcación, se preservaron con formalina neutralizada en agua de mar al 4 % v/v. El material biológico se conservó como una colección líquida en el Instituto Experimental Jardín Botánico Dr. Tobías Lasser, Universidad Central de Venezuela. Adicionalmente, se midieron las variables temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto y los nutrientes fosfatos, nitritos y nitratos, usando un medidor multiparámetros marca HACH y UV-visible marca HACH DR800. Se obtuvieron datos de precipitación de la estación meteorológica ubicada en la Planta de Distribución de Hidrocarburos de Petróleos de Venezuela, S.A. en Carenero. La identificación de las macroalgas fue realizada en el laboratorio con el uso de lupa estereoscópica, microscopio óptico y claves especializadas (Taylor, 1960, 1972; Littler y Littler, 2000; Scullion y Masterton, 2000) y sus nombres actualizados se confirmaron en la página web [www.algaebase.org](http://www.algaebase.org) de acuerdo al criterio de Guiry y Guiry (2020).

**Análisis estadístico.** Se elaboró una matriz de especies indicando la presencia y ausencia de las mismas en cada zona y mes de muestreo. Para determinar la existencia de cambios espaciales y temporales de la composición de especies estadísticamente significativos, se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) de dos vías, considerando como factores la zona y el mes. La representación del patrón de las muestras según sus disimilitudes relativas, espaciales y temporales, se realizó mediante el método de ordenación de escala multidimensional no métrica (nMDS). La contribución de cada especie a la disimilitud espacial y temporal se examinó mediante el método SIMPER (Clarke *y col.*, 2014). En los tres métodos mencionados se utilizó el índice de Bray-Curtis. Finalmente, fue realizado un análisis de correspondencia canónica con la matriz presencia y ausencia de las especies y los datos obtenidos con las mediciones de las variables ambientales (Legendre y Legendre, 2012). Los análisis estadísticos se realizaron en el programa PAST 4.01 (Hammer *y col.*, 2001).

## RESULTADOS

**Características ambientales de la zona de estudio.** Durante el período de muestreo, se obtuvo una temperatura media de 26,3 ± 1,5 °C, con una temperatura mínima de 24,5 °C en los meses de julio y enero, y una temperatura máxima de 28,7 °C en septiembre. El oxígeno disuelto

(OD) presentó una media de  $6,56 \pm 0,59$  mg/l, con diferencias espaciales notables entre junio y octubre. La salinidad mostró una media de  $37,64 \pm 2,01$  g/kg durante todos los meses de muestreo. El valor mayor de salinidad se obtuvo entre junio y agosto, con valor promedio de  $39,3 \pm 0,6$  g/kg, mientras el valor menor se obtuvo en noviembre, con una media de  $34,2 \pm 2,9$  g/kg. El pH mostró una media de  $8,1 \pm 0,1$ , sin variaciones espaciales, y una disminución leve en noviembre (Tabla 1).

La concentración media de fosfatos fue de  $0,25 \pm 0,19$  mg/l, notándose un patrón similar en las tres zonas. Los meses que presentaron concentraciones menores fueron junio, agosto, septiembre y marzo, mientras que julio y diciembre presentaron las concentraciones más altas. La concentración media de nitratos fue  $1,08 \pm 0,49$  mg/l con máximos en septiembre, noviembre y marzo. La concentración media de nitritos fue de  $0,009 \pm 0,004$  mg/l, sin diferencias importantes entre zonas, y con valores bajos constantes entre junio y diciembre, para luego duplicarse y mantenerse constante hasta marzo. En cuanto a las precipitaciones, los valores más bajos se obtuvieron en junio, julio y a partir de enero hasta marzo, con acumulados mensuales inferiores a los 60 mm; las precipitaciones más altas ocurrieron en agosto, septiembre, octubre y diciembre, con un máximo de 182 mm en septiembre (Tabla 1).

**Tabla 1.** Variables ambientales medidas en la zona marina submareal entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015.

Mes	Temperatura (°C)	Salinidad (g/kg)	pH	OD (mg/l)	Fosfatos (mg/l)	Nitratos (mg/l)	Nitritos (mg/l)	Precipitación (mm)
<b>Jun 2014</b>	26,8 ± 0,4	39,5 ± 0,5	8,1 ± 0,1	6,8 ± 0,6	0,17 ± 0,06	0,72 ± 0,21	0,006 ± 0,003	20
<b>Jul</b>	24,5 ± 0,7	39,8 ± 0,6	8,1 ± 0,0	6,2 ± 0,7	0,36 ± 0,21	0,61 ± 0,22	0,007 ± 0,002	40
<b>Ago</b>	27,0 ± 0,4	39,9 ± 0,3	8,1 ± 0,0	6,3 ± 0,5	0,16 ± 0,08	0,89 ± 0,48	0,015 ± 0,027	104
<b>Sep</b>	28,7 ± 0,3	37,7 ± 0,4	8,2 ± 0,1	6,2 ± 0,4	0,18 ± 0,12	1,19 ± 0,29	0,006 ± 0,001	182
<b>Oct</b>	26,7 ± 0,5	37,3 ± 0,4	8,1 ± 0,1	6,7 ± 0,7	0,15 ± 0,14	1,12 ± 0,31	0,007 ± 0,002	140,3
<b>Nov</b>	27,7 ± 1,5	34,2 ± 2,9	7,8 ± 0,1	6,5 ± 0,4	0,20 ± 0,14	1,50 ± 1,03	0,007 ± 0,001	47,6
<b>Dic</b>	27,4 ± 0,5	37,3 ± 0,2	8,2 ± 0,0	7,1 ± 0,3	0,37 ± 0,18	1,13 ± 0,62	0,009 ± 0,003	96,45
<b>Ene 2015</b>	24,5 ± 0,3	37,2 ± 0,2	8,2 ± 0,1	6,7 ± 0,3	0,48 ± 0,58	1,01 ± 0,37	0,015 ± 0,002	11,5
<b>Feb</b>	25,4 ± 0,4	37,1 ± 0,1	8,2 ± 0,0	6,5 ± 0,5	0,25 ± 0,26	1,04 ± 0,67	0,015 ± 0,002	3,8
<b>Mar</b>	25,4 ± 0,5	37,1 ± 0,1	8,1 ± 0,0	6,6 ± 0,3	0,16 ± 0,03	1,58 ± 0,17	0,015 ± 0,002	24,8

**Macroalgas.** Con relación a las macroalgas de la zona submareal, se identificaron 119 especies, distribuidas en 79 especies del phylum Rhodophyta (66,4 %), 24 especies del phylum Ochrophyta (20,2 %), 11 especies del phylum Chlorophyta (9,2 %) y 5 especies del phylum Cyanobacteria (4,2 %). Un total de 45 especies (37,8 %) representan nuevos reportes para el estado Miranda y 3 especies son nuevos reportes para

Venezuela. A continuación, la lista de especies de macroalgas del área submareal identificadas en la zona marina y costera entre Chirimena y Puerto Francés.

**PHYLUM: RHODOPHYTA**

Clase: Compsopogonophyceae

Orden: Erythropeltidales

Familia: Erythrotrichiaceae

Especie: *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh 1883 (R) (Z1, Z3)

*Sahlingia subintegra* (Rosenvinge) Kornmann 1989 (R) (Z2, Z3)

Clase: Florideophyceae

Orden: Acrochaetiales

Familia: Acrochaetiaceae

Especie: *Acrochaetium* sp. Nägeli & Cramer, 1858 (R) (Z1)

*Audouinella* sp. (R) (Z1)

Orden: Bonnemaisoniales

Familia: Bonnemaisoniaceae

Especie: *Asparagopsis taxiformis* Harvey 1855 (R) (Z1, Z2, Z3)

Orden: Ceramiales

Familia: Callithamniaceae

Especie: *Aglaothamnion boergesenii* (Aponte & D. L. Ballantine) L'Hardy-Halos & Rueness, 1997 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Aglaothamnion uruguayense* (W. R. Taylor) N. E. Aponte, D. L. Ballantine & J. N. Norris 1994 (NR) (Z1, Z2, Z3)

*Crouania attenuata* (C. Agardh) J. Agardh 1842 (R) (Z1, Z2)

Familia: Ceramiaceae

Especie: *Antithamnionella boergesenii* (Cormaci & G. Furnari) Athanasiadis 1996 (NR) (Z1, Z2)

*Antithamnionella breviramosa* (E. Y. Dawson) Wollaston 1970 (NR) (Z1, Z2)

*Centroceras gasparrinii* (Meneghini) Kützing 1849 (R) (Z1, Z3)

*Ceramium affine* Setchell & N. L. Gardner 1930 (NR) (Z1, Z2, Z3)

*Ceramium brevizonatum* var. *caraibicum* H. E. Petersen & Borgesen 1924 (NR) (Z1, Z2, Z3)

*Ceramium cingulatum* Weber Bosse 1923 (NR) (Z1, Z2, Z3)

*Ceramium codii* (H. Richards) Mazoyer 1938 (NR) (Z1, Z2, Z3)

*Ceramium* cf. *glanduliferum* Kylin 1938 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Ceramium luetzelburgii* O. C. Schmidt 1924 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Ceramium vagans* P. C. Silva 1987 (NR) (Z1, Z2, Z3)

*Gayliella fimbriata* (Setchell & N. L. Gardner) T. O. Cho & S. M. Boo 2008 (NRV) (Z2, Z3)

*Gayliella flaccida* (Harvey ex Kützing) T. O. Cho & S. M. Boo 2008 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Gayliella mazoyerae* T. O. Cho, Fredericq & Hommersand 2008 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Gayliella taylorii* (E. Y. Dawson) T. O. Cho & S. M. Boo 2008 (NRV) (Z2)

*Gayliella womersleyi* T. O. Cho, Maggs & L. J. McIvor 2008 (R) (Z1, Z2, Z3)

Familia: Dasyaceae

Especie: *Dasya* sp. (R) (Z1, Z2, Z3)

*Dasya rigidula* (Kützing) Ardissonne 1878 (NR) (Z1, Z3)

*Heterosiphonia crispella* (C. Agardh) M. J. Wynne 1985 (R) (Z1, Z2)

Familia: Delesseriaceae

Especie: *Hypoglossum hypoglossoides* (Stackhouse) Collins & Hervey 1917 (R) (Z3)

*Martensia pavonia* (J. Agardh) J. Agardh 1863 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Nitophyllum wilkinsoniae* Collins & Hervey 1917 (NR) (Z2)

Familia: Rhodomelaceae

Especie: *Alsidium seaforthii* (Turner) J. Agardh 1841 (NR) (Z2)

- Alsidium triquetrum* (S. G. Gmelin) Trevisan 1845 (NR) (Z2)  
*Carradoriella denudata* (Dillwyn) Savoie & G. W. Saunders 2019 (R) (Z1, Z2, Z3)  
*Chondria capillaris* (Hudson) M. J. Wynne 1991 (NR) (Z1, Z2)  
*Chondria dangerearii* E. Y. Dawson 1954 (NR) (Z1, Z2, Z3)  
*Chondria leptacremom* (Melvill ex G. Murray) De Toni 1903 (NR) (Z1)  
*Chondria platyramea* A. B. Joly & Ugadim 1966 (NR) (Z2)  
*Chondriopsis dasyphylla* f. *pyrifer*a J. Agardh 1863 (NR) (Z2)  
*Herposiphonia pecten-veneris* (Harvey) Falkenberg 1901 (R) (Z2)  
*Herposiphonia secunda* (C. Agardh) Ambronn 1880 (R) (Z1, Z2, Z3)  
*Herposiphonia tenella* (C. Agardh) Ambronn 1880 (R) (Z1, Z2, Z3)  
*Melanothamnus ferulaceus* (Suhr ex J. Agardh) Diaz-Tapia & Maggs 2017 (R) (Z1, Z2, Z3)  
*Melanothamnus sphaerocarpus* (Børgesen) Diaz-Tapia & Maggs 2017 (R) (Z1, Z2)  
*Polysiphonia* spp. (R) (Z1, Z2, Z3)
- Familia: Wrangeliaceae  
Especie: *Anotrichium tenue* (C. Agardh) Nägeli 1862 (R) (Z1, Z2, Z3)  
*Griffithsia globulifera* Harvey ex Kützing 1862 (R) (Z1, Z2, Z3)  
*Wrangelia argus* (Montagne) Montagne 1856 (R) (Z1, Z2, Z3)  
*Wrangelia penicillata* (C. Agardh) C. Agardh 1828 (NR) (Z3)
- Orden: Corallinales  
Familia: Corallinaceae  
Especie: *Corallina officinalis* Linnaeus 1758 (R) (Z3)  
*Jania pedunculata* var. *adhaerens* (J.V. Lamouroux) A.S. Harvey, Woelkerling & Reviere 2020 (R) (Z1, Z2, Z3)  
*Jania pumila* J. V. Lamouroux 1816 (R) (Z3)
- Familia: Hydrolithaceae  
Especie: *Hydrolithon farinosum* (J. V. Lamouroux) Penrose & Y. M. Chamberlain 1993 (R)(Z1)
- Familia: Lithophyllaceae  
Especie: *Amphiroa beauvoisii* J. V. Lamouroux 1816 (NR) (Z1, Z2, Z3)  
*Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) J. V. Lamouroux 1816 (R) (Z3)  
*Amphiroa* cf. *nodulosa* Kützing 1858 (NR) (Z1)  
*Amphiroa rigida* J. V. Lamouroux 1816 (NR) (Z1, Z2, Z3)  
*Amphiroa tribulus* (J. Ellis & Solander) J. V. Lamouroux 1816 (NR) (Z1)
- Orden: Gelidiales  
Familia: Gelidiaceae  
Especie: *Gelidium pusillum* (Stackhouse) Le Jolis 1863 (R) (Z1, Z2, Z3)
- Familia: Gelidiellaceae  
Especie: *Gelidiella acerosa* (Forsskål) Feldmann & Hamel 1934 (R) (Z3)
- Familia: Pterocladaceae  
Especie: *Pterocladia caerulescens* (Kützing) Santelices 1976 (NR) (Z1, Z2, Z3)
- Orden: Gigartinales  
Familia: Cystocloniaceae  
Especie: *Hypnea cervicornis* J. Agardh 1851 (R) (Z1, Z2, Z3)  
*Hypnea charoides* J. V. Lamouroux 1813 (R) (Z1, Z3)  
*Hypnea cornuta* J. Agardh 1851 (R) (Z1)  
*Hypnea pannosa* J. Agardh 1847 (R) (Z1, Z2, Z3)  
*Hypnea spinella* (C. Agardh) Kützing, 1847 (R) (Z1, Z3)
- Orden: Gracilariales  
Familia: Gracilariaceae  
Especie: *Gracilaria damaecornis* J. Agardh 1852 (NR) (Z2)  
*Gracilaria mammillaris* (Montagne) M. Howe 1918 (R) (Z1)
- Orden: Nemaliales  
Familia: Galaxauraceae  
Especie: *Dichotomaria marginata* (J. Ellis & Solander) Lamarck 1816 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Dichotomaria obtusata* (J. Ellis & Solander) Lamarck 1816 (R) (Z1, Z3)  
*Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Solander) J. V. Lamouroux 1816 (R) (Z3)  
*Tricleocarpa fragilis* (Linnaeus) Huisman & R. A. Townsend 1993 (R) (Z1, Z2, Z3)

Familia: Scinaiceae

Especie: *Scinaia complanata* (Collins) A. D. Cotton 1907 (NR) (Z1)

Orden: Plocamiales

Familia: Plocamiaceae

Especie: *Plocamium cartilagineum* (Linnaeus) P. S. Dixon 1967 (NR) (Z1, Z2)

Orden: Rhodymeniales

Familia: Champiaceae

Especie: *Champia parvula* (C. Agardh) Harvey 1853 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Champia vieillardii* Kützinger 1866 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Coelothrix irregularis* (Harvey) Børgesen 1920 (R) (Z1, Z2, Z3)

Familia: Rhodymeniaceae

Especie: *Botryocladia* sp. (NR) (Z1)

*Botryocladia occidentalis* (Børgesen) Kylin 1931 (NR) (Z1)

*Rhodymenia divaricata* E. Y. Dawson 1941 (NRV) (Z1)

Clase: Stylonematophyceae

Orden: Stylonematales

Familia: Stylonemataceae

Especie: *Stylonema alsidii* (Zanardini) K. M. Drew 1956 (R) (Z3)

#### **PHYLUM: CHLOROPHYTA**

Clase: Ulvophyceae

Orden: Bryopsidales

Familia: Caulerpaceae

Especie: *Caulerpa ambigua* Okamura 1897 (R) (Z1, Z2, Z3)

Familia: Codiaceae

Especie: *Codium* sp. (R) (Z1)

Orden: Cladophorales

Familia: Cladophoraceae

Especie: *Chaetomorpha* spp. Kützinger, 1845 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Chaetomorpha gracilis* Kützinger 1845 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Chaetomorpha linum* (O. F. Müller) Kützinger 1845 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Cladophora laetevirens* (Dillwyn) Kützinger 1843 (NR) (Z1, Z2)

*Cladophora vagabunda* (Linnaeus) Hoek 1963 (R) (Z1, Z2, Z3)

Orden: Ulvales

Familia: Ulvaceae

Especie: *Percursaria percurta* (C. Agardh) Rosenvinge 1893 (NR) (Z1)

*Ulva chaetomorphoides* (Børgesen) H. S. Hayden, Blomster, Maggs, P. C. Silva,

Stanhope & Waaland 2003 (R) (Z1, Z2)

*Ulva lactuca* Linnaeus 1753 (R) (Z1)

Familia: Valoniaceae

Especie: *Valonia ventricosa* J. Agardh 1887 (R) (Z3)

#### **PHYLUM: OCHROPHYTA**

Clase: Phaeophyceae

Orden: Dictyotales

Familia: Dictyotaceae

Especie: *Canistrocarpus cervicornis* (Kützinger) De Paula & De Clerck 2006 (R) (Z1, Z3)

*Dictyopteris delicatula* J. V. Lamouroux 1809 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Dictyopteris justii* J. V. Lamouroux 1809 (NR) (Z1)

*Dictyota bartayresiana* J. V. Lamouroux, 1809 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Dictyota dichotoma* (Hudson) J. V. Lamouroux 1809 (R) (Z2, Z3)

*Dictyota ciliolata* Sonder ex Kützinger 1859 (R) (Z1, Z2, Z3)

*Dictyota crenulata* J. Agardh 1847 (R) (Z1, Z3)

- Dictyota friabilis* Setchell 1926 (R) (Z2, Z3)  
*Dictyota hamifera* Setchell 1926 (NR) (Z1, Z2, Z3)  
*Dictyota menstrualis* (Hoyt) Schnetter, Hörning & Weber-Peukert 1987 (NR) (Z1, Z3)  
*Dictyota mertensii* (C. Martius) Kützting 1859 (NR) (Z1)  
*Dictyota pinnatifida* Kützting 1859 (NR) (Z1, Z3)  
*Dictyota pulchella* Hörning y Schnetter 1988 (NR) (Z1, Z2, Z3)  
*Lobophora variegata* (J. V. Lamouroux) Womersley ex E. C. Oliveira 1977 (R) (Z1)  
*Padina gymnospora* (Kützting) Sonder 1871 (R) (Z1)  
*Spatoglossum schroederi* (C. Agardh) Kützting 1859 (R) (Z1, Z3)

Orden: Ectocarpales

Familia: Scytosiphonaceae

Especie: *Colpomenia sinuosa* (Mertens ex Roth) Derbès & Solier 1851 (R) (Z3)

Familia: Scytosiphonaceae

Especie: *Hydroclathrus clathratus* (C. Agardh) M. Howe 1920 (NR) (Z3)

Orden: Fucales

Familia: Sargassaceae

Especie: *Sargassum acinarium* (Linnaeus) Setchell 1933 (NR) (Z1)

*Sargassum filipendula* C. Agardh 1824 (NR) (Z1)

*Sargassum hystrix* J. Agardh 1847 (R) (Z1, Z3)

*Sargassum vulgare* C. Agardh 1820 (R) (Z3)

Orden: Scytothamnales

Familia: Asteronemataceae

Especie: *Asteronema* sp. (R) (Z1)

Orden: Sphacelariales

Familia: Sphacelariaceae

Especie: *Sphacelaria* sp. (R) (Z1, Z2)

#### **PHYLUM: CYANOBACTERIA**

Clase: Cyanophyceae

Orden: Oscillatoriales

Familia: Oscillatoriaceae

Especie: *Lyngbya* sp. (R) (Z1, Z2, Z3)

*Lyngbya semiplena* J. Agardh ex Gomont 1892 (NR) (Z1)

*Phormidium* sp. (GNR) (Z1, Z2, Z3)

Familia: Microcoleaceae

Especie: *Symploca hydroides* Kützting ex Gomont 1892 (NR) (Z1, Z2)

Orden: Pseudanabaenales

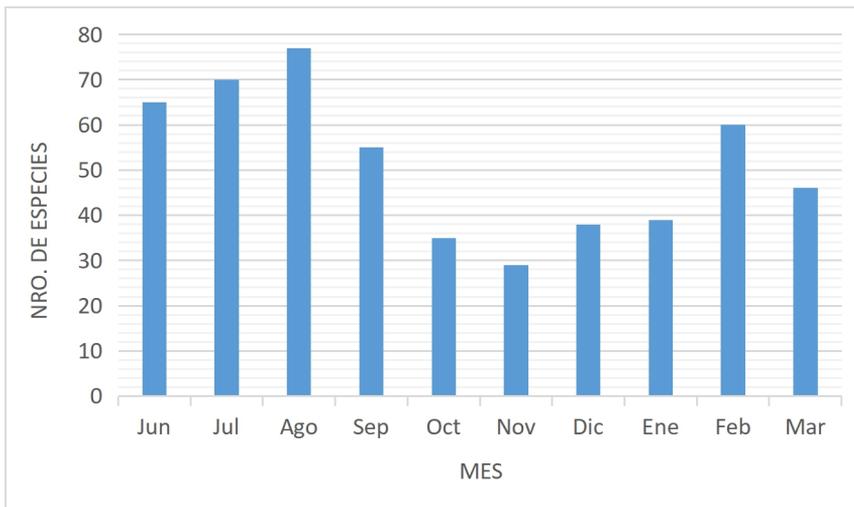
Familia: Schizotrichaceae

Especie: *Schizothrix* sp. Kützting ex Gomont, 1892 (R) (Z1, Z2, Z3)

(R): especie reportada, (NR): nuevo registro en el estado, (GNR): género no reportado en el estado, (NRV): nuevo registro en el país, Z1: zona 1 (Chirimena), Z2: zona 2 (Caracolito), Z3: zona 3 (Puerto Francés).

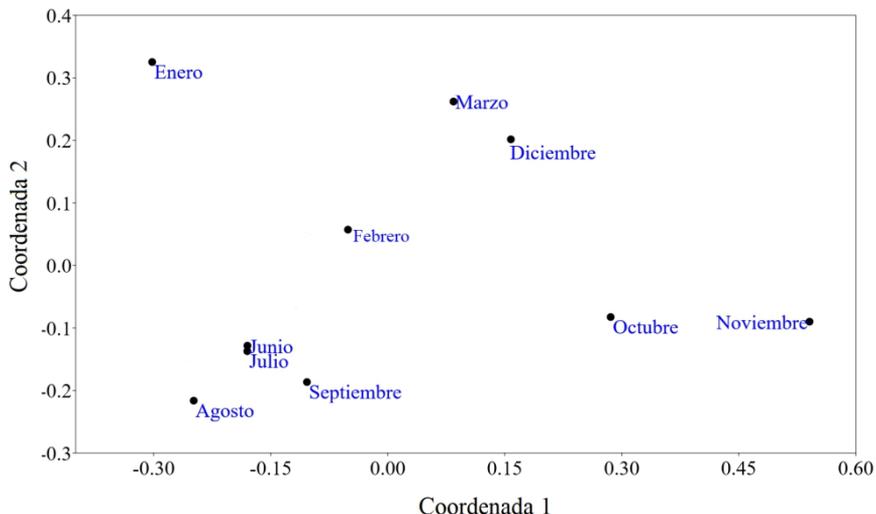
De las 119 especies de macroalgas, 50 especies fueron detectadas en las tres zonas (42,02 %), mientras que 44 especies tuvieron registros en una zona solamente (36,97 %). La zona con mayor riqueza total fue Chirimena con 97 especies (81,51 %) de las cuales 23 especies fueron exclusivamente registradas en dicha zona. En segundo lugar, la zona de Puerto Francés con 78 especies (65,54 %, con 13 especies exclusivas) y por último, la zona de Caracolito con 74 especies (62,18 %, con 8 especies exclusivas).

En cuanto a la tendencia temporal de la riqueza global de especies en el área –sin discriminar por zona- se observaron dos aumentos durante el período de estudio. El primero se inició en junio (65 especies) hasta alcanzar un valor máximo en agosto (77 especies). A partir de dicho mes, la riqueza disminuyó gradualmente hasta su registro más bajo en noviembre (29 especies), para luego volver a incrementar y alcanzar un valor de 60 especies en febrero (Figura 2). Al considerar los registros de especies por zona y mes, el análisis de similitud (ANOSIM) reveló un efecto estadísticamente significativo del factor mes sobre la composición de especies ( $R = 0,23$  con  $p = 0,03$ ) más no así del factor zona ( $R = 0,07$  con  $p = 0,23$ ).



**Figura 2.** Variación mensual de la riqueza de especies de macroalgas en la zona marina submareal entre Chirimena y Puerto Francés, entre junio 2014 y marzo 2015.

La representación de las muestras de especies discriminadas por mes, en el plano de ordenación producido por el método nMDS, sugiere su discriminación en tres grupos cronológicos o periodos (Figura 3). Un primer grupo dado por los puntos más estrechamente cercanos entre sí en el plano y que representan las muestras de los meses de junio, julio, agosto y septiembre. Estos corresponden a los meses con los valores mayores de riqueza de especies como se mencionó. Un segundo grupo conformado por las muestras de los dos meses siguientes, octubre y noviembre, precisamente los meses con la menor riqueza de especies. El tercer grupo abarca las muestras de los meses restantes, de diciembre a marzo; este grupo presenta una mayor disimilitud entre muestras comparado con el primer grupo señalado.



**Figura 3.** Ordenación de escala multidimensional no métrica (nMDS) de los registros mensuales de macroalgas en la zona marina submareal entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015.

El método SIMPER permitió detectar conjuntos de especies que contribuyeron a las disimilitudes entre los tres grupos cronológicos o periodos identificados. En este análisis se agruparon algunas especies en géneros, dada la dificultad en la discriminación en todas las muestras, obteniéndose 100 morfotipos que incluyen géneros y especies. Las muestras del período junio-septiembre presentaron una disimilitud media de 67,87 % con respecto a los otros meses; 25 especies contribuyeron al 50 % de la disimilitud y 30 especies que solo aparecieron durante este período contribuyeron con el 18 %. Las muestras del período diciembre-marzo presentaron una disimilitud media de 67,48 %; 25 especies contribuyeron al 50 % de la disimilitud y 18 especies que solo aparecieron durante este período contribuyeron con el 10,6 %. Por último, el conjunto de muestras obtenidas entre octubre-noviembre presentaron una disimilitud media de 65,8 % con respecto a los otros meses, de las cuales 20 especies contribuyeron al 50 % de la disimilitud. Estos conjuntos se detallan en la tabla de especies según el mes de registro expuesta en el Anexo 1.

Del análisis de correspondencia canónica, cuyos dos primeros ejes explicaron el 51,20 % de la variabilidad de los datos, se obtuvo un grupo de especies cuya presencia se correlacionó positivamente con la concentración de oxígeno disuelto y la concentración de nitratos, y negativamente con la salinidad: *Amphiroa tribulus*, *Phormidium* sp.,



Caribe es uno de los mares tropicales con mayor diversidad biológica del planeta y con una amplia variedad de formaciones costeras que favorecen el crecimiento de muchos organismos bentónicos como las algas marinas (Bellorín, 2003). Los 45 nuevos registros para el estado Miranda incrementan la riqueza del estado a 235 especies de acuerdo a lo reportado por Ardito y Vera (1997), Solé y Vera (1997), Eizaguirre y Vera (2007), Ardito y García (2009), Costilla (2019), Web Ficoflora Venezuela (2020). Adicionalmente, se destaca la presencia de algunas especies indicadoras de surgencia como *Plocamium cartilagineum*, *Botryocladia occidentalis* y *Dictyopteris justii*, así como otras poco comunes como *Scinaia complanata* (fotos Anexo 2.1), algunas de ellas correlacionadas positivamente con las concentraciones de nitrito durante la época de surgencia (Solé y Vera, 1997; García y col., 2013b).

Tal como lo describieron Ardito y García (2009), los estudios sobre algas marinas en el estado Miranda pueden considerarse dispersos y fragmentarios. De hecho, el aumento importante en la lista de especies en este estudio se debe a que en los trabajos anteriores no se incluía la zona submareal, por lo que es posible continuar hallando nuevas especies en la zona, considerando que sólo se cubrió el 15 % aproximadamente de la línea costera del estado Miranda.

Una de las nuevas especies registradas para el país es *Gayliella taylorii* (E. Y. Dawson) T. O. Cho & S. M. Boo 2008 (fotos Anexo 2.2), la cual pertenece a la tribu Ceramiaceae y al phylum Rhodophyta. Esta especie se caracteriza por ser un alga epífita, postrada con ejes erectos que soportan regiones apicales forcipadas, incurvadas y complanadas, de color rosado a rojizo, de 0,7 a 1,2 cm de alto. Sus células axiales son esféricas o cilíndricas, alcanzando  $97 \pm 11 \mu\text{m}$  y  $55 \pm 9 \mu\text{m}$  al nivel de la séptima dicotomía del ápice. Seis o siete células periaxiales se cortan oblicuamente en la parte superior de cada célula axial y permanecen en los nodos después del alargamiento de la célula axial (Cho y col., 2008). Esta especie había sido reportada hace 30 años en aguas de Curazao, por lo que se espera que esté distribuida en otras localidades del país (Stegenga y Vroman, 1987). Sin embargo, en la costa atlántica de Marruecos fue reportada recientemente (Hassoun y col., 2018).

Otra especie que constituye un reporte nuevo para el país es *Gayliella fimbriata* (Setchell & N. L. Gardner) T.O. Cho & S.M. Boo, la cual fue previamente registrada en el mar Mediterráneo y los océanos Índico y Pacífico (Cho y col., 2008; Nguyen y col., 2013; Tsuda, 2014; Norris, 2014; Taskin y col., 2015). Recientemente fue reportada en el Atlántico mexicano (Mendoza-González y col., 2017). Se caracteriza por tener filamentos postrados que crecen en todas las direcciones y se ramifican de forma alternada, aunque los filamentos erguidos son muy cortos; presenta 6 células periaxiales, una banda cortical ancha y células glandulares conspicuas de 50  $\mu\text{m}$  de longitud y 30  $\mu\text{m}$  de ancho (Cho y col., 2008).

Por último, la especie *Rhodymenia divaricata* E.Y. Dawson 1941, perteneciente a la familia Rhodymeniaceae del Phylum Rhodophyta, ha sido reportada en el Golfo de California, la costa atlántica de los EE.UU., México, Brasil, Martinica, Puerto Rico, Filipinas y varias islas del océano Pacífico (Ballantine y Aponte, 1997; Littler y Littler, 2000; De Castro, 2007; Tsuda y Walsh, 2013; Ang *y col.*, 2014; Delnatte y Wynne, 2016; Norris *y col.*, 2017, Wynne, 2017, Guiry y Guiry, 2020). Se caracteriza por tener un talo aplanado de consistencia firme de 2 a 3 mm de ancho que se fija al sustrato mediante un disco. El talo se ramifica dicotómicamente y de forma irregular, siendo los segmentos finales muy cortos con ápices redondeados. Su estructura es parenquimatosa con un espesor en la zona media de 150 µm aproximadamente. Región cortical con una capa interna de células más grandes y una capa externa con células más pequeñas, mientras que la región medular tiene dos capas de células grandes e incoloras, desde la región basal hasta el ápice (Dawson, 1941; De Castro, 2007).

Desde el punto de vista de la distribución de la riqueza de las macroalgas marinas, en las regiones tropicales existe un patrón relacionado a la abundancia de los distintos grupos taxonómicos, donde prevalece un número mayor de especies pertenecientes a los phyla Rhodophyta y Chlorophyta, con respecto a las del phylum Ochrophyta (Díaz-Piferrer, 1967; García y Gómez, 2001; Gil, 2001). En este trabajo se observó la presencia de algas rojas en una proporción mayor. Sin embargo, la proporción de algas pardas fue mayor que la de las verdes, siendo inconsistente con las observaciones sobre la ficoflora bentónica en otras regiones tropicales, lo cual pudiera estar relacionado a que la mayoría de los estudios han sido realizados en la zona intermareal y no en la submareal. No obstante, García *y col.* (2013b) encontraron esta misma proporción en la zona intermareal de Puerto Cruz en el estado La Guaira y Garrido y García-González (2017) en arribazones en una playa de alta energía en la isla de Margarita y Senties y Dreckmann (2013) en la costa de Tabasco, en el Golfo de México.

En cuanto a las algas pertenecientes al phylum Chlorophyta, sólo se hallaron 11 especies en este estudio, lo cual indica su distribución a profundidades menores (Duncan y Lee, 2006; Dawes y Mathieson, 2008). No obstante, en un estudio sobre las algas de este phylum en la reserva de biósfera de Sian Ka'an en el golfo de México, que incluyó la zona submareal, a profundidades que no superaban los 2 m, se hallaron 108 especies, siendo las familias Udoteaceae y Cladophoraceae, las más representativas (Acosta-Calderón *y col.*, 2016). Por su parte, la riqueza de algas pardas en esta zona fue un poco mayor que la mitad de las reportadas para todo el Caribe panameño, por lo que pudiera considerarse un gran hallazgo (Averza, 2006).

Las familias con mayor número de especies fueron: Ceramiaceae, Rhodomelaceae, Corallinaceae y Dictyotaceae, las cuales junto a otras familias del phylum Chlorophyta, se consideran las más representativas

para el mar Caribe (Ardito, 2013). De estas, la familia Rhodomelaceae suele ser una de las más importantes en los inventarios florísticos por su capacidad de tolerar intervalos amplios de temperatura y niveles altos de nutrientes, lo que les permite alcanzar una gran distribución desde la zona intermareal hasta la sublitoral, inclusive a grandes profundidades (Cole y Sheath, 2010; Garrido y García-González, 2017). De hecho, cuenta con más de 125 géneros y 700 especies, lo cual representa más de la mitad de las algas rojas a nivel mundial (Gómez *y col.*, 2013). Por su parte, la familia Ceramiaceae suele verse durante todo el año y estas especies están asociadas a sustratos rocosos (Guilarte *y col.*, 2013; Blanco *y col.*, 2016), mientras que dentro del phylum Ochrophyta, la familia Dictyotaceae y el género *Dictyota* fueron los más representativos debido a su adaptabilidad a varios tipos de ambientes, incluyendo aguas tropicales y templadas de todos los mares del mundo (Ganesan, 1989; Solé y Foldats, 2003).

Este estudio mostró una riqueza superior a la reportada para la zona supralitoral del Parque Nacional Mochima, ubicada en la plataforma continental venezolana, en la que sólo se hallaron 33 especies y mayor número de algas verdes que pardas (Barrios *y col.*, 2003). Estos mismos autores indicaron que la causa posible de este efecto pudiera ser el control por parte de los depredadores, aunque otras investigaciones indican que la prevalencia de algas verdes está relacionada a ingresos de materia orgánica de origen doméstico, los cuales suelen dispersarse en esta zona por las corrientes marinas y el oleaje (Solé y Vera, 1997).

La magnitud de la riqueza de esta zona se asemeja a la hallada en el atolón de Glover en Belice, en el cual se hallaron 104 especies (Tsuda y Dawes, 1974) y en la zona submareal de la provincia de Santiago de Cuba, en la que se identificaron 154 especies (Blanco *y col.*, 2016). Adicionalmente, en un estudio sobre las macroalgas de la zona submareal de los arrecifes de Jamaica, se encontró mayor abundancia de costras de *Lithothamnion*, aglomeraciones de *Laurencia* y *Coelothrix* y ejemplares aislados de *Galaxaura* y *Valonia ventricosa* (Chapman, 1961). A pesar que estas especies también se hallaron en este estudio, se observa un conglomerado de otras especies adicionales que le otorgaría mayor complejidad a la estructura comunitaria de macroalgas del área examinada, lo cual posiblemente se deba a la disponibilidad de espacio por las largas plataformas rocosas sumergidas y formaciones coralinas que proveen sustratos complejos y diversos para ser colonizados por las algas. De hecho, Ardito y García (2009) indicaron que Puerto Francés tiene una disponibilidad alta de sustratos, compuestas de plataformas coralinas y una cantidad de rocas disgregadas que generan gran diversidad de microhábitats para el desarrollo de las distintas especies de algas.

En cuanto a la tendencia temporal, se observó que la riqueza disminuyó progresivamente a partir de septiembre, cuando se intensificaron las lluvias en la zona, hasta noviembre. Luego incrementó nuevamente en

febrero y marzo, cuando inició la época de sequía (Díaz-Piferrer, 1967; Ginés, 1972; Gómez, 1996; Pardo y Solé, 2007). Este comportamiento no se evidencia en estudios realizados en otras localidades, como por ejemplo en México, donde se ha observado el aumento de la riqueza en época de lluvias (Acosta-Calderón *y col.*, 2016). Sin embargo, este aumento durante la época de sequía fue observado por Rodríguez *y col.* (2013) en una playa de alta energía en la isla de Margarita y el fenómeno fue asociado al incremento de las concentraciones de nutrientes por efecto de la surgencia costera, fenómeno que ha sido demostrado para la zona central del país (Castellanos *y col.*, 2002; Pereira, 2019). A partir de febrero comenzó el ascenso de la riqueza, alcanzándose el máximo en agosto y luego el descenso hasta alcanzar el mínimo en noviembre e iniciar nuevamente el incremento progresivo de la riqueza (patrón bimodal). La disminución de la riqueza observada durante la época de precipitaciones puede deberse a la incidencia directa que tienen los ríos Tuy, Capaya y Curiepe sobre los cambios estacionales de las condiciones ambientales de la zona. Estos ríos, además de varias quebradas en la zona, aportan nutrientes y material en suspensión al sistema. Este último limita la entrada de luz solar en el agua, influyendo sobre el crecimiento de los productores primarios (Ferraz-Reyes, 1983; Elster, 1999; García y Gómez, 2004; Herrera y Bone, 2011). No obstante, a partir del análisis de disimilitud no se observaron diferencias significativas entre los meses evaluados.

Es importante recalcar que las macroalgas son organismos de ciclos de vida corto. Esta condición provoca que la comunidad experimente cambios en su composición durante todo el año, ante las variaciones de las condiciones ambientales (Bertness *y col.*, 2001). No obstante, muchas especies de macroalgas se han adaptado a estas variaciones y tal como se observó en este estudio, muchas de ellas permanecieron en la zona durante todo el año mientras que otras aparecieron bajo ciertas condiciones específicas. Esto se pudo observar en las correlaciones de las especies de macroalgas con las variables ambientales obtenidas a partir del análisis de correspondencia canónica, lo cual permitió establecer algunas especies indicadoras de ciertas condiciones.

La temperatura suele ser una de las variables más importantes en la distribución de las especies y durante los cambios estacionales suelen haber cambios drásticos en la estructura de la comunidad de algas bentónicas. No obstante, estas variaciones suelen ser más sutiles en las áreas tropicales debido a que la mayoría de las especies se han adaptado a estas variaciones (Hiscock *y col.*, 2004). El cambio de las condiciones ambientales durante la época de lluvias incluye la disminución de la salinidad, enriquecimiento del agua y aumento de la turbidez por los aportes de material en suspensión. Estas condiciones limitan a muchas especies y favorecen a otras, lo cual pudiera explicar la importancia que tuvo la salinidad sobre la distribución temporal de las especies en comparación con otras variables (Cox y Norton, 1994, Wang *y col.*, 2020).

Tal como lo indican Ardito y García (2009), la composición de la comunidad de macroalgas no depende de un factor único sino de la interacción de factores abióticos y bióticos, por lo que se hace necesario continuar estos estudios, incluir otras zonas del estado Miranda y correlacionar su distribución con la de otras comunidades que incluyan sus depredadores y competidores.

## CONCLUSIONES

Las macroalgas fueron un grupo diverso con 119 especies, dominadas por el phylum Rhodophyta o algas rojas, seguidas por el phylum Ochrophyta, con dos aumentos de la riqueza durante el periodo de estudio. Resalta la presencia de algunas especies de macroalgas indicadoras de surgencia costera y se observó un descenso de la diversidad de macroalgas durante la época de máximas precipitaciones en la que los aportes de los ríos disminuyeron la entrada de luz solar en la columna de agua por el aumento de la concentración de material en suspensión. Se reportan 45 nuevas especies para el estado Miranda y 3 para la costa venezolana.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por Petróleos de Venezuela, S.A. Las *exsiccatae* correspondientes a las adiciones de especies para Venezuela se depositaron en la colección de algas del Herbario Nacional de Venezuela (VEN), bajo el resguardo del Instituto Experimental Jardín Botánico Dr. Tobías Lasser, de la UCV. Para cualquier información adicional de dichas especies comunicarse con la Dra. Mayra García al siguiente correo: mayra.e.garcia@ucv.ve.

Reconocimiento: el trabajo expuesto es un producto parcial de la Tesis Doctoral desarrollada por Carlos Pereira en el Postgrado en Ecología de la Universidad Central de Venezuela y está dedicado a la memoria de la entrañable Evelyn Zoppi de Roa, quien fungió de tutora.

## LITERATURA CITADA

- Acosta, J. 1974. Estudio de las comunidades vegetales en la Bahía de los Totumos. *Bol. Soc. Venez. Cienc. Nat.* 31:79-112.
- Acosta-Calderón, J., L. Mateo-Cid y A. Mendoza-González. 2016. An updated list of marine green algae (Chlorophyta, Ulvophyceae) from the Biosphere Reserve of Sian Ka'an, Quintana Roo, Mexico. *Check List* 12(3):1-15.
- Ang, P., S. Leung y M. Choi. 2014. A verification of reports of marine algal species from the Philippines. *Philipp. J. Sci.* 142:5-49.
- Ardito, S. 2013. Estado actual del conocimiento de la ficoflora marina del Estado Carabobo, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 36(2):215-238.

- Ardito, S., S. Gómez y B. Vera. 1995. Estudio sistemático de las macroalgas marinas bentónicas en la localidad de Taguao, Distrito Federal, Litoral Central, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 20(2):25-108.
- Ardito, S. y B. Vera. 1997. Catálogo de las macroalgas marinas del Herbario Nacional de Venezuela (VEN). *Acta Bot. Venez.* 20(2):25-108.
- Ardito, S. y M. García. 2009. Estudio ficológico de las localidades de Puerto Francés y San Francisquito estado Miranda, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 32(1):113-143.
- Averza, A. 2006. Registro de algas pardas del Caribe de Panamá. *Tecnociencia* 8(2):115-127.
- Ballantine, D. y N. Aponte. 1997. A revised checklist of the benthic marine algae known to Puerto Rico. *Caribbean J. Sci.* 33:150-179.
- Barrios, J., S. Sant, E. Méndez y L. Ruiz. 2003. Macroalgas asociadas a arrecifes coralinos en el parque nacional Mochima, Venezuela. *Saber* 15(1-2):28-32.
- Bellorín, A. 2003. Algas marinas bentónicas. En: Aguilera, M., Azocar, A. y González, E. (eds). *Biodiversidad en Venezuela*. Fundación Polar y Ministerio de Ciencia y Tecnología. Vol. 1. Caracas, Venezuela. pp. 94-103.
- Bertness, M., S. Gaines y M. Hay. 2001. *Marine community ecology*. Sinauer Associates, Massachusetts, EE.UU. 550 pp.
- Blanco, J., A. Campos, J. Tamayo y A. Viña. 2016. Macroalgas marinas de la provincia Santiago de Cuba, Cuba. *Rev. Cub. Cs. Biol.* 5(1):122-129.
- Campbell, J., M. Graham, A. Irwin y J. Lockett. 1996. The Natural History of Nova Scotia: topics y habitats. Capítulo T10.9 Algae. Publicación electrónica: <https://ojs.library.dal.ca/NSM/article/view/3757/3443>.
- Castellanos, P., R. Varela y F. Muller-Karger. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Mem. Soc. Cs. Nat. La Salle* 154:55-76.
- Chapman, V. 1961. The marine algae of Jamaica. Part I. Myxophyceae and Chlorophyceae. *Bull. Inst. Jamaica, Sci. Ser.* 12:1-201.
- Chapman, R. 2013. Algae: the world's most important "plants"—an introduction. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change.* 18:5-12.
- Cho, T., S. Boo, M. Hommersand, C. Maggs, L. McIvor y S. Fredericq. 2008. *Gayliella* Gen. Nov. in the tribe Ceramieae (Ceramiales, Rhodophyta) based on molecular and morphological evidence. *J. Phycol.* 44:721-738.
- Clarke, K., R. Gorley, P. Somerfield y R. Warwick. 2014. *Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation*. PRIMER-E: Plymouth Marine Laboratory, Plymouth, United Kingdom. 255 pp.
- Cole, K. y R. Sheath. 2010. *Biology of the red algae*. Cambridge University Press, New York. 517 pp.
- Costilla, M. 2019. Estructura y distribución espacial de la comunidad de macroalgas bénticas asociadas a la zona mesolitoral de la plataforma rocosa de Playa Caribe, Chuspa, estado Miranda. Trabajo Especial de Grado. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 113 pp.
- Cox, E. y T. Norton. 1994. The effects of stress on benthic algal communities. En: Sutcliffe, D. (Ed.). *Water quality and stress indicators in marine and freshwater ecosystems: linking levels of organization (individuals, populations, communities)*. Freshwater Biological Association. Plymouth, U.K. p. 1-14.
- Dawes, C. y A. Mathieson. 2008. *The seaweeds of Florida*. University Press of Florida. 591 pp.
- Dawson, E. 1941. A review of the genus *Rhodymenia* with descriptions of new species. *Allan Hancock Pacific Expeditions* 3:123-181.
- De Castro, J. 2007. Duas espécies de *Rhodymenia* (Rhodophyta, Rhodymeniaceae) no estado da Bahia, Brasil. *Acta Bot. Malac.* 32: 228:232.

- De Ríos, N. 1972. Contribución al estudio sistemático de las algas macroscópicas de la costa de Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 7(1-4): 219-324.
- Delnatte, C. y M. Wynne. 2016. A revised checklist of marine algae and seagrasses of Martinique, French West Indies. *Nova Hedwigia* 102(3-4):415-440.
- Díaz-Piñer, M. 1967. Efecto de las aguas de afloramiento en la flora marina de Venezuela. *Caribb. J. Sci.* 7:1-13.
- Duncan, E. y L. Lee. 2006. A checklist of the marine macroalgae of the Republic of Trinidad and Tobago. *Caribb. Mar. Stud.* 7:1-96.
- Eizaguirre, M. y B. Vera. 2007. Macroalgas marinas bénticas asociadas a las raíces de *Rhizophora mangle*, en las localidades de Bahía de los Piratas y de Bahía de Buche, estado Miranda, Venezuela. *Mem. XVII Con. Ven. Bot.* F 09: 746-748.
- Elster, J. 1999. Algal versatility in various extreme environments. En: Seckbach, J. (Ed). *Enigmatic Microorganisms and Life in Extreme Environments*. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. pp. 215-227.
- Ferraz-Reyes, E. 1983. Estudio del fitoplancton en la Cuenca Tuy-Cariaco, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 22(1 y 2):111-124.
- Ganesan, E. 1989. *A catalog of benthic marine algae and seagrasses of Venezuela*. Fondo Editorial CONICIT, Caracas.
- García, M. y S. Gómez. 2001. Nuevos registros ficoflorísticos para el estado Vargas, Litoral Central, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 24(1):1-12.
- García, M. y S. Gómez. 2004. Macroalgas bénticas marinas de la localidad Carmen de Uria, Edo. Vargas Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 27(1):43-55.
- García, M., S. Gómez, E. Villamizar y M. Narváez. 2013a. Adiciones a la ficoflora marina de Venezuela. IV. Bryopsidales (Chlorophyta), Dictyotales (Heterokontophyta) y Ceramiales (Rhodophyta). *Acta Bot. Venez.* 36(2):197-213.
- García, M., S. Gómez, N. Gil y Y. Espinoza. 2013b. Macroalgas marinas del sector Puerto Cruz del estado Vargas, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 52(2):23-31.
- Garrido, A. y Y. García-González. 2017. Inventario de las macroalgas de arribazón en playa Parguito, isla Margarita, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela* 56(2):81-88.
- Gil, N. 2001. Estudio florístico de las macroalgas marinas que crecen en la localidad de Playa Mero (Cayo Ánimas, Parque Nacional Morrocoy, Edo. Falcón, Venezuela). Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Ginés, Hno. 1972. Carta Pesquera de Venezuela 1. Aéreas del Nororiente y Guayana. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Monografía 16, Caracas.
- Gómez, A. 1996. Causas de la fertilidad marina en el nororiente de Venezuela. *Interciencia* 21(3):140-146.
- Gómez, S., M. García y N. Gil. 2013. Adiciones a la ficoflora marina de Venezuela. I. Rhodomelaceae (Rhodophyta). *Acta Bot. Venez.* 36(2):183-195.
- Guilarte, A., J. Rodríguez, A. Velázquez y E. Martínez. 2013. Distribución espacial y temporal de macroalgas bentónicas en la bahía de Boca del Río, isla de Margarita, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 36(2):239-259.
- Guiry, M. y G. Guiry. 2020. AlgaeBase. Publicación electrónica: <http://www.algaebase.org>.
- Hammer, L. y F. Gessner. 1967. La taxonomía de la vegetación marina en la costa de Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venez.* 6:186-265.
- Hammer, O., D. Harper y P. Ryan. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1):1-9. Publicación electrónica: [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm).
- Haque, F., S. Yesmin, S. Akter, M. Wahab y K. Nath. 2009. Collection, identification and biochemical analyses of different sea weeds from Saint Martin's island. *Bangladesh J. Agril. Res.* 34(1):59-65.

- Hassoun, M., M. Wynne, H. Moussa, G. Salhi, H. Zbakh, H. Riadi y M. Kazzaz. 2018. An investigation of members of the tribe Ceramieae (Ceramiales, Rhodophyta) occurring on both the Mediterranean and Atlantic shores of Morocco. *Algae* 33(3):243-267.
- Herrera, A. y D. Bone. 2011. Influence of riverine outputs on sandy beaches of Higuerote, central coast of Venezuela. *Lat. Am. J. Aquat. Res.* 39(1):56-70.
- Hiscock, K., A. Southward, I. Tittley y S. Hawkins. 2004. Effects of changing temperature on benthic marine life in Britain and Ireland. *Aquat. Conserv.* 14:333-362.
- Kelaher, B., A. Underwood y M. Chapman. 2003. Experimental transplantations of coralline algal turf to demonstrate causes of differences in macrofauna at different tidal heights. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 282:23-41.
- Legendre, P. y L. Legendre. 2012. *Numerical ecology*. Elsevier Science. Amsterdam, 990 pp.
- Littler, D. y M. Littler. 2000. *Caribbean marine plants*. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico Off Shore Graphics Inc. Washington DC, EE.UU. 542 pp.
- Madigan, M., J. Martinko, K. Bender, D. Buckley y D. Stahl. 2015. Brock. *Biología de los microorganismos*. Pearson. Madrid, pp. 770-774.
- Margalef, R. y F. Vives. 1972. La vida suspendida en el mar. En: Castelví, J., F. Cervigón, M. Díaz-Piñer, F. Fraga, J. Fukuoka, M. Gómez, R. Margalef, W. Petzall, G. Rodríguez, C. Virgili y F. Vives (Eds). *Ecología marina*. Fundación La Salle de Ciencias Naturales. Editorial Dosat S.A., Caracas. 711 pp.
- Mendoza-González, A., L. Mateo-Cid y D. García-López. 2017. Inventory of benthic marine and estuarine algae and Cyanobacteria for Tabasco, México. *Biota Neotrop.* 17(4):1-14.
- Nguyen, T., N. Le, S. Lin, F. Steen & O. De Clerck. 2013. Checklist of the marine macroalgae of Vietnam. *Bot. Mar.* 56:207-227.
- Norris, J. 2014. Marine algae of the Northern Gulf of California II: Rhodophyta. *Smithsonian Contr. Bot.* 96(1-9):1-555.
- Norris, J., L. Aguilar-Rosas y F. Pedroche. 2017. Conspectus of the benthic marine algae of the Gulf of California: Rhodophyta, Phaeophyceae, and Chlorophyta. *Smithson. Contrib. Bot.* 106:1-125.
- Pardo, P. y M. Solé. 2007. Flora marina de la península de Macanao, isla de Margarita, Venezuela. I. Chlorophyta y Phaeophyceae. *Acta Bot. Venez.* 30(2):291-325.
- Pereira, C. 2019. Dinámica del microfítobentos y su relación ecológica con el plancton de la zona costera central de Venezuela. Tesis doctoral. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 227 p.
- Raja, A., C. Vipin y A. Aiyappan. 2013. Biological importance of marine algae- an overview. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2(5):222-227.
- Rodríguez, N. 1993. Estudios taxonómicos en agarofitas de Venezuela. III. Notas sobre el género *Gelidiella* Feldman et Hamel (Rhodophyta, Gelidiales). *Ernstia.* 3(1):1-13.
- Rodríguez, J., M. Salazar, A. Guilarte y A. Velázquez-Boadas. 2013. Macroalgas bénticas marinas de playa Guacuco, isla de Margarita, estado Nueva Esparta, Venezuela. *Acta Bot. Venez.* 36(2):163-182.
- Schwarz, T. 2014. AmbiWeb GmbH. Clima Higuerote. Caracas, Venezuela. Publicación electrónica: <http://es.climate-data.org/location/27656>.
- Scullion, D. y Masterton, M. 2000. *Caribbean reef plants*. Offshore Graphics, Inc. Washington DC. EE.UU. 543 pp.
- Senties, A. y K. Dreckmann. 2013. Lista actualizada de las macroalgas de Tabasco, México. *Acta Bot. Venez.* 36(2):109-117.
- Solé, M. y E. Foldats. 2003. El género *Dictyota* (Phaeophyceae, Dictyotales) en el Caribe venezolano. *Acta Bot. Venez.* 26(1):41-82.
- Solé, M. y Vera, B. 1997. Caracterización de las macroalgas marinas bénticas en la región Chirimena-Punta Caimán, Edo. Miranda, Venezuela. *Caribb. J. Sci.* 33(3-4):180-190.
- Stegenga, H. y M. Vroman. 1987. Notes on some Ceramiaceae (Rhodophyta) from Curaçao, especially those from the exposed northeast coast. *Blumea* 32:397-426.

- Taskin, E., M. Cakir y M. Winne. 2015. First report of the red alga *Gayliella fimbriata* in the Mediterranean Sea. *Bot. Mar.* 58(4):327-330.
- Taylor, W. 1960. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. The University of Michigan Press, Ann Arbor, Michigan, EE.UU.
- Taylor, W. 1972. Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas. The University of Michigan Press, Ann Arbor. EE.UU. 879 pp.
- Tsuda, R. y C. Dawes. 1974. Preliminary checklist of the marine benthic plants from Glover's Reef, British Honduras. *Atoll Res. Bull.* 173:1-13.
- Tsuda, R. y S. Walsh. 2013. Bibliographic checklist of the marine benthic algae of Central Polynesia in the Pacific Ocean (excluding Hawai'i and French Polynesia). *Micronesica* 02:1-91.
- Tsuda, R. 2014. Bibliographic catalogue of the marine benthic algae in the Papahnaumokukea Marine National Monument (northwestern Hawaiian Islands). *Phytotaxa* 167:35-60.
- Vega-Álvarez, G., J. Azofeifa-Solano, C. Fernández-García, R. Soto-Molinari, M. Rojas-Angulo, X. Amador-Fernández y A. Vargas-Gamboa. 2018. New records of benthic marine macroalgae from the Caribbean coast of Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 66(1):S328-S339.
- Viale-Rigo, M., P. Masciangioli y W. Guttler. 1999. Simulación y trayectoria de derrames de gasolina, diésel, y Disolago en la Planta de Distribución Carenero. PDVSA Intevp. Informe Técnico no. INT-6234,1999, Los Teques. 124 pp.
- Wang, T., Q. Wang, S. Xia, C. Yan y G. Pei. 2020. Response of benthic algae to environmental conditions in an urban lake recovered from eutrophication, *China. J. Oceanogr. Limnol.* 38:93-101.
- Web Ficoflora Venezuela. 2020. Catálogo de la ficoflora de Venezuela. Universidad Central de Venezuela. Publicación electrónica: <http://www.ciens.ucv.ve/ficofloravenezuela>.
- Wynne, M. 2017. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: fourth revision. *Nova Hedwigia Beihefte* 145:1-202.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Distribución mensual de las especies de macroalgas obtenidas en el área marina submareal entre Chirimena y Puerto Francés entre junio 2014 y marzo 2015.

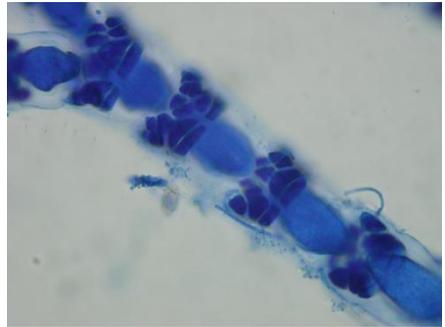
Morfotipos	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Frec.
<i>Amphiroa beauvoisii</i>											10
<i>Jania pedunculata</i> var. <i>adhaerens</i>											10
<i>Dictyota pulchella</i>											10
<i>Caulerpa ambigua</i>											9
<i>Wrangelia argus</i>											9
<i>Ceramium</i> spp.											9
<i>Aglaothamnion</i> spp.											9
<i>Pterocladia caerulea</i>											8
<i>Heterosiphonia crispella</i>											8
<i>Gayliella</i> spp.											8
<i>Dichotomaria marginata</i>											8
<i>Dictyota friabilis</i>											8
<i>Cladophora vagabunda</i>											7
<i>Champia</i> spp.											7
<i>Melanothamnus ferulaceus</i>											7
<i>Schizothrix</i> sp.											6
<i>Amphiroa rigida</i>											6
<i>Hypnea pannosa</i>											5
<i>Dictyota ciliolata</i>											6
<i>Sahlingia subintegra</i>											5
<i>Martensia pavonia</i>											7
<i>Dictyopteris delicatula</i>											7
<i>Chaetomorpha</i> spp.											8
<i>Polysiphonia</i> spp.											7
<i>Hypnea spinella</i>											7
<i>Dictyota hamifera</i>											6
<i>Herposiphonia tenella</i>											6
<i>Coelothrix irregularis</i>											6
<i>Sargassum hystrix</i>											5
<i>Dictyota pinnatifida</i>											5
<i>Dictyota bartayresiana</i>											5
<i>Crouania attenuata</i>											5
<i>Dictyota crenulata</i>											5
<i>Symploca hydroides</i>											4
<i>Hypnea charoides</i>											4
<i>Dictyota cervicornis</i>											3
<i>Sargassum acinarium</i>											3
<i>Herposiphonia pecten-veneris</i>											4
<i>Asparagopsis taxiformis</i>											3
<i>Plocamium cartilagineum</i>											5
<i>Amphiroa fragilissima</i>											3
<i>Antithamnionella</i> spp.											2
<i>Centroceras gasparrinii</i>											2
<i>Chondria capillaris</i>											4
<i>Dictyota menstrualis</i>											3
<i>Dichotomaria obtusata</i>											2
<i>Spatoglossum schroederi</i>											2
<i>Hydroclathrus clathratus</i>											4



**Anexo 2.** Ejemplos de especies que constituyen nuevos registros (regional y nacional) en el presente trabajo: *Scinaia complanata* y *Gayliella taylorii*.



**Anexo 2.1.** *Scinaia complanata*: Foto No. DSCN6104 a la izquierda (Detalle de la ramificación), DSCN6106 a la derecha (Detalle de las ramas. Localidad: Chirimena, estado Miranda, Venezuela. **Nuevo registro para el estado Miranda.**  
Fotos: Mayra García/Carlos Pereira.



**Anexo 2.2.** *Gayliella taylorii*: Foto No. DSCN1489 a la izquierda (Hábito de la especie), Foto No. DSCN1490 a la derecha (Detalle de los nudos). Localidad: Caracolito, estado Miranda, Venezuela. **Nuevo registro para el país.** Foto: Mayra García