

MACROALGAS BENTÓNICAS DEL PARQUE NACIONAL MORROCOY (FALCÓN, VENEZUELA) DESPUÉS DE LA MORTANDAD DE CORALES DE 1996

Benthic macroalgae of the Morrocoy National Park (Falcon State, Venezuela) after the 1996 coral mortality event

Beatriz VERA y Santiago GÓMEZ

Centro de Botánica Tropical, Instituto de Biología Experimental,
Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela
esverabe@gmail.com

RESUMEN

Durante los años 2000 y 2001 se realizó un inventario ficoflorístico en el Parque Nacional Morrocoy mediante la recolección de macroalgas después de la mortandad masiva de corales ocurrida en el año 1996. A partir de este, se logró registrar un total de 162 especies de macroalgas siendo las Rhodophyta el grupo con mayor riqueza con 76 especies, seguido por Chlorophyta con 60 y Ochrophyta con 23; así mismo, se registraron tres cianofitas. Más del 45 % del total de especies crece sobre coral muerto. Cincuenta y cuatro especies son nuevos registros para el parque, y de éstos, nueve son reportes nuevos para la costa venezolana, incluyendo un nuevo registro para la costa del Océano Atlántico.

Palabras clave: Biodiversidad, ecosistema marino, heterogeneidad espacio-temporal, mar Caribe, riqueza

ABSTRACT

During 2000 and 2001, a phycofloristic inventory of the Morrocoy National Park was conducted by collecting macroalgae following the massive coral mortality in 1996. A total of 162 macroalgal species were recorded, with Rhodophyta being the most diverse group (76 species), followed by Chlorophyta (60 species) and Ochrophyta (23 species); additionally, three cyanophytes were documented. Over 45 % of the total species were found growing on dead coral. Fifty-four species were newly recorded for the park, nine of which represent new records for the Venezuelan coast, including one new record for the Atlantic Ocean coast.

Key words: Biodiversity, Caribbean Sea, marine ecosystem, space-temporal heterogeneity, richest.

INTRODUCCIÓN

El sistema del Parque Nacional Morrocoy, estado Falcón, es uno de los sistemas marino-costeros más importantes de la costa centro-occidental de Venezuela. En el mismo se encuentran integradas diferentes comunidades, donde las macroalgas constituyen, directa o indirectamente, la base de sustentación de la biota marina. Sin embargo, este parque ha sido objeto de presiones urbanísticas por la elevada afluencia turística durante los últimos años, lo que ha generado la consecuente degradación de su ambiente.

En el Parque Nacional Morrocoy se han realizado estudios durante las tres últimas décadas tanto de flora como de fauna. Particularmente, se han llevado a cabo numerosas colecciones de macroalgas en diferentes localidades del mismo (González 1977; Hambrook 1979; Gómez 1982; González & Vera 1994; Vera 2004) por lo cual estas investigaciones constituyen un patrón referencial en cuanto a los posibles cambios de la biota a raíz de las continuas alteraciones del ecosistema marino, tales como la mortandad masiva de los corales durante 1996 (Laboy-Nieves *et al.* 2001), y el impacto de las lluvias de diciembre de 1999 en el estado Vargas (La Guaira) lo que trajo como consecuencia el arrastre de sedimentos y vegetación que se distribuyeron en buena parte de este sistema (Useche 1999).

Estos hechos motivaron la realización de un inventario ficoflorístico en las comunidades de corales, praderas de *Thalassia testudinum* König, manglares, áreas arenosas y rocosas, con la finalidad de monitorear las variaciones que pudieron producirse en este sistema. Los resultados no fueron publicados en su momento, pero dada la importancia como referencia histórica se decidió retomar, actualizar sistemáticamente y publicar los resultados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Parque Nacional Morrocoy abarca una superficie de 32.000 ha, localizándose en la costa noreste de Venezuela, entre los 10°47' y 10°59' N, 68°09' y 68°22' O, en el extremo oriental del estado Falcón entre las poblaciones de Tucacas y Chichiriviche (Steyermark 1994) (Fig. 1). Está formado por una porción de tierra firme y numerosos cayos bordeados por vegetación de manglar, alrededor de los cuales se desarrollan sustratos coralinos y grandes extensiones de la "hierba de la tortuga", *Thalassia testudinum*. En el presente estudio se tomaron muestras en 26 localidades (Tabla 1).

Las muestras recolectadas fueron resguardadas en cavas refrigeradas hasta su traslado al laboratorio donde se preservaron en una solución de formol al 4 % en agua de mar para la realización de cortes a mano alzada y

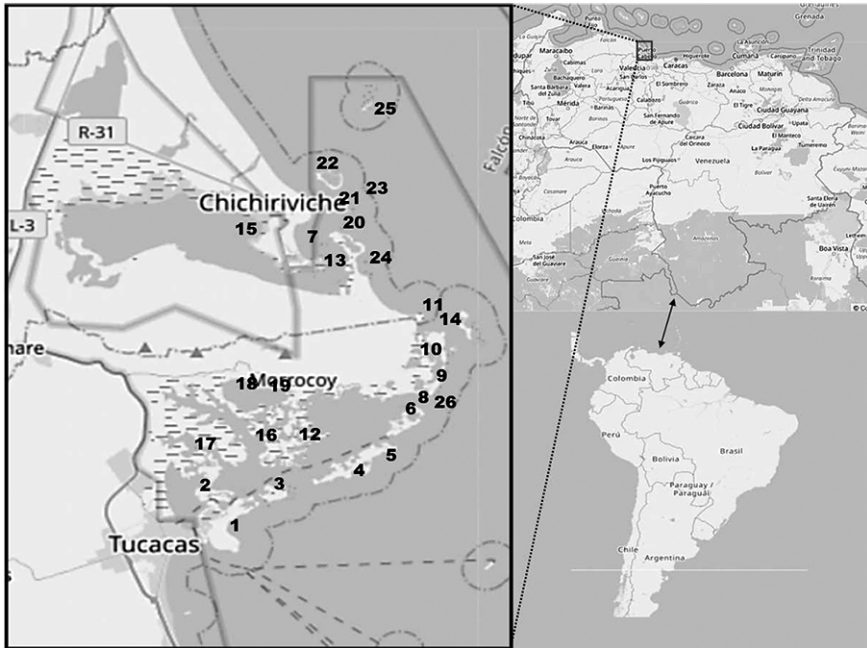


Fig. 1. Localización geográfica de las estaciones de muestreo.

Tabla 1. Estaciones de muestreo ficoflorístico en el Parque Nacional Morrocoy.

Estaciones	Coordenadas geográficas	
	Latitud	Longitud
1.- Tucacas	10.79342	-68.31322
2.- Punta Brava	10.91804	-68.31979
3.- Boca Suárez	10.80813	-68.28610
4.- Playa Mero	10.82085	-68.25119
5.- Playuela	10.49622	-68.14495
6.- Boca Seca	10.83458	-68.23746
7.- Playa Azul	10.92182	-68.27415
8.- Boca Grande	10.84258	-68.22603
9.- Playa Norte	10.92669	-68.26798
10.- Los Juanes	10.86359	-68.21672
11.- Cayo Pescadores	10.87138	-68.21280
12.- Tumba 4	10.83417	-68.26278
13.- Mayorquin	10.88303	-68.22718
14.- Cayo Sombrero	10.88158	-68.20879

Tabla 1. Continuación...

Estaciones	Coordenadas geográficas	
	Latitud	Longitud
15.- Punta Caimán	10.84894	-68.24058
16.- Isla de Pájaros	10.83527	-68.26561
17.- Canal del Amor	10.83183	-68.28140
18.- Las Luisas	10.85996	-68.28820
19.- Marina El Ancla	10.85773	-68.27973
20.- Varadero	10.91601	-68.27384
21.- Cayo Muerto	10.91601	-68.27384
22.- Cayo Sal	10.94510	-68.25361
23.- Cayo Peraza	10.92926	-68.25314
24.- Playa Sur	10.91601	-68.27384
25.- Cayo Borracho	10.96971	-68.24425
26.- Playa Norte	10.92669	-68.26798

exámenes microscópicos con el objeto de determinar su identidad taxonómica mediante claves y descripciones presentes en la literatura disponible (Taylor 1960; Littler & Littler 2000; Dawes & Mathieson 2008; Wynne 2022), comparación con ejemplares depositados en el Herbario Nacional de Venezuela (VEN) y en el Herbario “Victor Manuel Badillo” (MY) de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, así como consultas con especialistas para ciertos taxa. Además, se realizó una revisión en las bases de datos de Web Ficoflora Venezuela (2024) y Guiry & Guiry (2023). Finalmente, se realizó el montaje de material recolectado depositando las exiccatas en VEN. La circunscripción de los taxa fue actualizada con la lista de especies de Wynne (2022).

Análisis de datos

Con el total de las especies recolectadas se procedió a realizar los cálculos porcentuales de especies por localidad, por sustrato y por phylum; además, se realizó un análisis de agrupamiento de acuerdo con el número y a las especies con la finalidad de conocer la similitud entre las estaciones muestreadas en el área del parque, mediante el programa Statistica versión 4.0. Se realizaron comparaciones entre las especies presentes antes y después de las alteraciones naturales del ambiente a través de datos de presencia/ausencia en las localidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el inventario florístico realizado entre febrero del 2000 y diciembre del 2001, se recolectaron 1.350 ejemplares en las 26 localidades; la Fig. 2 muestra algunas de las localidades inventariadas y la Fig. 3 la riqueza total por cada localidad. Se identificaron 162 especies, 76 de las cuales pertenecen al phylum Rhodophyta (46,91 %), 60 al phylum Chlorophyta (37,04 %) y 23 al phylum Ochrophyta (14,20 %); dentro de las cianobacterias o algas verde-azules se identificaron tres especies, que aportan un 1,85 % a la diversidad (Fig. 4, Tabla 2). Del total de especies, 46 (28,40 %) constituyen nuevos registros para el parque, y nueve (19,57 %) de éstos son nuevos reportes para la costa venezolana.

Dentro del phylum Chlorophyta, la familia Caulerpaceae resultó ser la más diversa con un total de 14 especies, seguida por las familias Cladophoraceae con nueve, Halimedaceae con siete y Ulvaceae con seis. En este grupo, *Halimeda simulans* (Halimedaceae) representa un nuevo reporte para las costas venezolanas. En la Fig. 5 se muestran documentadas algunas de las especies pertenecientes a este grupo de macroalgas.



Fig. 2. Algunas estaciones de muestreo. **a.** Mayorquines. **b.** Punta Brava. **c.** Cayo Sal. **d.** Muestreo en campo.

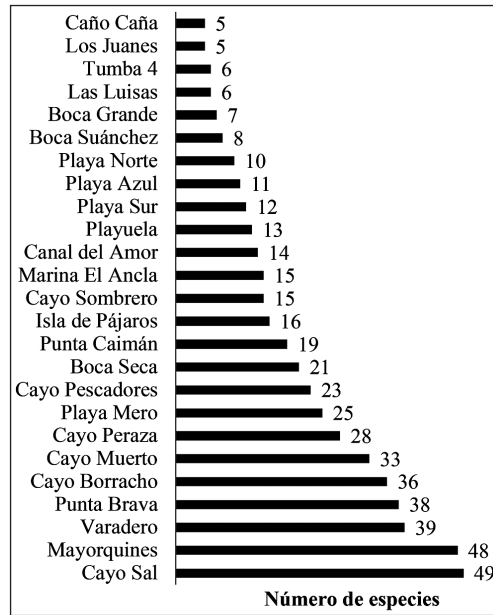


Fig. 3. Riqueza de macroalgas por localidad en el Parque Nacional Morrocoy.

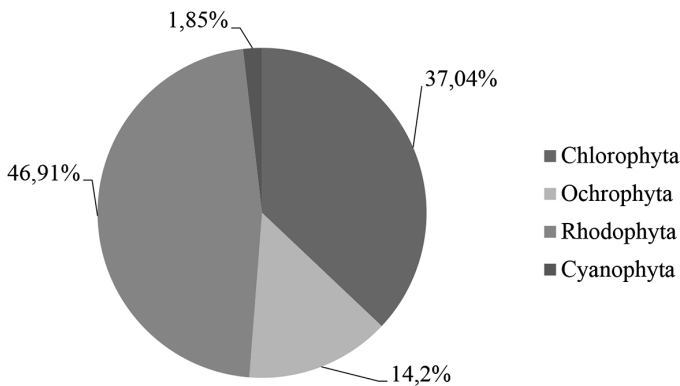


Fig. 4. Porcentaje de especies por phylum recolectadas en el Parque Nacional Morrocoy.

En la clase Phaeophyceae del phylum Ochrophyta destacó Dictyotaceae con 13 especies; numerosos estudios (Hughes 1994; McClanahan & Mutinga 1998; Geister 2000; Díaz-Pulido & McCook 2002) indican que esta familia se encuentra ampliamente distribuida sobre los corales muertos en el área del Caribe. Parte de la diversidad de este grupo se muestra en la Fig. 6.

Tabla 2. Catálogo taxonómico de las especies identificadas en el Parque Nacional Morrocoy.

Phylum	Orden	Familia	Especie
Chlorophyta	Bryopsidales	Bryopsidaceae	<i>Bryopsis hypnoides</i> J.V. Lamour. <i>B. pennata</i> J.V. Lamour. <i>B. plumosa</i> (Huds.) C. Agardh
		Caulerpaceae	<i>Caulerpa ambigua</i> Okamura <i>C. chemnitzia</i> (Esper) J.V. Lamour. <i>C. cupressoides</i> (Vahl) C. Agardh var. <i>lycopodium</i> Weber-van-Bosse <i>C. cupressoides</i> (Vahl) C. Agardh var. <i>mamillosa</i> (Montagne) Weber-van-Bosse <i>C. fastigiata</i> Mont. <i>C. mexicana</i> Sond. ex Kütz. <i>C. microphysa</i> (Weber-Bosse) Feldman <i>C. racemosa</i> (Förssk.) J. Agardh <i>C. scapelliformis</i> (R. Br. ex Turner) C. Agardh <i>C. sertularioides</i> f. <i>brevipes</i> (J. Agardh) Sved. <i>C. sertularioides</i> f. <i>longiseta</i> (Bory) Sved. <i>C. serrulata</i> (Forssk.) J. Agardh <i>C. taxifolia</i> (Vahl) C. Agardh <i>C. verticillata</i> J. Agardh
		Codiaceae	<i>Codium isthmocladum</i> Vickers <i>C. taylorii</i> P.C. Silva
		Dichotomosiphonaceae	<i>Avrainvillea nigricans</i> Decne.
		Halimedaceae	<i>Halimeda incrassata</i> (J. Ellis) J.V. Lamour. <i>H. opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. <i>H. scabra</i> M. Howe <i>H. simulans</i> M. Howe* <i>Penicillus capitatus</i> Lam. <i>Udotea conglutinata</i> (J. Ellis & Sol.) J.V. Lamour. <i>U. flabellum</i> (J. Ellis & Sol.) M. Howe
	Cladophorales	Anadyomenaceae	<i>Microdictyon umbilicatum</i> (Vellej) Zanardini
		Boodleaceae	<i>Boodlea struveoides</i> M. Howe <i>Cladophoropsis membranacea</i> (C. Agardh) Börgesen <i>Phyllodictyon anastomosans</i> (Harv.) Kraff & M.J. Wynne
		Cladophoraceae	<i>Chaetomorpha antennina</i> (Bory) Kütz. <i>C. brachygona</i> Harv. <i>C. gracilis</i> Kütz. <i>C. ligustica</i> (Kütz.) Kütz. <i>Cladophora brasiliana</i> G. Martens <i>C. dalmatica</i> Kütz. <i>C. prolifera</i> (Röth) Kütz. <i>C. vagabunda</i> (L.) C. Hoek <i>Willella brachyclados</i> (Montagne) M.J. Wynne
		Siphonocladaceae	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> (Förssk.) Börgesen <i>D. ocellata</i> (M. Howe) Olsen-Stojkovich <i>D. versluysii</i> Weber Bosse <i>Ernodesmis verticillata</i> (Kütz.) Börgesen
	Dasycladales	Valoniaceae	<i>Valonia ventricosa</i> J. Agardh
		Dasycladaceae	<i>Bathophora oerstedii</i> J. Agardh <i>Neomeris annulata</i> Dickie
		Polyphysaceae	<i>Acetabularia caliculus</i> J.V. Lamour. <i>A. crenulata</i> J.V. Lamour.

Tabla 2. Continuación...

Phylum	Orden	Familia	Especie
			<i>A. schenckii</i> Möbius
			<i>Parvocaulis myriospora</i> (A.V. Joly & Cord-Mar.) C.W.N. Moura & J.C. De Andrade
	Ulotrichales	Gayraliaceae	<i>Gayralia oxysperma</i> (Kützing) K.L. Vinogr. ex Scagel <i>et. Al</i>
	Ulvales	Ulvaceae	<i>Percusaria percusa</i> (C. Agardh) Rosenv. <i>Ulva flexuosa</i> Wulfen <i>U. intestinalis</i> L. <i>U. lacinulata</i> (Kütz.) Wittrock <i>U. lactuca</i> L. <i>U. reticulata</i> f. <i>delicatula</i> Gilbert <i>Ulvella lens</i> P. Crouan & H. Crouan <i>U. scutata</i> (Reinke) R.Nielsen, C.J.O'Kelly & B. Wysor
		Uvellaceae	
Ochrophyta	Ectocarpales	Acinetosporaceae	<i>Feldmania irregularis</i> (Kütz.) Hamel <i>F. mitchelliae</i> (Harvey) H.S. Kim
		Scytosiphonaceae	<i>Chnoospora minima</i> (K, Hering) Papenf. <i>Rosenvingea santae-crucis</i> Børgesen
	Dictyotales	Dictyotaceae	<i>Canistrocarpus cervicornis</i> (Kütz.) De Paula & De Clerck <i>C. cervicornis</i> f. <i>pseudohamatus</i> (Cribb) M.J. Wynne <i>C. crispatus</i> (J.V. Lamour.) De Paula & De Clerck <i>Dictyopteris delicatula</i> J.V. Lamour. <i>D. justii</i> J.V. Lamour. <i>Dictyota bartayresiana</i> J.V. Lamour. <i>D. canaliculata</i> De Clerck & Coppejans* <i>D. ciliolata</i> Sonder ex Kütz. <i>D. guineensis</i> (Kütz.) P. Crouan & H. Crouan <i>D. pinnatifida</i> Kütz. <i>D. pulchella</i> Hörning & Schnetter <i>Padina boergesenii</i> Allender & Kraft <i>P. gymnospora</i> (Kütz.) Sond. <i>Sargassum natans</i> L.* <i>Neoralgsia expansa</i> (J. Agardh) P.E. Lim & H. Kawai ex Comarci & G. Funari
	Fucales	Sargassaceae	
	Ralfsiales	Neoralgsiaceae	
	Scytothamnales	Asteronemataceae	<i>Asteronema breviararticulatus</i> (J. Agardh) Ouriques & Bouzon <i>Bachelotia antillarum</i> (Grunow) Gerloff
	Sphacelariales	Sphacelariaceae	<i>Sphacelaria rigidula</i> Kutz.
Rhodophyta	Acrochaetiales	Acrochaetiaceae	<i>Acrochaetium microscopicum</i> (Nageli ex Kutz.) Nageli
	Bonnemaisoniales	Bonneimasoniaceae	<i>Asparagopsis taxiformis</i> (Delile) Trevis.
	Ceramiales	Callithamniaceae	<i>Crouania attenuata</i> (C. Agardh) J. Agardh
		Ceramiaceae	<i>Centroceras clavulatum</i> (C. Agardh) Mont. <i>C. minutum</i> Yamada* <i>Centrocerocolax ubatubensis</i> A.B. Joly <i>Ceramium brasiliense</i> A.B. Joly <i>C. cimbricum</i> f. <i>flaccidum</i> (H.E. Petersen) G. Furnari & Serio <i>Yoneshiguea compta</i> (Børgesen) Barros-Barreto, Maggs & M.A. Jaramillo <i>Ceramium nitens</i> (C. Agardh) J. Agardh

Tabla 2. Continuación...

Phylum	Orden	Familia	Especie
		Delesseriaceae	<i>Dohrniella antillarum</i> (W.R. Taylor) Feldm-Maz <i>Dasya rigidula</i> (Kütz.) Ardiss. <i>Dictyurus occidentalis</i> J. Agardh <i>Heterosiphonia gibbesii</i> (Harv.) Falkemb. <i>Martensia pavonia</i> (J. Agardh) J. Agardh <i>Thuretia bornetii</i> Vickers*
		Rhodomelaceae	<i>Acanthophora muscoides</i> (L.) Bory <i>A. spicifera</i> (Vahl) Børgesen <i>Alsidium seaforthii</i> (Turner) J. Agardh <i>Bostrychia moritziana</i> (Sond ex Kütz.) J. Agardh <i>B. radicans</i> (Mont.) Mont. <i>B. tenella</i> (J.V. Lamour.) J. Agardh <i>Chondria capillaris</i> (Huds.) M.J. Wynne <i>C. floridana</i> (Collins) M. Howe <i>C. littoralis</i> Harv. <i>Digenea simplex</i> (Wulfen) C. Agardh <i>Herposiphonia tenella</i> (C. Agardh) Ambronn <i>Laurencia dendroidea</i> J. Agardh <i>L. intricata</i> J.V. Lamour. <i>Murayella pericladus</i> (C. Agardh) F. Schmitz <i>Lophosiphonia cristata</i> Falkenb. <i>Melanothamnus ferulaceus</i> (Surh ex J. Agardh) Díaz-Tapia & Magss <i>M. sphaerocarpus</i> (Børgesen) Díaz-Tapia & Magss <i>Palisada perforata</i> (Bory) K.W. Nam <i>Polysiphonia scopulorum</i> Harv.* <i>P. sertularioides</i> (Grateloup) J. Agardh* <i>Wilsonosiphonia howei</i> (Hollemb.) D. Bustamante, B.Y. Won & T.O. Cho <i>Griffithsia globulifera</i> Harv. ex Kütz. <i>Gymnothamnion elegans</i> (Schousboe ex C. Agardh) J. Agardh <i>Spyridia aculeata</i> (C. Agardh ex Descaigne) Kütz. <i>S. clavata</i> Kütz. <i>S. filamentosa</i> (Wulfen) Harv. <i>Wrangelia argus</i> (Mont.) Mont. <i>W. penicillata</i> (C. Agardh) C. Agardh
		Wrangeliaceae	<i>Colaconema hallandicum</i> (Kyllin) Afonso-Carillo, Sanson, Sangil & Díaz-Villa <i>Amphiroa fragilissima</i> (L.) J.V. Lamour. <i>Hydrolithon farinosum</i> (Lamour.) Penrose & Y.M. Chamberlain <i>Jania capillacea</i> Harv. <i>J. pedunculata</i> J.V. Lamour. var. <i>adhaerens</i> (J.V. Lamour.) A.S. Harvey, Woelkerling & Reviere <i>J. pumilla</i> J.V. Lamour.
	Colaconematales	Colaconemataceae	
	Corallinales	Corallinaceae	<i>Gracilaria cervicornis</i> (Turner) J. Agardh <i>G. mamillaris</i> (Mont.) M. Howe <i>G. venezuelensis</i> W.R. Taylor <i>Gracilariopsis lemneiformis</i> (Bory) E.Y. Dawson
		Gracilariaceae	

Tabla 2. Continuación...

Phylum	Orden	Familia	Especie
			<i>G. tenuifrons</i> (C.J. Bird & E.C. Oliveira) Gurgel & Fredericq
	Erythropeltales	Erythrotrichiaceae	<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillwyn) J. Agardh <i>Sahlingia subintegra</i> (Rosenv.) Kornmann
	Gelidiales	Gelidiaceae	<i>Gelidium pusillum</i> (Stack.) Le Jol.
		Gelidiellaceae	<i>Gelidiella acerosa</i> (Forssk.) Feldmann & Hamel
	Gigartinales	Caulacanthaceae	<i>Catenella caespitosa</i> (Wither.) L.M. Irvine <i>C. impudica</i> (Mont.) J. Agardh
		Halymeniaceae	<i>Halymenia floresii</i> (Clemente) C. Agardh
		Hypneaceae	<i>Hypnea musciformis</i> (Wulfen) J.V. Lamour. <i>H. spinella</i> (C. Agardh) Kutz. <i>H. valentiae</i> (Turner) Mont.
			Galaxauraceae
	Nemaliales	Liagoraceae	<i>Ganonema farinosum</i> (J.V. Lamour.) K.C. Fan & Yung C. Wang <i>Liagora ceranoides</i> J.V. Lamour.
			Nemaliaceae
		Rhodogorgonales	Rhodogorgonaceae
	Rhodymeniales	Champiaceae	<i>Champia parvula</i> (C. Agardh) Harv.
		Rhodymeniaceae	<i>Coelothrix irregularis</i> (Harv.) Börgesen
	Stylonematales	Stylonemataceae	<i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) K.M. Drew
Cyanophyta	Oscillatoriales	Oscillatoriaceae	<i>Microcoleus lyngbyaceus</i> (Kütz.) Crouan
		Phormidiaceae	<i>Phormidium</i> sp.
		Schizothrichaceae	<i>Schizothrix calcicola</i> (C. Agardh) Gomont

Negritas = nuevos registros para el Parque Nacional Morrocoy.

* = nuevos reportes para la costa venezolana.

En lo que se refiere al phylum Rhodophyta, la familia Rhodomelaceae resultó ser la más diversa con un total de 21 especies, seguida de la familia Ceramiaceae con ocho, Wrangeliaceae con siete y Corallinaceae y Gracilariaceae con cinco especies cada una. No obstante, la familia Galaxauraceae presentó una gran abundancia de individuos dentro de algunos sustratos coralinos en el parque como los de Cayo Sal, Cayo Muerto, Cayo Peraza, Paiclás y Punta Brava. Dentro de este grupo, *Nemalion elminthoides* (Nemaliaceae) había sido

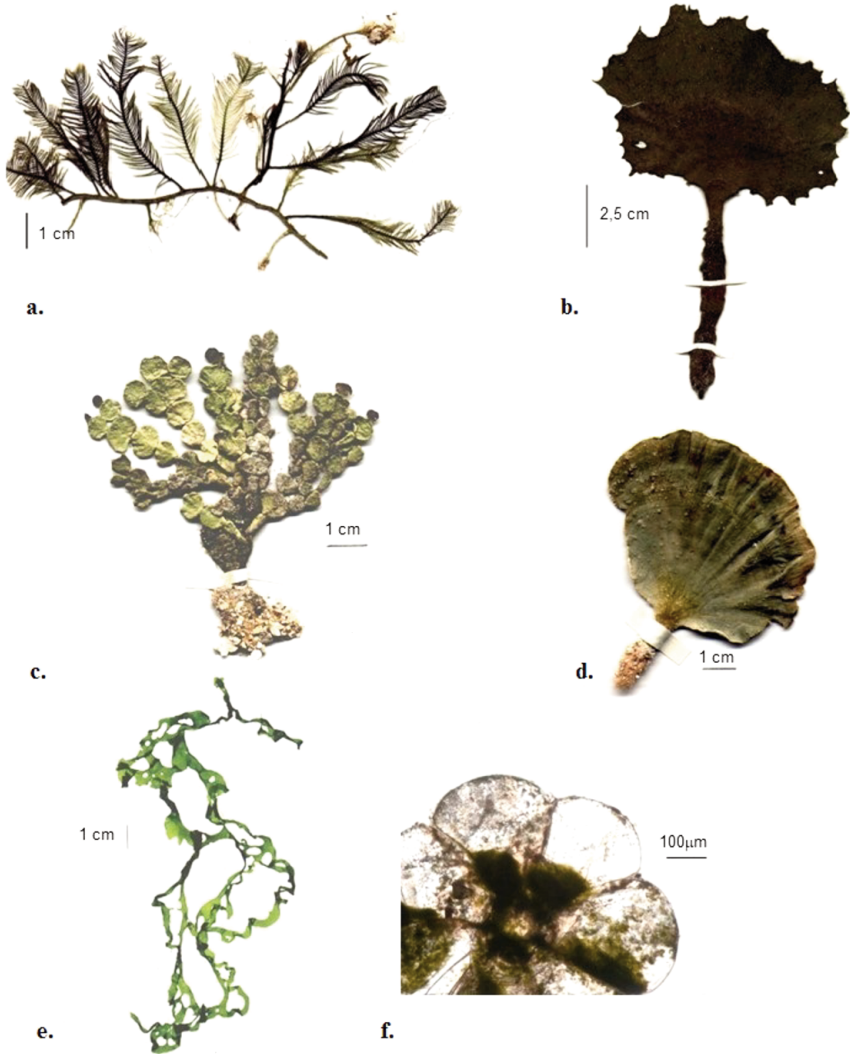


Fig. 5. Algunas especies del phylum Chlorophyta reportadas para el Parque Nacional Morrocoy. **a.** *Caulerpa sertularioides* f. *longiseta*. **b.** *Avrainvillea nigricans*. **c.** *Halimeda simulans*. **d.** *Udotea conglutinata*. **e.** *Ulva reticulata* f. *delicatula*. **f.** *Parvocaulis myriospora*.

registrada hasta el presente solo en las costas de Brasil; se suman a los nuevos reportes para el país las especies *Centroceras minutum* (Ceramiaceae), *Thuretia bornetii* (Delesseriaceae), *Polysiphonia sertularioides* y *Polysiphonia scopulorum* de las Rhodomelaceae. En la Fig. 7 se documentan algunas de las especies de algas rojas encontradas en el parque.

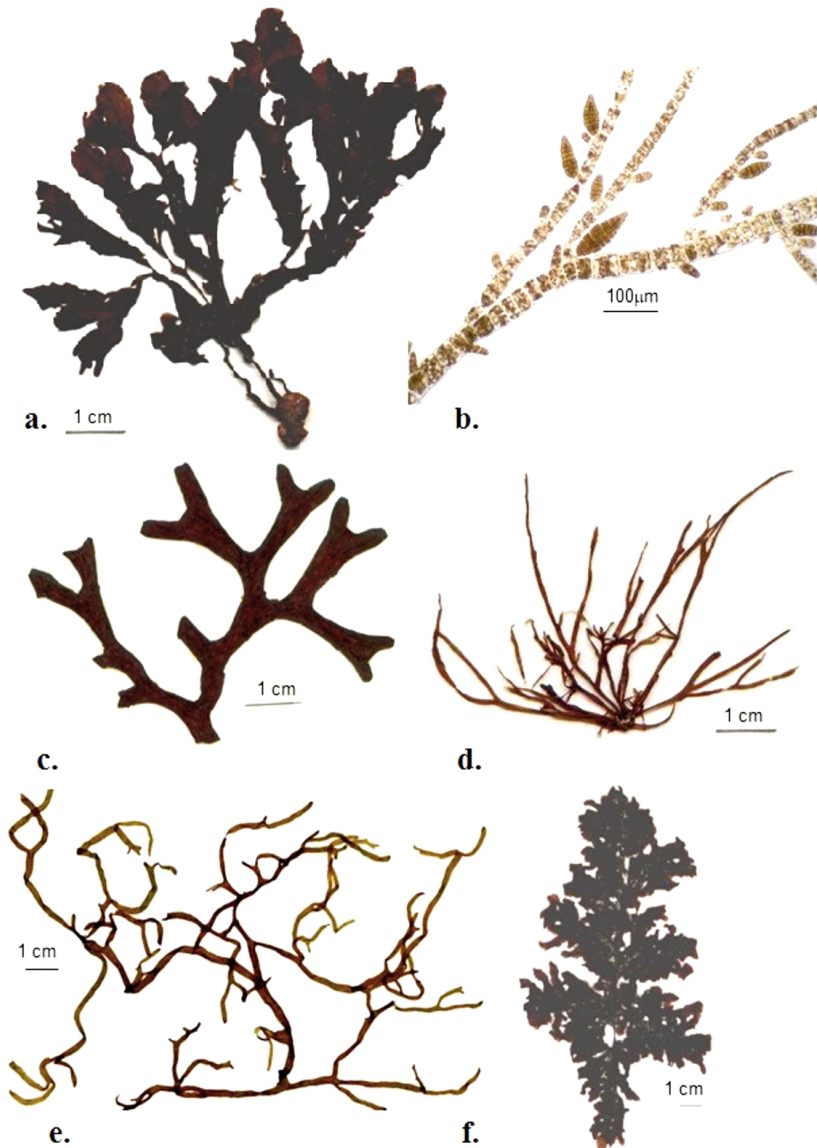


Fig. 6. Fig. 6. Algunas especies del phylum Ochrophyta reportadas para el Parque Nacional Morrocoy. **a.** *Dictyopterus justii*. **b.** *Feldmania irregularis*. **c.** *Dictyota canaliculata*. **d.** *Chnoospora minima*. **e.** *Rosenvingea santae-crucis*. **f.** *Sargassum polyceratum*.

En cuanto a las cianobacterias cabe destacar que, al inicio del muestreo de este trabajo, se encontraron ampliamente distribuidas en todos los corales muertos, cubriendo grandes extensiones.

De acuerdo con las colecciones realizadas, el ambiente que presenta la mayor diversidad es el de corales muertos (46,66 %), seguidos por las praderas de *Thalassia* (18,09 %) y manglares (14,76 %), las plataformas rocosas (10,47 %) y arenas con fragmento de coral y conchas de moluscos (10 %). También se determinó un grupo de macroalgas que constituyó un pequeño porcentaje de epífitas (0,2 %) (Fig. 8).

En cuanto a las localidades muestreadas, se evidenciaron dos grupos, siendo las estaciones ubicadas en el extremo norte del parque mucho más diversas que las del interior (Fig. 9). De estas, las que presentaron mayor número de especies nuevas para el parque se encuentran evidenciadas en el cladograma obtenido mediante un análisis de agrupamiento en el extremo izquierdo, a diferencia de las estaciones agrupadas en el margen derecho, las cuales presentaron menor número de especies (Fig. 9).

Aunque de las especies recolectadas 46 resultaron nuevos registros para el parque, un número similar de 41 especies que fueron recolectadas anteriormente por otros investigadores no se evidenciaron en este estudio (Ganesan 1989; González & Vera 1994; Vera 2004). La ausencia de esas especies puede deberse a la gran heterogeneidad espacio-temporal que presentan las comunidades en este sistema, así como a los cambios sucedidos en el mismo. El hecho de haber registrado un número significativo de especies nuevas, aproximadamente 30 % del total, puede obedecer a un factor particularmente importante como es el aumento del sustrato duro debido a la mortandad masiva de los corales, los cuales constituyen el sustrato con mayor diversidad y poblamiento junto con las rocas. Otro factor influyente en el registro de especies puede ser la efectividad de muestreo. Sin embargo, la heterogeneidad ambiental parece ser el factor más importante, ya que, a pesar de la intensidad del muestreo, quedaron muchas localidades por revisar y algunas requerirían más tiempo para observar la dinámica del sistema. Sin embargo, parece ser la heterogeneidad ambiental en definitiva el elemento determinante en cuanto a la presencia de especies en cualquier sector.

Los nuevos registros para la costa venezolana constituyen un aporte al conocimiento de la ficoflora del país y en algunos casos como el de las especies del phylum Rhodophyta, *Rhodogorgon ramosissima* y *Nemalion elminthoides*, se amplía la distribución geográfica de estos grupos específicos en el Caribe. La presencia particular de *Nemalion elminthoides*, solamente referida en las aguas frías brasileñas (Cordeiro-Marino 1978), confirma además la presencia del área de surgencia costera en el país (Díaz-Piferrer 1967; Herrera *et al.* 1980; Balladares *et al.* 1997; Castellanos *et al.* 2002), la cual también fue evidenciada durante los sucesos acaecidos en el año 1996, cuando se produjo la mortandad masiva de los corales en este parque (Laboy-Nieves *et al.* 2001).

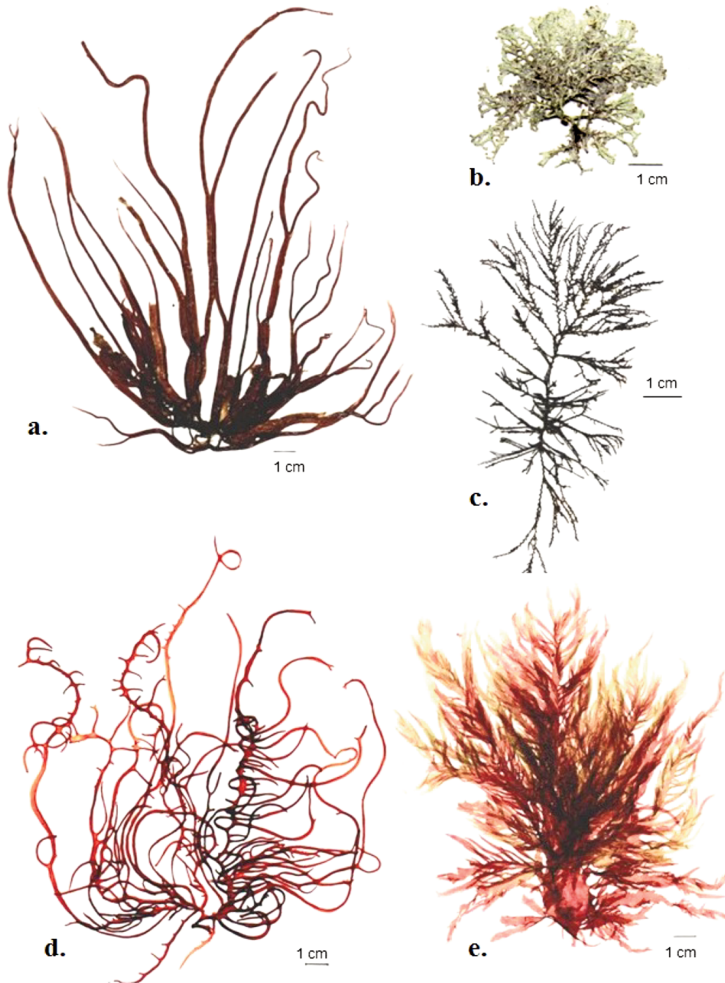


Fig. 7. Algunas especies del phylum Rhodophyta reportadas para el Parque Nacional Morrocoy. **a.** *Nemalion elminthoides*. **b.** *Liagora ceranoides*. **c.** *Acanthophora muscoides*. **d.** *Rhodogorgon ramosissima*. **e.** *Halymenia floresii*.

Dentro del grupo de Chlorophyta, la familia Caulerpaceae estuvo ampliamente distribuida, lo cual se debe a las extensas áreas arenosas presentes en el parque entre las comunidades de corales, manglares y de *Thalassia*, así como a la acelerada fragmentación de los corales muertos y al aporte de las algas calcáreas que generan sustrato arenoso biogénico.

La clase Phaeophyceae del phylum Ochrophyta estuvo bien representada por la familia Dictyotaceae. Sin embargo, los miembros de esta familia

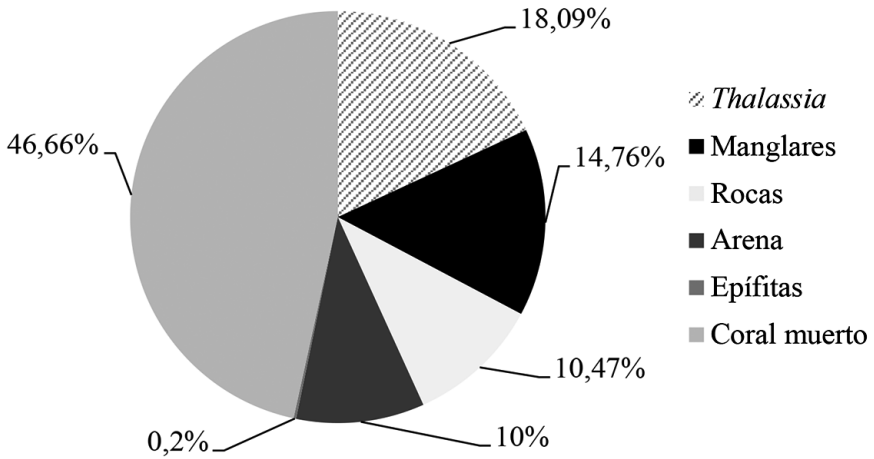


Fig. 8. Relación porcentual de las macroalgas reportadas para el Parque Nacional Morrocoy, por sustrato.

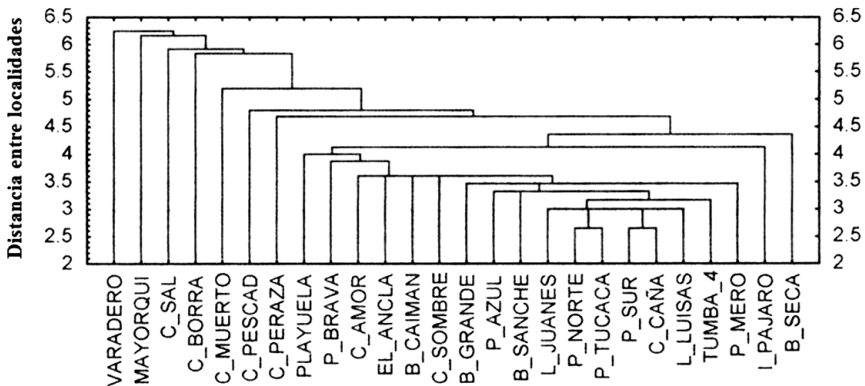


Fig. 9. Análisis de agrupamiento en función del número y tipo de especie.

parecen haber incrementado sus poblaciones. Este incremento ha sido evidenciado también en muchos de los arrecifes del Caribe (Hughes 1994; McClanahan & Mutinga 1998; Geister 2000; Díaz-Pulido & Garzón-Ferreira 2002), lo cual puede deberse a que las especies de esta familia presentan compuestos secundarios altamente tóxicos como el dictyol entre otros (Hay 1997), que repelen a los herbívoros presentes en el área de corales con alto grado de deterioro, entre los cuales se encuentran los de Punta Brava, Paiclás, Cayo Peraza, Cayo Muerto y Cayo Sal.

En lo que respecta al grupo de las cianobacterias, si se compara los registros obtenidos en este estudio con los realizados por Lobo & Rodríguez de Ríos (1985) se debe que reconocer como un grupo poco atendido que requiere un estudio particular, debido a que muchas de estas especies pueden indicar el deterioro de la calidad del agua del parque (Peinador 1999), incluso algunas han sido señaladas como responsables de la mortandad de corales en el Caribe (Rutzler *et al.* 1983). Además, otras especies de este grupo parecen tener importancia dentro de los estadios sucesionales primarios en la colonización de los sustratos, dada su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico (Graham & Wilcox 2000), lo cual les confiere cierta autonomía.

En cuanto a los sustratos, está bien documentado que las macroalgas prefieren los sustratos duros (Harlin & Lindberg 1977; Díaz-Pulido & Mc Cook 2002; Díaz Pulido *et al.* 2009) como los corales y litorales rocosos. Estos últimos se presentan en un alto porcentaje en el área (60 %), por lo cual albergan gran número de especies, mientras que *Thalassia testudinum* a través de su follaje y áreas arenosas libres constituyen también un excelente hábitat (Vera 2008), así como también las raíces del manglar *Rhizophora mangle* presente en el borde costero de la mayoría de los cayos. El menor grado de poblamiento se obtuvo en las áreas arenosas donde las especies deben recurrir a un sistema de anclaje especializado o al aprovechamiento de restos de corales y conchas de moluscos que le ofrecen un sustrato alternativo. El epifitismo, aunque en este trabajo no se estudió intensivamente, puede tener una relevancia mayor, pero se requiere de un trabajo especializado, lo cual escapó a los objetivos generales de este estudio.

Las diferencias encontradas entre las estaciones externas e internas muestreadas en el parque se cree que se deben al patrón de circulación marina, el cual es mayor en la parte externa que en la interna (Solana 2003), presentándose una corriente principal este-oeste que bordea las estaciones externas que renueva constantemente la masa de agua con su carga de nutrientes. Otro factor que puede estar influyendo es la disponibilidad de sustrato duro; en las estaciones internas predominan los sustratos blandos, arenosos, que se encuentran ampliamente poblados por *Thalassia testudinum*, la angiosperma marina predominante en esta área. Aunque durante el muestreo también se registraron otras como *Syringodium filiforme*, *Halophila decipiens* y *Halodule wrightii* con pequeñas poblaciones, *Thalassia testudinum* ocupa grandes extensiones dentro del parque constituyendo una comunidad relevante dentro del sistema (Bitter 1988; Vera 1992).

De todo lo anteriormente citado, se puede concluir que el sistema marino-costero del Parque Nacional Morrocoy es complejo y debe monitorearse periódicamente con el fin de conocer su dinámica y registrar los cambios

que puedan suceder en el mismo. A raíz de las constantes intervenciones antrópicas en esta reserva, se impone revisar los criterios de manejo y protección de los Parques Nacionales marino-costeros y Refugios de Fauna del país como ambientes de preservación de la biodiversidad en el Caribe, donde, además de macroalgas, hay praderas de pastos marinos, manglares y corales.

La recuperación de los corales tal vez puede lograrse a mediano y/o largo plazo pero, sin duda alguna, *Thalassia testudinum* aprovechará las condiciones que favorecen la formación de sustrato arenoso de origen biogénico originado por la fragmentación de los corales muertos y las algas de naturaleza calcárea presentes en el área, tales como *Halimeda*, *Udotea*, *Amphiroa*, *Jania* y *Galaxaura*, entre otras (Margalef 1962).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento de este trabajo al FONACIT (Proyecto S1-96001751). A David Bone y Paula Spinello por la coordinación y la logística que hicieron posible los muestreos y la cristalización de los resultados obtenidos. A nuestros estudiantes Daisy Castillo, Margarita García y Nelson Gil (†), así como a nuestro personal técnico: Carlos Peñaherrera, Máximo Piano, Amalia Brito, Manuel González, Linhei Maizo, Nelsy Rivero, Dubravka Rodríguez y Cesar Paz, sin los cuales no hubiera sido posible el procesamiento de todas las muestras estudiadas. Al Instituto Experimental Jardín Botánico Dr. Tobías Lasser por facilitar la utilización de sus colecciones de referencia en el Herbario Nacional de Venezuela (VEN) y a todos los que en una forma u otra nos brindaron su apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

- Balladares, C., P. Castellanos & F. Müller-Karger. 1997. Upwelling streams in the Venezuelan coast observed by NOAA Satellites. Fourth International Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments, Orlando, Florida. USA. Mimeografiado.
- Bitter, R. 1988. Análisis Multivariado de la comunidad asociada a *Thalassia testudinum* en el Parque Nacional Morrocoy. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Castellanos, P., R. Varela & F. Muller-Karger. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del Mar Caribe examinadas por el sensor infrarrojo AVHRR. *Mem. Fund. La Salle Ci. Nat.* 154: 55-76.
- Cordeiro-Marino, M. 1978. Rodófitas bentónicas marinhas do Estado de Santa Catarina. *Rickia* 7:1-243.

- Dawes, C.J. & A.C. Mathieson. 2008. *The Seaweeds of Florida*. University Press of Florida. USA.
- Díaz-Piferrer, M. 1967. Efecto de las aguas de afloramiento en la flora marina de Venezuela. *Caribbean J. Sci.* 7(1-2): 1-13.
- Díaz-Pulido, G & J. Garzón-Ferreira. 2002. Seasonality in algal assemblages on upwelling-influenced coral reefs in the Colombian Caribbean. *Bot. Mar.* 45: 284-292.
- Díaz-Pulido, G. & L. McCook. 2002. The fate of bleached corals: patterns and dynamics of algal recruitment. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 232: 115-128.
- Díaz-Pulido, G., L.J. McCook, S. Dove, R. Berkelmans, J. Roff, D.I. Kline, S. Weeks, R.D. Evans, D.H. Williamson & O. Hoegh-Guldberg. 2009. Doom and boom on a resilient reef: Climate change, algal overgrowth and coral recovery. *PLoS One* 4 (4): e5239.
- Ganesan, E.K. 1989. *A catalog of benthic marine algae and seagrasses of Venezuela*. Ediciones CONICIT. Caracas, Venezuela.
- Geister, J. 2000. Coral life and coral death in a recent Caribbean Coral Reef: a thirty-year record in photographs. Proc. 8th Symposium of fossil *Cnidaria* and *Porifera*, Sendai, Japan 1999.- Bull. Tohoku Univ. Museum (Sendai, Japan) 1: 113-123.
- Gómez, S. 1982. Estudio sistemático de las algas macrobentónicas marinas de las islas coralinas, Cayo Borracho y Cayo Sal, Parque Nacional Morrocoy. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- González, A. 1977. La vegetación marina del Parque Nacional Morrocoy, Edo. Falcón. *Acta Bot. Venez.* 12(1-4): 172-207.
- González, A. & B. Vera 1994. Algas. In: Manara, B. (ed.). *Flora del Parque Nacional Morrocoy*, pp. 63-126. Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Graham, L.E. & L.W. Wilcox. 2000. *Algae*. Prentice Hall, Upper Saddle River. USA.
- Guiry M.D. & G.M. Guiry. 2023. AlgaeBase. World-wide electronic publication. National University of Ireland, Galway. <https://www.algaebase.org>.
- Hambrook, J. 1979. Distribución y abundancia de algas y fanerógamas marinas de la región de Punta Morón y Cayos de la zona del Parque Nacional Morrocoy-Tucacas. In: Penchazzadeth, P.G. (ed.). *Ecología del ambiente marino costero de Punta Morón (Termoeléctrica Planta Centro, Edo. Carabobo, Venezuela)*, pp. 233-269. Intecmar, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.
- Harling, M.M. & J.M. Linbergeh. 1977. Selection of substrata by seaweed: optimal surface relief. *Mar. Biol.* 40(1): 33-40.

- Hay, M.E. 1997. The ecology and evolution of seaweed-herbivore interactions on coral reefs. *Coral Reefs* 16: S67-S76.
- Herrera, L.E., G. Febres & J.M. Andres. 1980. Distribución de las masas de agua y sus vinculaciones dinámicas en el sector centro-occidental venezolano, Mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr. (Cumaná)* 15(1): 93-118.
- Hughes, T.P. 1994. Catastrophes, phase shifts, and large scales degradation of a Caribbean Coral Reef. *Science* 265: 1547-1551.
- Laboy-Nieves, E.N., E. Klein, J.E. Conde, F. Lozada, J.J. Cruz & D. Bone. 2001. Mass mortality of tropical marine communities in Morrocoy, Venezuela. *Bull Mar. Sci.* 69(2): 63-179.
- Littler, D.S & M.M. Littler 2000. *Caribbean Reef Plants: An identification guide to the reef plants of Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics, Inc, Washington DC, USA.
- Lobo, M & N. Rodríguez de Ríos. 1985. Catálogo de las algas marinas del Parque Nacional Morrocoy. Edo. Falcón. *Ernstia* 34: 8-36.
- Margalef, R. 1962. El clímax de *Thalassia*. Comunidades Naturales. Instituto de Biología Marina, Universidad de Puerto Rico. Publ. Especial 31: 400-406.
- McClanahan, T.R. & N.A. Mutinga. 1998. An ecological shift in a remote coral atoll of Belice over 25 years. *Environm. Conservation* 25: 122-130.
- Peinador, M. 1999. Las cianobacterias como indicadores de contaminación orgánica. *Revista Biol. Trop.* 47(3): 381-391.
- Rutzler, K., D.L. Santony & A. Antonis. 1983. The black band disease of Atlantic Ref. Corals. III. Distribution, ecology and development. *Mar. Ecol.* 4: 329-358.
- Solana, P. 2003. Estudio hidrodinámico, geomorfológico y de transporte de contaminantes en la zona comprendida entre Golfo Triste y la descarga del río Tocuyo, incluyendo el Parque Nacional Morrocoy. Informe final al FONACIT.
- Solé, M., E. Foldats, B. Vera & S. Gómez 1999. Nuevos registros para el Caribe venezolano y el Atlántico del género *Dictyota* (Dictyotales, Phaeophyceae). *Mem. Fund. La Salle Ci. Nat.* 151: 133-148.
- Steyermark, J. 1994. Aspectos generales del Parque Nacional Morrocoy. In: Manara, B. (ed.). *Flora del Parque Nacional Morrocoy*, pp. 14-62. Agencia Española de Cooperación Internacional (AECI) y Fundación Instituto Botánico de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Taylor, W.R. 1960. Marine algae of the Eastern Tropical and Subtropical coast of the Americas. University of Michigan Press, Ann Arbor, MI, USA.
- Useche, J.D. 1999. Informe de los acontecimientos en el estado Vargas. Provincial de Reaseguros, C.A. Caracas, Venezuela.

- Vera, B. 1992. Seagrasses of the Venezuelan coast: Distribution and community components. In: Seeliger, U. (ed.). *Coastal plant communities of Latin America, cap. 9*, pp. 135-140. Academic Press Inc. New York, USA.
- Vera, B. 2004. Estudio ficoflorístico de la comunidad de macroalgas marinas del Parque Nacional Morrocoy, estado Falcón, Venezuela. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Vera, B. 2008. Contribution of seagrass ecosystem to the Venezuelan coastline vegetation. In: García Sucre, M., H. Lieth & B. Herzog (eds.). *Mangroves and Halophytes: Restoration and utilization proceedings of the Venezuelan/European seminars*, pp. 123-135. Osnabrueck Germany. Springer-Verlag. Alemania.
- Web Ficoflora Venezuela. 2024. Catálogo digital de la Ficoflora de Venezuela. Publicación electrónica. Universidad Central de Venezuela, Caracas
Gómez, S., Y. Carballo Barrera, M. García & N. Gil Luna (eds.).
<<http://www.ficofloravenezuela.info.ve/public/index>>
- Wynne, M.J. 2022. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western Atlantic: fifth revision. *Nova Hedwigia* 153:1-180.