

# Macroalgas marinas de Cuba

♦ ANA M. SUÁREZ ♦

♦ BEATRIZ MARTÍNEZ-DARANAS ♦ YUSIMÍ ALFONSO ♦



EDITORIAL

C 589.4

Sua

M Suárez, Ana M., 1945

Macroalgas marinas de Cuba / Ana M. Suárez; Beatriz  
Martínez-Daranas; Yusimí Alfonso; pról. Michael J. Wynne.- La  
Habana: Editorial UH, 2015.  
264 p: il ; 27 cm

1. ALGAS

2. BIOLOGÍA MARINA

I. - Martínez-Daranas, Beatriz, 1956 coaut.

II. - Alfonso, Yusimí, 1982 coaut.

III. - Wynne, Michael J, 1940 pról.

IV - t.

ISBN: 978-959-7211-44-0

**EDICIÓN** Eloy Costa Arias  
**DISEÑO DE PERFIL DE LA COLECCIÓN** Claudio Sotolongo / Alexis Manuel Rodríguez Diezcabezas de Armada  
**DISEÑO** Norberto Molina Martínez  
**FOTOGRAFÍAS** Ángel Fernández  
Yusimí Alfonso  
Ángel Moreira  
Mayrene Guimaraes  
Yureidy Cabrera  
Aloyma Semidey  
Abdiel Jover  
José Espinosa  
Rubén Cabrera  
**CORRECCIÓN** Arelys Enríquez Lavandera  
**COMPOSICIÓN** Yasnel Hernández Quintana  
**CONTROL DE CALIDAD** Alicia Ojeda González

**SOBRE LA PRESENTE EDICIÓN** © Ana M. Suárez, 2015  
© Beatriz Martínez-Daranas, 2015  
© Yusimí Alfonso, 2015  
© Editorial UH, 2015

**ISBN** 978-959-7211-44-0

**EDITORIAL UH** Dirección de Publicaciones Académicas, Universidad de La Habana  
Edificio Dihigo, Zapata y G, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba. CP 10400.  
Correo electrónico: editorialuh@fayl.uh.cu

# Macroalgas marinas de Cuba

---

ANA M. SUÁREZ



BEATRIZ MARTÍNEZ-DARANAS



YUSIMÍ ALFONSO



EDITORIAL  
...

## Índice

---

Macroalgas marinas de Cuba	9
Agradecimientos	13
Introducción	15
Breve historia de los estudios sobre macroalgas marinas cubanas	19
Las macroalgas marinas en la plataforma cubana	25
Fitogeografía de las macroalgas marinas de Cuba y regiones adyacentes	31
Catálogo de macroalgas marinas de Cuba	
Phylum Rhodophyta	37
Phylum Heterokontophyta	111
Phylum Chlorophyta	141
Tabla de distribución de taxones infragenéricos en Cuba, Florida, golfo de México y Caribe occidental	203
Referencias	233
Índice taxonómico	253



## Preface

Cuba, the “Pearl of the Antilles”, has been the focus of studies on its benthic marine algal flora, starting with the impressive contributions made by Camille Montagne, the Paris-based expert who worked up the collections of cryptograms from Cuba. This included the algae (Montagne, 1842), in volume VIII of Ramón de la Sagra’s *Histoire Physique, Politique et Naturelle de l’Isle de Cuba*, and later some plates depicting algae. Many new species were described from Cuba by Montagne at this early time, such as *Bryopsis ramulosa*, *Caulerpa fastigiata*, *Haliseris* (now *Dictyopteri*) *plagiogramma*, *Polysiphonia havanensis*, *Rhodomela* (now *Bostrychia*) *calamistrata*, *Sargassum polyceratium*, and *Sphaerococcus* (now *Palisada*) *corallopsis*. He also described the widespread red algal genus *Bostrychia* in his treatment. But over the next several decades only occasional reports were made on Cuban macroalgae, and these were done by non-Cubans, such as Professor W. G. Farlow of Harvard University, who in 1871 published on collections made by Charles Wright in 1865-1866. Farlow was able to identify 46 species (19 green algae, 19 red algae, and 8 brown algae). This collection included those that came within the “easy reach” of the collector.

Marshall Avery Howe of the New York Botanical Garden made some collections of algae near Guantanamo Bay in 1909 and later published a list of algae that had been collected by Mr. John Henderson and Dr. Paul Bartsch (both associated with the Smithsonian Institution), when they were on

an expedition aboard the Cuban schooner *Tomás Barrera* (Howe, 1918b). The main purpose of that expedition was to make zoological collections, and thus the collecting of seaweeds was merely an incidental activity. A list of “Las algas de La Habana”, published in 1930 by Dr. Mario Sánchez Alfonso, seems to have been the earliest paper on Cuban seaweeds by a native Cuban. That work was followed in 1945 by a longer account of Cuban algae by Isidoro Castellanos. The prolific American phycologist E. Yale Dawson made collections of algae in Cuba in May, 1949, and he published a short note in 1953 on *Gracilaria* and *Gracilariopsis*. But Taylor (1954) made use of Dawson’s Cuban collections as well as the Cuban collections made by Roy N. Jervis, Ellsworth P. Killip, and Frederick K. Sparrow. Harold Humm and Curtis Jackson (1955) reported on a collection of 46 species of marine algae made in the vicinity of Guantanamo Bay, of which 20 were first records for Cuba. According to those authors their collections brought the total number of benthic marine algal species to about 195. In 1972, Hermann Kusel of Vienna, Austria, reported on collections of Cuban algae, including illustrations, made by the zoologist Dr. D. H. H. Kühlmann of the University of Berlin.

The next phase on Cuban algae was done primarily by “home-grown” workers. Starting in 1959, publications by Manuel Díaz-Piferrer demonstrated his broad interests in systematics,

ecology, and nutritional value of Cuban seaweeds. He had a “good eye” for detecting new records. The important job of cataloguing the benthic marine algae of Cuba was begun in a serious way by Ana María Suárez, who carried out meticulous and updated checklists (1973, 2005) and also published on the ecology and phytogeography (1984, 1989a, b). Dra. Suárez singlehandedly initiated these pioneering studies, but she was soon joined by a large contingent of other Cuban workers, who also recognized the rich diversity of algae in the coastal waters of the Cuban platform. It is very heartening to see such a large number of contemporary Cuban phycologists so actively involved and collaborating among themselves in advancing our understanding of the Cuban marine algal flora, both for academic reasons and also for commercial uses.

In the last decade, Cuban phycologists have published papers on such important genera as *Sargassum* (by Rubén Cabrera, Lourdes Moreira and Suárez), *Udotea* (by Cabrera, Suárez, with Ligia Collado-Vides in Florida), *Penicillus* (by Yusimí Alfonso and Cabrera), and *Avrainvillea* (by Cabrera, Martínez-Daranas and Suárez), and also many papers on new records being made for Cuba (by José Areces, Cabrera, Lídice Clero, Mayrene Guimaraes, Martínez-Daranas, Ángel Moreira, and Suárez). Regular monitoring of the same stations is often productive in revealing new records, as the discovery of six species newly reported for Cuba by Ángel Moreira and colleagues. Dra. Esther H. Sosa

contributed to the matter with several papers on the green algae of Cuba, with a special interest in the Dasycladales. She also published on the possible industrial uses of Cuban agarophytes. The potential for agar production from Cuban algae has also been reported on by Arsenio Areces, M. Cano Mallo, R. Morales, and others. Much effort has been made by many Cuban workers to determine the biomass of the seaweeds in various sites around Cuba, and in measuring the variation of this biomass over time and space.

The present contribution, co-authored by Ana María Suárez, Beatriz Martínez-Daranas, and Yusimí Alfonso, is an impressive synthesis of old and recent literature. These three workers have carried out exhaustive research on the records and the specimens, often tracking down collections to verify the status of uncertain records and to re-interpret their status in light of present taxonomic definitions. The advent of molecular phylogenetic methods in recent years has brought about a flood of new information on “cryptic species” and the need to be cautious in the application of names often based on European types. This volume, which now brings the total to 530 species of Cuban marine macroalgae, is a model of scrupulous attention to detail and will be regarded as a useful and significant contribution.

MICHAEL J. WYNNE  
University of Michigan Herbarium



# Macroalgas marinas de Cuba

*A nuestras familias*  
*A los psicólogos cubanos de antes y ahora*

## Agradecimientos

Una lista de agradecimientos podría llevarnos varias páginas, no solo por el presente estudio, sino porque también debiéramos agradecer y recordar a quienes durante tantos años han apoyado los proyectos relacionados con las macroalgas marinas cubanas. Sean, esta vez, nuestros agradecimientos para:

Michael Wynne, de la Universidad de Michigan, por acceder a cada petición de ayuda durante todos estos años, así como por su exhaustiva revisión del manuscrito.

A Barret Brooks, Cindy Fernández, Frederick Leliaert, Heroen Verbruggen, Ignacio Bárbara, Ileana Ortégón Aznar, Jhoana Díaz-Larrea, John West, Jordi Rull Lluch, Juan M. López-Bautista, Luz Elena Mateo Cid, María C. Gil Rodríguez, María Eliana Ramírez, Mutue Toyota Fujii, Oliver De Clerck, Paulo Antunes Horta, Patricia González Díaz, Thomas Sauvage y Willem Prud'homme van Reine, quienes han contestado nuestras preguntas, y nos han apoyado con artículos indispensables; además, por haber revisado total o parcialmente el manuscrito. A Genevieve Lewis-Gentry y Bruno Denetière, por suministrarnos datos de especímenes cubanos del herbario de Farlow, de la Universidad de Harvard, y del herbario de Montagne, del Museo Nacional de Historia Natural de París.

A aquellos que nos atendieron y apoyaron en nuestras visitas a las colecciones de macroalgas depositadas en herbarios cubanos: Abdiel Jover, de la Universidad de Oriente, quien nos ayudó a acceder a las colecciones de la Ficoteca Antillana,

el Instituto Pedagógico y BIOECO; Luis Manuel Reyes, del Centro de Investigaciones del Medio Ambiente de Camagüey; Isidro Méndez, de la Universidad Pedagógica de Camagüey; Mayrene Guimaraes y demás colegas del Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros de Ciego de Ávila; Antonio López, del Museo Nacional de Historia Natural; Isora Baró, y todo el colectivo del herbario del Instituto de Ecología y Sistemática; Carlos Sánchez, Duniel Barrios, Eldis Bécquer y Reinier Morejón, por su apoyo durante la visita al Jardín Botánico Nacional.

A Fernando Bretos, Mark Spalding y The Ocean Foundation, por el apoyo con las figuras.

A los ficólogos cubanos que han apoyado, revisado y animado el presente volumen, *Macroalgas marinas de Cuba*: Abdiel Jover, Ángel Moreira, Arsenio Areces, Carmen Zayas, María Elena Castellanos, Mayrene Guimaraes, Mercedes Cano, Olga Valdés, Rubén Cabrera y Sylvia Leal Lorenzo.

Agradecemos por las fotos y los esquemas a Abdiel Jover, Ángel Fernández, Ángel Moreira, José Espinosa, Mayrene Guimaraes, Lourdes Moreira y Rubén Cabrera; especialmente al segundo, por sus sugerencias para el diseño de la cubierta y el trabajo realizado con las figuras.

A Maickel Armenteros, por su ayuda en los cálculos con la utilización del Primer.

A María Eugenia Alonso y Odalys Abín, por todo su apoyo.

A la Dirección del Centro de Investigaciones Marinas y su Consejo Científico, por el apoyo y las recomendaciones. A las bibliotecarias del Centro de Investigaciones Marinas: Yuriem, Camila y Hanaina, por su apoyo en la búsqueda de información, nacional e internacional.

A la Dirección del Acuario Nacional de Cuba, por su colaboración para las visitas a los herbarios de otras provincias.

A la organización IDEAWILD, por su apoyo tanto a las autoras del presente estudio como a

nuestros colaboradores, con equipos de cómputo y fotografía.

A la Universidad de La Habana y a la Comisión que nos concedió el financiamiento como Proyecto Alma Mater. Consecuentemente, a la Editorial UH, a su director José Antonio Baujin Pérez, al editor Eloy Costa Arias, al diseñador Norberto Molina Martínez, y al componedor Yasnel Hernández Quintana, por todo el trabajo realizado, los sabios consejos y por haber llevado a feliz término nuestro sueño.



## Introducción

---

El archipiélago cubano, por su gran variedad de ecosistemas y su posición geográfica privilegiada, entre el golfo de México, el mar Caribe y el océano Atlántico, posee una alta diversidad de organismos marinos, entre los cuales se destacan las algas. Las macroalgas marinas son aquellas de talla macroscópica, que viven asociadas al fondo del mar (bentos), y presentan formas muy diversas. Poseen una gran importancia ecológica y brindan numerosos bienes al hombre.

Este libro trata sobre las macroalgas marinas cubanas, bentónicas y de talla macroscópica. Se presenta en seis capítulos fundamentales: «Introducción», donde se explica cómo se elaboró; «Breve historia de los estudios sobre macroalgas marinas cubanas», donde se brinda un panorama general de las principales líneas que han seguido las investigaciones sobre el tema, a través de la historia; «Las macroalgas marinas en la plataforma cubana», donde se ofrecen las consideraciones generales sobre el número de taxones, la distribución por zonas y los diferentes hábitats, así como las recomendaciones sobre futuras investigaciones; «Fitogeografía de las macroalgas de Cuba y regiones adyacentes», en que se realiza una comparación entre las distintas zonas estudiadas; «Catálogo de macroalgas marinas de Cuba», donde se ordenan taxonómicamente las especies registradas para Cuba, y se incluyen imágenes y esquemas para algunos taxones; y, por último, «Tabla de distribución de taxones infragenéricos en Cuba, Florida, golfo de México y Caribe occidental».

Para catalogar las macroalgas marinas registradas para Cuba, se consultó la bibliografía disponible, que abarca artículos; tesis de licenciatura, maestría, doctorado; e informes científico-técnicos de especialistas reconocidos. Además, se revisaron las colecciones depositadas en los herbarios del Centro de Investigaciones Marinas (CIM);<sup>1</sup> del Centro de Investigaciones de Ecosistemas Costeros (CIEC); del Acuario Nacional de Cuba (HANC), que incorporó la colección cerrada proveniente del Instituto de Oceanología (IDO); del Museo Nacional de Historia Natural (MNHN); así como del Herbario Lic. Onaney Muñoz (HAC), del Instituto de Ecología y Sistemática; del Herbario Dr. Johannes Bisse (HAJB), del Jardín Botánico Nacional; y del Jardín Botánico de Las Tunas (HMC).

En Camagüey se revisaron las colecciones del Herbario del Instituto Superior Pedagógico José Martí (HIPC), y del Herbario del Centro de Investigaciones del Medio Ambiente (HACC); en Santiago de Cuba, parte del Herbario de Manuel Díaz-Piferrer (HMDP), depositado en la Universidad de Oriente; el Herbario del Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad de Santiago de Cuba (BSC); y la colección de la Ficoteca Cubana Antillana, de la Universidad de Oriente (FCA-UO). También se pudo acceder a la colección personal de Lourdes Moreira (LM).

<sup>1</sup> Las siglas para la identificación de los herbarios obedecen a las aprobadas por el *Index Herbariorum*, donde están registrados todos los herbarios del mundo.

Se revisaron ejemplares procedentes de Cuba y depositados en el herbario del Museo Nacional de Historia Natural del Smithsonian Institution (US); en el herbario-ficoteca del Museo Oceanológico Hermano Benigno Román (MOBR), de la Estación de Investigaciones Marinas de Margarita, Fundación La Salle, de Venezuela; y en el herbario de la Universidad de Michigan (MICH), en Estados Unidos. También se incluyeron taxones e información de la base de datos, así como fotografías, de especímenes cubanos del Herbario de Farlow (FH), de la Universidad de Harvard, cortesía de G. Lewis-Gentry; del herbario de Montagne, del Museo Nacional de Historia Natural de París (PC), cortesía de Bruno Denetière; del herbario del Instituto de Botánica de São Paulo (SP), cortesía de Mutue T. Fujii; y de la base de datos en línea del New York Botanical Garden (NY).

Los taxones encontrados fueron ordenados en una lista taxonómica según la bibliografía más actualizada, la cual se menciona en cada caso, así como de acuerdo con la lista de especies para el Atlántico Occidental Tropical y Subtropical propuesta por Wynne (2011), y la base de datos *Algaebase*, de Guiry y Guiry (2013). Para cada taxón infragenérico se presentan los autores; la referencia bibliográfica que lo registra para Cuba y las colecciones donde se encuentra depositado; los ejemplares que fueron revisados en las colecciones de herbarios; su distribución geográfica en Cuba

y su abundancia relativa (*abundante*: con mayor densidad o biomasa en cualquier número de zonas; *común*: aparecen en la mayoría de las zonas y de los muestreos, y puede llegar a ser abundante y hasta dominante; *no común*: puede aparecer en varias zonas pero pocas veces, aunque en alguna de ellas sea abundante; *rara*: cuando aparece en una o dos zonas y de una a tres veces solamente).

Del mismo modo, se brinda información sobre la localidad tipo y el hábitat, que incluye fundamentalmente sustrato o biotopo (arrecifes; pastizales; manglares; estuarios; sustratos rocoso, arenoso, arenoso-fangoso, fangoso, epifita y epizoi-ca); y la profundidad: *mesolitoral*; *aguas someras*, hasta 15 m de profundidad; *aguas medianamente profundas*, de 16 a 30 m de profundidad; y *profundas*, para más de 30 m de profundidad. Además, se incluyeron notas aclaratorias en los casos en que resulta pertinente. Por otra parte, las referencias a las colecciones incluyen el número del catálogo y el acrónimo de la colección.

La distribución y el hábitat fueron tomados de la literatura consultada y de los ejemplares en colecciones que poseen datos, y que no aparecen necesariamente en la literatura publicada. La distribución de cada taxón se resumió para nueve zonas de la plataforma cubana con diferentes características ecológicas (fig. 1), de acuerdo con los resultados obtenidos en el Taller de Ecorregionalización (Areces, 2003):



**Figura 1.** Zonas en que se subdividió la plataforma insular cubana. Fuente: elaboración propia, a partir de Areces (2003).

- **Suroriental:** se extiende desde Punta Quemado, en Maisí, hasta Cabo Cruz. Este litoral se caracteriza por ser alto y escarpado, con predominio de sustrato rocoso y una plataforma muy estrecha. No comprende cayos ni zonas bajas, y las playas son de cantos rodados.
- **Surcentral:** comprende los golfos de Guacanayabo y Ana María, y el archipiélago de Jardines de la Reina. Se extiende de Cabo Cruz a Punta María Aguilar. En los golfos predominan los manglares, las lagunas costeras, los fondos fangosos y arenoso-fangosos. En estos últimos se encuentran los parches de corales conocidos comúnmente como «cabezos». Al sur, bordeando los golfos, se encuentra el archipiélago, con un gran desarrollo de los arrecifes coralinos.
- **Sur del Macizo Guamuhaya:** esta zona se extiende desde Punta María Aguilar hasta Punta Perdiz, en Bahía de Cochinos. Es una de las zonas más pequeñas en cuanto a su área y presenta una plataforma estrecha, con características estuarinas en la Bahía de Cienfuegos, a su vez caracterizada por los sustratos fangoso y arenoso-fangoso, aunque también incluye manglares. En la región del litoral, fuera de la bahía, existe un gran desarrollo de arrecifes coralinos.
- **Batabanó-Canarreos:** comprende el Golfo de Batabanó y el Archipiélago de Los Canarreos. La zona va desde Punta Perdiz hasta Punta del Coco, en la Ensenada de Cortés. Esta es un área donde predominan los seibadales, con algunas áreas rocosas hacia el suroeste. El borde exterior de la plataforma se encuentra orlado por arrecifes coralinos, donde las macroalgas compiten con los corales.
- **Sur de Guanahacabibes:** se extiende de Punta del Coco a Punta Morros de Piedra, en la Península de Guanahacabibes. Se trata de una costa abrasiva cárstica, con algunas playas arenosas y una plataforma estrecha en toda su extensión, de 200 a 300 m de ancho. En esta zona predominan los sustratos rocosos, arrecifes coralinos y fondos arenosos.
- **Los Colorados:** abarca el archipiélago del mismo nombre, y va desde Punta Morros de Piedra hasta Punta Morrillo, Bahía Honda. El archipiélago está formado por cayos y bancos con buen desarrollo de arrecifes coralinos. Los sustratos interiores son fangosos y arenoso-fangosos, con gran desarrollo de pastos marinos y manglares costeros, con algunas playas.
- **Habana-Matanzas:** va de Punta Morrillo a Punta de Morlas, en la Península de Hicacos. Es una zona sin cayerías y de plataforma estrecha, con tramos de veril acantilado, bahías importantes con desarrollo de manglares, arrecifes costeros con dominio de plataformas rocosas, mesolitoral rocoso, y playas arenosas con presencia de pastos marinos en algunas lagunas arrecifales.
- **Sabana-Camagüey:** comprende el Archipiélago Sabana-Camagüey y se extiende desde Punta de Morlas hasta Punta Prácticos, en la Bahía de Nuevitás. Es una zona extensa con plataforma ancha, con cayos e islotes; entre estos y la costa de la isla principal se encuentran extensos cuerpos de agua con fondos blandos y pastos marinos. Al norte de los cayos, la zona está bordeada por arrecifes coralinos con lagunas arrecifales. También hay presencia de praderas marinas.
- **Nororiental:** se extiende desde Punta Prácticos hasta Punta Quemados, en Maisí. Al igual que en la zona Suroriental, la plataforma es estrecha, pero presenta varias bahías importantes y todos los tipos de sustratos y biotopos, entre ellos arrecifes coralinos y mesolitorales rocosos.

Para la comparación de la ficoflora de macroalgas marinas de Cuba con las del Golfo de México y el Caribe Occidental, se dividió la región en seis zonas: la Península de la Florida (F), la costa norte del Golfo de México (NG), la costa mexicana del Golfo de México (MG), la costa caribeña de México (MC), la costa caribeña de Colombia (CO), y la costa caribeña de Centroamérica (CA). Esta última comprende a Belice, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Nicaragua y Panamá.

Solo quedaría declarar que el presente empeño implicó una revisión de las listas y registros de las

especies, y una actualización de los nombres de estas, según son aceptados en la actualidad por la base de datos *Algaebase* (Guiry y Guiry, 2013) y el resto de la literatura actualizada. Los registros fueron tabulados en una hoja de cálculo en Microsoft Office Excel<sup>®</sup> 2010. Para el reconocimiento de las semejanzas entre las distintas zonas, se realizó una matriz de similitud a partir del Índice de Sorensen (presencia/

ausencia), y un análisis posterior de agrupamiento (Cluster), con la prueba de significación Simprof (Clarke y Warwick, 2001). Para estos cálculos se empleó el programa Primer<sup>®</sup> v. 6.1.6 (Primer-E, Ltd.). También se llevó a cabo un análisis del tipo de flora, de acuerdo con la relación entre los números de especies de cada grupo por zonas, según el Índice de Cheney (Callejas *et al.*, 2005).



## Breve historia de los estudios sobre macroalgas marinas cubanas

---

La primera mención a las macroalgas cubanas de que se tiene noticia proviene de Lamouroux *et al.* (1824), de su *Encyclopédie méthodique. Histoire naturelle des zoophytes ou animaux rayonnés*, donde se considera como un animal a *Acetabularia crenulata* J. V. Lamouroux, y lo registran para Cuba junto con varias especies de celenterados. Por otra parte, la primera publicación sobre macroalgas marinas cubanas apareció en 1842, cuando C. Montagne describió e identificó los ejemplares recolectados por Ramón de la Sagra durante doce años, y quedaría incluida en *Histoire Physique, Politique et Naturelle de l'Isle de Cuba* (Montagne, 1842). Años más tarde, W. G. Farlow clasificó los ejemplares de Chloroespermae (Chlorophyta), recolectados por Charles Wright durante los años 1865 y 1866 (Farlow, 1871). En su *Catalogue of Marine Algae of the West Indian Region*, Murray (1889) publicó los datos tomados de los dos anteriores, y aunque no hace nuevas recolectas, puede considerarse la primera revisión que reúne todo lo realizado en el siglo XIX sobre macroalgas cubanas.

A inicios del siglo XX, Howe (1909b) recolectó y clasificó algas de la bahía de Guantánamo, y más tarde, de la Isla de Pinos (Howe, 1917), además de las recolectadas durante la expedición del *Tomás Barrera* por la costa occidental de Cuba (Howe, 1918b). Años después, Sánchez Alfonso (1930) publicó una lista de 61 especies, recolectadas en las playas del norte de La Habana, que habían sido clasificadas por Howe. En sus evaluaciones sobre

*Sargassum fluitans* y *S. natans* en el Mar Caribe, Parr (1939) toma datos de la expedición del *Atlantis* alrededor de Cuba.

En las décadas de 1940 y 1950, Castellanos (1945) publicó sus «Apuntes sobre algas marinas», donde incluyó una lista de especies con sus características anatómicas y morfológicas, hábitats, métodos de recolecta y conservación, así como ilustraciones. Taylor (1941, 1942), en sus trabajos sobre algas del Caribe, señaló algunas especies cubanas, y más tarde (1954), realizó 52 adiciones que corresponden al material recolectado por E. Y. Dawson en el sur de las provincias orientales y el norte de Camagüey.

Con un estudio de Humm y Jackson (1955) sobre las algas de la bahía de Guantánamo, concluye una etapa de la taxonomía como objetivo único, y comienza, a la par, el interés por la ficología aplicada, con los trabajos de Soloni (1954) sobre ficocoloides de las algas cubanas, y de Díaz Piferrer y colaboradores, quienes realizan una serie de publicaciones en las que, además de consignar nuevas especies, hacen énfasis sobre las macroalgas industrializables, y aportan datos concretos de su distribución (Díaz Piferrer, 1957; 1961a, b; Díaz Piferrer y López, 1959; Díaz Piferrer *et al.*, 1961).

Durante algún tiempo, a comienzos de la década de 1960, no hubo nuevas publicaciones sobre el tema, aunque en las colecciones del Instituto de Oceanología (IDO) se conservaron especímenes recolectados y clasificados por Ester Sosa, Dalia Salabarría y E. Baardseth, quien en 1968 trabajó en Cuba, en las

algas productoras de agar, y además recolectó nuevas especies. Algunos de estos datos solo se encuentran en informes oficiales (Baardseth, 1968). Los reportes de estas colecciones aparecieron por primera vez en el antecedente inmediato del presente estudio (Suárez, 1973).

Como se ha visto, a partir de la década de 1950 ya existen especialistas cubanos dedicados de forma continua al estudio de las macroalgas en Cuba. Se trata de autores con una extensa bibliografía, como A. Areces, R. Cabrera, M. Guimaraes, A. Jover, A. Moreira, L. Moreira, E. Sosa, A. Vega, C. Zayas y D. Zúñiga, entre otros. En cuanto a especialistas extranjeros para este momento, debe hacerse nueva mención de Taylor (1960), cuya obra incluye todas las especies consignadas para Cuba. De igual manera, Kusel (1972) y Vinogradova (1975) contribuyeron con sus adiciones, y en aspectos generales Radocz (1979), además de otras colaboraciones con especialistas cubanos (Vinogradova y Sosa, 1977; Areces *et al.*, 2003; Wynne *et al.*, 2008; Cassano *et al.*, 2009; Collado-Vides *et al.*, 2009; Senties *et al.*, 2010). Entre las publicaciones sobre la flora del Caribe en que se hace referencia a ejemplares cubanos se encuentran los estudios de Littler y Littler (1990, 1991, 1992) y de Schneider y Lane (2005).

Con los primeros artículos publicados por Díaz Piferrer, comienzan a aparecer datos acerca de las condiciones ambientales en que se desarrollan las macroalgas marinas cubanas (Díaz Piferrer y López, 1959; Díaz Piferrer *et al.*, 1961; Díaz Piferrer, 1964). Posteriormente, en la década de 1970, se inician investigaciones sobre la ecología del macrofitobentos en diferentes biotopos marinos, a partir del empleo de diversos índices ecológicos, como los de diversidad, estructura de las asociaciones, grupos morfofuncionales, productividad y otros; así como de las relaciones con los factores ambientales y la discusión sobre diversos métodos para la cuantificación de las comunidades (Buesa, 1974a, b, c, 1977; González-Sansón y Berdayes, 1981; Ortiz y Suárez, 1983; Suárez y Cortés, 1983; Suárez, 1984, 1989b; Jiménez y Alcolado, 1989; Suárez *et al.*, 1989a; Suárez *et al.*, 1989b; Jiménez, 1990; Jiménez y Alcolado, 1990; Brito y Suárez, 1994; Martínez-Daranas *et al.*, 1996; Suárez *et al.*, 1996; Trelles *et al.*, 1997; Perdomo, 1998; Aguilar *et al.*, 2000; Perdomo

*et al.*, 2005; Guimaraes y González de Zayas, 2011; Ávila *et al.*, 2013).

La costa noroccidental, fundamentalmente al norte de La Habana y Matanzas, es la zona donde se han realizado más estudios, desde los puntos de vista florístico y de gradientes de distribución de macroalgas (Sánchez, 1930; Castellanos, 1945; Suárez y Cortés, 1983; Suárez *et al.*, 1989a; Suárez *et al.*, 1989b; Areces *et al.*, 1992; Martínez-Daranas y Caballero, 1997; Rubio *et al.*, 1997; Trelles *et al.*, 1997; Aguilar *et al.*, 2000; Guardia *et al.*, 2001; Trelles *et al.*, 2001; Díaz Larrea, 2002; Valdivia, 2004; Valdivia y Guardia, 2004; Guardia *et al.*, 2005, 2006; Alfonso y Martínez-Daranas, 2009; González Sánchez, 2011), y de la fauna asociada a las algas (Hernández Marrero, 1984; Areces *et al.*, 1992; Travieso, 1992).

Desde los puntos de vista florístico y ecológico, una de las zonas más estudiadas de la plataforma cubana es la suroccidental. Esta incluye la macrolaguna formada por el Golfo de Batabanó, bordeada por el Archipiélago de los Canarreos (Kusel, 1972; Jiménez y Alcolado, 1989; Jiménez, 1990; Jiménez y Alcolado, 1990; Prado y Suárez, 1997), así como la zona semicerrada de la cayería de Bocas de Alonso (Rosa y Suárez, 1989; Suárez y Pérez, 1989; Suárez y Rosa, 1990; Brito y Suárez, 1994). En esta misma locación se realizaron estudios acerca de la fauna asociada a las algas (Lalana *et al.*, 1989; Serpa-Madrigal y Areces, 1995; Cruz *et al.*, 2007) y a las raíces de *Rhizophora mangle* Linnaeus (Suárez y Pérez, 1989). También existen estudios sobre las macroalgas al sur de la Península de Guanahacabibes (Guardia *et al.*, 2004; Valdivia *et al.*, 2004; Esquivel *et al.*, 2010).

Durante el decenio de 1990 se le da un fuerte impulso a las investigaciones ficológicas en la costa norte central, a partir de un proyecto financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), conjuntamente con el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF, según sus siglas en inglés) en la cayería Sabana-Camagüey, el cual continúa en la actualidad (Gómez *et al.*, 1994; Martínez-Daranas *et al.*, 1996; Zúñiga y Socarrás, 1997; Cabrera, 2002; Martínez-Daranas *et al.*, 2003; Cabrera *et al.*, 2004b; Perdomo y Suárez, 2004; Cabrera *et al.*, 2005b; Martín *et al.*, 2005; Martínez-Daranas *et al.*, 2005; Perdomo *et al.*, 2005; Quirós y

Perdomo, 2005; Siret, 2005; Cabrera *et al.*, 2006a; Martínez-Daranas *et al.*, 2007, 2008). En cuanto a la región central de la costa sur, la mayor parte de la información se refiere a los arrecifes coralinos (Guardia, 2005) y la Bahía de Cienfuegos (Moreira *et al.*, 2003a; Moreira *et al.*, 2003b; Moreira *et al.* 2006; Moreira *et al.* 2009; Moreira y Fujii, 2010; Moreira *et al.*, 2010). También existen algunos estudios acerca de la zona que abarca el archipiélago de Jardines de la Reina y los golfos de Ana María y Guacanayabo (Pina *et al.*, 2008; Guimaraes *et al.*, 2009b; Clero y Cabrera, 2011-2012).

La zona menos estudiada es la correspondiente a la plataforma nororiental, en que las investigaciones florísticas han quedado circunscritas a las costas de Puerto Padre y Gibara; de esta zona solo existen pocos estudios y datos de herbarios (Díaz Piferrer *et al.*, 1961; Díaz Piferrer, 1964). Recientemente, especialistas de Holguín han realizado investigaciones en Guardalavaca y algunas zonas aledañas (Zayas *et al.*, 2002, 2006a, b; Vega *et al.*, 2009a; Vega *et al.*, 2009b; Díez y Jover, 2011). También escasean los estudios sobre la costa sur de las provincias orientales (Cruz, 1982; Jover *et al.*, 2005a, b; Jover y Lake, 2008; Jover *et al.*, 2009; Jover *et al.*, 2012). Las investigaciones en lagunas costeras, desde los puntos de vista de la composición y estructura de las comunidades de macroalgas (Kautzman *et al.*, 1974), y de la fauna asociada a estas (Lalana, 1984), han sido pocas.

Sin embargo, la calidad ambiental y el cambio climático han adquirido una gran relevancia en el último decenio; de ahí que se hayan realizado investigaciones sobre el uso de las macroalgas como bioindicadores de estos fenómenos globales (Areces, 1997; A. Moreira *et al.*, 2006; Areces *et al.*, 2012), y de la salud de los ecosistemas costeros en los fondos blandos (Perdomo, 1998; Perdomo *et al.*, 2005), y en arrecifes coralinos (Guardia *et al.*, 2006), fundamentalmente a partir del análisis de los grupos morfofuncionales (en abundancia relativa o biomasa). En estudios anteriores, los especialistas ya habían empleado las macroalgas como bioindicadores de contaminación por metales pesados (Hernández Rivera *et al.*, 2005; Castellanos *et al.*, 2007), y explorado las posibilidades de utilizarlas en la biorremediación (Castellanos *et al.*, 2005a; Castellanos *et al.*, 2005b). A esta escena investigativa también acude

la paleobotánica, que, mediante el estudio de macroalgas fósiles, ha podido determinar cambios en los sedimentos a lo largo del tiempo (Radocz, 1979; Areces, 1986).

Los estudios fitogeográficos han sido el resultado del conocimiento sistemático y ecológico de nuestras macroalgas. Continuamente se sigue incorporando información al respecto. Primero se realizó un bosquejo general (Suárez, 1984, 1989a), y con posterioridad se pasó al estudio de grupos homogéneos, que pueden incluir desde géneros hasta órdenes (Scott-McFarlane, 1992; Suárez y Ravelo, 1996; González Martínez, 1999; Cabrera y Suárez, 2006). El resultado principal de estas investigaciones fue la división del Gran Caribe o Mediterráneo Americano, que incluye el Mar Caribe y el Golfo de México, en tres zonas: la Continental Norte, que va desde Carolina del Norte hasta Yucatán; la Continental Sur, desde Yucatán hasta Recife, Brasil; y el Archipiélago de las Antillas, que llega hasta las Bermudas (Suárez, 1984, 1989a).

Además, los esfuerzos en la ficología aplicada, iniciados por Soloni (1954) y Díaz Piferrer (1961a, b), continúan en los ochenta, luego de su disminución en la década anterior en que solo se elaboraron informes sobre lo ya conocido. A partir de ese momento se renueva el interés en los ficocoloides de algas cubanas y comienzan a aparecer nuevos informes (Sosa, 1981) que confirman la idea de que Cuba, como país tropical, no posee muchos bancos naturales de algas para la explotación industrial, y por tanto, para dichos fines, se debería comenzar el cultivo, sobre todo en el caso de las agarófitas (Areces, 1986; Cano *et al.*, 1994a; Morales y Álvarez, 1994; Cano y Valdés, 1997). Existía un interés compartido por especialistas cubanos y extranjeros (Baardseth, 1968). Asimismo, las primeras actividades relacionadas con el cultivo de agarófitas y carragenófitas comienzan a partir de la década del ochenta, luego de una valoración acerca de la imposibilidad de la explotación de sus mantos naturales y de los insumos dedicados a la importación de agar.

En lugar de los géneros *Gracilaria* Greville y *Gelidium* J. V. Lamouroux, usados tradicionalmente para la producción de agar, en los primeros ensayos de cultivo solo se consideraron con perspectivas de explotación las especies *Bryothamnion triquetrum*

Kützing y *B. seaforthii* (S. G. Gmelin) M. Howe, en especial la primera (Areces, 1996).

A pesar de no poseer un agar de calidad similar al de los géneros antes mencionados, en esta apreciación incidieron dos factores: la abundancia relativa de ambas especies en el ecosistema arrecifal, y las salinidades superiores a 38 unidades prácticas de salinidad (ups), existentes en muchas áreas interiores de la plataforma insular, ya que este factor limita a los representantes del género *Gracilaria*, sobre todo para su cultivo extensivo. Por esta razón, las primeras experiencias en el cultivo a diferentes escalas incorporaron las dos especies del género *Bryothamnion* Kützing.

Las investigaciones biológicas, autoecológicas y químicas se ejecutaron al unísono (Areces y Martínez, 1992; Areces y Soberats, 1992; Areces *et al.*, 1992; Valdés *et al.*, 1993; Cano *et al.*, 1994a; Carmenatis *et al.*, 1994; Lagomasino *et al.*, 1995a, b; Areces, 1996; Areces y Araujo, 1996). La especie *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty *ex* P. C. Silva fue introducida en la década del noventa para el ensayo de su cultivo por primera vez en América (Areces y Céspedes, 1992), con el propósito de obtener carragenina y otros productos metabólicos (Álvarez *et al.*, 1993; Areces *et al.*, 1994a; Areces *et al.*, 1994b; Valdés *et al.*, 1994; Areces, 1995; Serpa-Madrigal y Vilagurt, 1997; Serpa-Madrigal *et al.*, 1997; Serpa-Madrigal y Areces, 1998; Fonseca *et al.*, 2005; Pérez *et al.*, 2005a; Pérez *et al.*, 2005b; Rubio y Rodríguez, 2005; Rubio *et al.*, 2005b; Valdés *et al.*, 2005). También se ha estudiado a *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. V. Lamouroux como productora de carragenina (Castellanos *et al.*, 1994).

Por su parte, los estudios sobre las Gracilariales no se abandonaron, y se realizaron diferentes ensayos con el complejo *Gracilaria/Hydropuntia* y *Gracilariopsis* E. Y. Dawson (Cano *et al.*, 1994b; Morales y Álvarez, 1994; León *et al.*, 1997; Morales *et al.*, 1997; León *et al.*, 2002; Castellanos *et al.*, 2003a; Castellanos *et al.*, 2003b; León *et al.*, 2005; Rubio *et al.*, 2005a; Castellanos *et al.*, 2012). Además, se han iniciado ensayos de cultivo en laboratorio con *Ulva lactuca* Linnaeus con vistas a su utilización en la biorremediación (García Rodríguez *et al.*, 2012). Otras posibilidades de explotación industrial de las macroalgas cubanas continúan siendo analizadas

(Cordovés *et al.*, 2005; Corona y González, 2005; Corona *et al.*, 2005a; Corona *et al.*, 2005b).

En cuanto a los alginatos, las especies consideradas como productoras pertenecen a los géneros *Sargassum* C. Agardh y *Turbinaria* J. V. Lamouroux, y su explotación no se basa en el cultivo, sino en el aprovechamiento de las grandes masas que arriban a las playas, las cuales son abundantes durante el invierno en la costa norte, y durante el verano en la costa sur (Areces *et al.*, 1993; Gómez *et al.*, 1994, Zúñiga, 1996; Corona y González, 2005; Corona *et al.*, 2005a; Corona *et al.*, 2005b). En este sentido, se puede decir que se ha logrado un diseño experimental adecuado para la evaluación de las algas de arribazón (Areces *et al.*, 1993). Al mismo tiempo, resulta posible la extracción de alginatos de estas algas para su empleo en productos estomatológicos y cultivos de tejidos vegetales (Regalado *et al.*, 2005). Por su tremenda importancia uno de los géneros más estudiados es precisamente *Sargassum* (Moreira y Suárez, 2002a, b, c, d; Moreira y Cabrera, 2005a, b, 2007a, b; Moreira *et al.*, 2006).

Las primeras investigaciones sobre los usos alimenticios de las macroalgas iniciaron hace varios decenios, en experimentos con aves y ganado bovino (Díaz Piferrer y López, 1959). Aunque en aquel momento los resultados fueron favorables a escala experimental, a una mayor escala resulta difícil la obtención de las cantidades necesarias, por lo que las microalgas tienen protagonismo en este campo. Del mismo modo, Fraga *et al.* (1986) y Suárez *et al.* (1990) realizaron estudios sobre las macroalgas como alimento natural del gasterópodo *Lobatus gigas* (Linnaeus, 1758).

Por su parte, las investigaciones sobre Ulvales han tenido continuidad, ya que las especies de *Ulva* Linnaeus suelen ser abundantes estacionalmente en las costas rocosas del norte de La Habana, y al sur, en la bahía de Cienfuegos (Cano, 1996; Cano y Hernández, 1997; Cano *et al.*, 2005; León *et al.*, 2005; Cano *et al.*, 2007; Cano, 2008). Otras especies han sido analizadas como posibles fuentes de alimento (Zúñiga, 2012).

En Cuba, las investigaciones sobre los usos farmacológicos de las macroalgas conforman otra rama en los estudios sobre el tema. Los géneros *Gracilaria*, *Laurencia*, *Bryothamnion*, *Dichotomaria*, *Dictyota* y *Padina* han tenido éxito en los ensayos de sustancias

bioactivas, como en los casos de antitumorales, antiherpéticos, antiinflamatorios, analgésicos, anticolinesterasa, antioxidantes y neurofármacos (García Alonso *et al.*, 1992, 1994; Llanio *et al.*, 1998; Rivero *et al.*, 2003; Aneiros y Garateix, 2004; Cordovés *et al.*, 2005; Fernández *et al.*, 2005; Fonseca *et al.*, 2005; Frías *et al.*, 2005; Garateix *et al.*, 2005; Llanio *et al.*, 2005; Mendiola Martínez *et al.*, 2005; Valdés *et al.*, 2005; Vidal *et al.*, 2005; Carvalho *et al.*, 2007; Batista *et al.*, 2009; Frías *et al.*, 2011).

La importancia que supone la actualización del conocimiento sobre la biodiversidad de las macro-

algas cubanas ha sido la principal motivación para acometer el presente texto: *Macroalgas marinas de Cuba*, que tiene sus antecedentes inmediatos en los estudios de Suárez (1973, 2005). De esta forma, se tiene la intención de ofrecer a la comunidad ficológica una recopilación de la información fundamental sobre las macroalgas marinas consignadas para Cuba, así como una lista taxonómica; brindar información sobre su distribución y hábitat en el archipiélago cubano; facilitar su localización en colecciones de herbarios; y determinar las zonas de Cuba que requieren mayores esfuerzos en las investigaciones sobre el tema.



## Las macroalgas marinas en la plataforma cubana

---

En esta revisión se ha logrado localizar más del 95 % de la literatura científica sobre el tema, tanto de especialistas cubanos como extranjeros, ya se trate de publicaciones (artículos, monografías, libros) o de materiales inéditos (tesis, informes de archivos, ponencias de eventos). Los datos de las colecciones de algas en instituciones cubanas y extranjeras han sido de mucho valor, ya que suelen ser la base de numerosos estudios taxonómicos. Además, representan una parte fundamental en investigaciones de floras y sobre la ecología de poblaciones y comunidades. Estos estudios incluyen listas de ejemplares debidamente datados, lo que proporciona una información relevante para planes de manejo y conservación de especies de un área determinada; por otra parte, contribuyen al conocimiento de la distribución geográfica de ciertas especies de importancia económica y de la diversidad biológica de una región determinada.

Los estudios sobre macroalgas marinas cubanas han seguido, tradicionalmente, tres direcciones fundamentales, que en estos momentos se desarrollan de forma paralela: taxonomía, ecología y ficología aplicada. En la primera mitad del siglo XIX, comenzó el interés por la taxonomía, y no ha cesado hasta la actualidad. En tanto la ecología se ha subdividido en cuatro ramas fundamentales: ecología general, producción primaria, evaluación de impacto ambiental (como en el caso de los indicadores de salud de los ecosistemas costeros) y fitogeografía. La ficología aplicada, por su parte, se ha centrado en la obtención

de ficocoloides (agar, carragenina y alginatos), pigmentos, alimentos, fármacos (sustancias bioactivas en general) y abonos inorgánicos.

En cuanto a las perspectivas con estas disciplinas, continúan los estudios de sistemática y ecología, como base indispensable del conocimiento para la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, se hace necesario desarrollar las técnicas de biología molecular como apoyo a los estudios taxonómicos. El panorama de la investigación científica transita hacia una ficología aplicada más sólida: crecen las perspectivas del cultivo de agarófitas y su industrialización; se evalúa la utilización del *Sargassum* de arribazón como fuente de alginatos; y continúan las investigaciones farmacológicas y de sustancias bioactivas, relacionadas con macroalgas marinas cubanas.

En total, *Macroalgas marinas de Cuba* incluye 579 taxones infragenéricos, de los cuales 299 son macroalgas rojas (289 especies, 1 subespecie, 7 variedades y 2 formas), 75 pardas (71 especies y 4 variedades) y 205 verdes (170 especies, 1 subespecie, 16 variedades y 18 formas). Estos números demuestran que, desde su antecedente inmediato (Suárez, 2005), la lista taxonómica ha aumentado, en los últimos ocho años, de 483 especies a 530 (36 rojas, 3 pardas y 13 verdes). El número de taxones infragenéricos aumentó de 43 a 46. Los valores no son absolutos ya que hay especies, subespecies, variedades y formas que se han unido en sinonimia, además de que se han detectado especies identificadas erróneamente.

El 87 % de las especies están representadas en herbarios, tanto cubanos como extranjeros (Estados Unidos, Francia, Brasil). Muchas de ellas se encuentran en colecciones históricas poco asequibles como la de Camille Montage en París. En los herbarios cubanos se atesoran especímenes identificados por botánicos de reconocimiento nacional e internacional como W. G. Farlow, G. B. De Toni, I. Castellanos; los frailes jesuitas León, Alain, Marie Victorin y Fernando; J. Acuña, E. P. Killip, W. R. Taylor, E. H. Sosa, T. Gallardo, y más recientemente, por nuevos ficólogos cubanos.

El macrofitobentos marino cubano incluye seis especies de angiospermas: *Thalassia testudinum* Banks ex König 1805 (fig. 2), *Syringodium filiforme* Kützing in Hohenaker, 1860, *Halodule wrightii* Ascherson, 1868, *Halophila decipiens* Ostenfeld, 1902, *Halophila engelmanni* Ascherson in Neumayer, 1875 y *Ruppia maritima* Linnaeus, 1753. *T. testudinum* domina en todas las zonas de la plataforma de Cuba y forma los principales pastizales marinos, en especial en las lagunas arrecifales, donde a veces se encuentra asociada a *S. filiforme*. Cercana a los manglares costeros puede encontrarse *H. wrightii*, propia de fondos fangosos y de profundidades someras. A mayores profundidades se encuentran las especies de *Halophila*, que la mayoría de las veces pueden recolectarse a más de 30 m de profundidad, o en zonas someras poco transparentes. *R. maritima* es eurihalina, y aunque alcanza su mayor desarrollo en agua dulce, se ha recolectado en aguas estuarinas, marinas e incluso hiperhalinas.



Figura 2. Hojas de la angiosperma marina *Thalassia testudinum* con algas epifitas del orden Corallinales. Costa de La Habana-Matanzas. Foto: Ángel Fernández.

Esta es la primera vez que se realiza un análisis de la distribución por zonas en que se ha dividido la plataforma marina cubana, de acuerdo con los resultados obtenidos en el Taller de Ecorregionalización, organizado por el Instituto de Oceanología (Areces, 2003). En la tabla 1 se brinda el número de especies por cada zona, y, según se puede observar, las cifras más altas corresponden a las de Habana-Matanzas y Sabana-Camagüey. De la primera hay información desde el siglo XIX, ya que ha existido tradicionalmente una mayor concentración de ficólogos y centros de investigación en esa zona, y, además, predominan los sustratos rocosos, ideales para numerosas especies de macroalgas. En la segunda zona de representatividad mayoritaria, ha habido una gran intensidad de muestreo en las últimas dos décadas y se caracteriza por poseer todos los sustratos y biotopos.

Tabla 1. Número de taxones infragenéricos por zonas de la plataforma cubana y sus totales según las costas sur y norte. SO: Suroriental, SC: Surcentral, SMG: Sur del Macizo Guamuhaya, BC: Batabanó-Canarreos, SG: Sur de Guanahacabibes, C: Los Colorados, HM: Habana-Matanzas, SC: Sabana-Camagüey, NO: Nororiental, S: costa sur, N: costa norte.

ZONA	RHODOPHYTA	PHAEOPHYCEAE	CHLOROPHYTA	TOTAL
SO	86	38	59	183
SC	97	32	73	202
SMG	88	26	63	177
BC	107	30	98	235
SG	78	30	71	179
C	133	35	95	263
HM	239	68	159	466
SC	184	50	149	383
NO	103	42	76	221
S	212	56	154	422
N	277	73	188	538

Las especies de rodofíceas recolectadas en todas las zonas son: *Jania adhaerens* J. V. Lamouroux, *J. capillacea* Harvey, *Amphiroa fragilissima* (Linnaeus) J. V. Lamouroux, *Liagora ceranoides* J. V. Lamouroux, *Galaxaura rugosa* (J. Ellis & Solander) J. V. Lamouroux, *Acanthophora spicifera* (M. Vahl) Børgesen, *Digenea simplex* (Wulfen) C. Agardh, *Palisada perforata* (Bory) K. W. Nam, *Spyridia filamentosa* (Wulfen) Harvey, *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. V. Lamouroux e *Hypnea spinella* (C. Agardh) Kützing. Todas las especies anteriormente relacionadas son comunes y abun-

dantes. Con excepción de *A. spicifera*, que vive en fondos arenosos y arenoso-fangosos, de pastizales marinos y manglares, las demás se encuentran en arrecifes o sustratos rocosos. *A. fragilissima* y *P. perforata* pueden encontrarse en todos los rangos de profundidad, desde el mesolitoral hasta en aguas profundas. La especie de menor especificidad en su preferencia por el sustrato es *S. filamentosa*.

Por su parte, las especies de algas pardas recolectadas en todas las zonas son: *Canistrocarpus cervicornis* (Kützing) De Paula & De Clerck, *Dictyopteris delicatula* J. V. Lamouroux, *Dictyota barteyresiana* (J. V. Lamouroux), *D. ciliolata* Sonder ex Kützing, *D. pulchella* Hörnig & Schnetter, *Lobophora variegata* (J. V. Lamouroux) Womersley ex E. C. Oliveira, *Padina sanctae-crucis* Børgesen, *Styopodium zonale* (J. V. Lamouroux) Papenfuss y *Sargassum vulgare* C. Agardh. De las nueve especies mencionadas, ocho pertenecen al orden Dictyotales. Se considera comunes a *C. cervicornis*, *D. pulchella* y *S. vulgare*; y el resto se considera, además, abundantes. Todas están relacionadas con la plataforma rocosa de los arrecifes costeros, en aguas someras.

Por último, las macroalgas verdes de distribución generalizada son: *Ulva lactuca*, *Anadyomene stellata* (Wulfen) C. Agardh, *Cladophoropsis membranacea* (C. Agardh) Børgesen, *Dictyosphaeria cavernosa* (Forskål) Børgesen, *Valonia macrophysa* Kützing, *V. ventricosa* J. Agardh, *Caulerpa cupressoides* (H. West in M. Vahl) C. Agardh, *C. mexicana* Sonder ex Kützing, *Halimeda discoidea* Decaisne, *H. incrasata* (J. Ellis) J. V. Lamouroux, *H. opuntia* (Linnaeus) J. V. Lamouroux, *H. tuna* (J. Ellis & Solander) J. V. Lamouroux, *Penicillus capitatus* Lamarck y *Acetabularia crenulata* J. V. Lamouroux.

De estas especies, *A. stellata*, *V. macrophysa* y *H. discoidea* son comunes; las restantes son, además, abundantes. *C. cupressoides* y *P. capitatus* prefieren el sustrato arenoso, asociado a los pastizales marinos. Otras pueden encontrarse sobre sustratos duros, entre los que están las raíces de mangle. En el caso de las especies del género *Halimeda* J. V. Lamouroux, al poseer rizoides como estructura de fijación, pueden encontrarse también en oquedades con arena de la plataforma rocosa, aunque son más abundantes en los pastizales marinos. Una excepción es *H. opuntia*, que cubre los macizos de

corales muertos y se adhiere al sustrato por medio de estructuras rizoidales, encontradas en cualquier parte del talo.

En otro sentido, resulta ostensible la marcada diferencia entre las costas norte y sur del archipiélago cubano. En el sur hay dos zonas (Surcentral y Batabanó-Canarreos) con plataformas anchas, predominio de fondos fangosos y arenoso-fangosos, de aguas someras, bordeadas por arrecifes y cayos de mangle; mientras que la plataforma norte es mucho más estrecha y solo dos zonas son amplias (Los Colorados y Sabana-Camagüey). En general, predominan aquí los fondos arenosos y rocoso-arenosos, de origen coralino (Suárez, 1989b). Estas características explican el hecho de que el 94 % de los taxones consignados para Cuba estén representados en las zonas de la costa norte.

Por otra parte, la abundancia relativa de las macroalgas en la plataforma del archipiélago cubano se ha resumido de forma cualitativa. En la tabla 2 se muestran estos índices.

Tabla 2. Número de taxones infragenéricos según su abundancia relativa. C-A: común y abundante, C: común, NC-A: no común y puede llegar a ser abundante, NC: no común, R: rara.

TAXÓN	C-A	C	NC-A	NC	R
RHODOPHYTA	43	59	1	110	90
PHAEOPHYCEAE	16	19	1	22	16
CHLOROPHYTA	38	34	5	67	59
TOTAL	97	112	7	199	165

El 17 % de los taxones encontrados son comunes y pueden ser abundantes en todas o en alguna zona, y el 19 % son comunes, aunque no se encuentren en abundancia. En pocas ocasiones se encuentran especies que no son comunes, aunque en una zona determinada sean abundantes. El mayor número de especies no son comunes y hay un alto porcentaje de especies raras (28 %), recolectadas solo de una a tres veces. Todavía existen probabilidades de recolectar muchas especies que, por su distribución geográfica, deberían encontrarse en Cuba. Dentro de ellas están las más pequeñas y consecuentemente menos conspicuas de los tres grupos de macroalgas.

Los sustratos rocosos son los de mayor diversidad de macroalgas (tabla 3). Sobre este particular, Lüning (1990) explicaba que no son los arrecifes coralinos los de mayor diversidad en macroalgas,

sino los fondos rocosos y otros sustratos duros, donde la competencia con los invertebrados sésiles es menor.

Tabla 3. Número de taxones infragenéricos según los biotopos o tipos de sustrato.

BIOTOPO	RHODOPHYTA	PHAEOPHYCEAE	CHLOROPHYTA	TOTALES
ARRECIFE	62	20	54	136
PASTIZAL	38	5	54	97
MANGLAR	62	9	51	122
ESTUARIO	12	2	20	34
FONDO ROCOSO	194	64	127	385
FONDO ARENOSO	51	12	67	130
FONDO ARENOSO- FANGOSO	25	4	27	56
FONDO FANGOSO	3	0	11	14
EPIFITA	126	25	65	216
EPIZOICA	6	0	1	7



Figura 3. Fondo rocoso cubierto por macroalgas, esponjas e hidrozoos, en la zona del arrecife coralino. Foto: Ángel Fernández.

Esta circunstancia se ha venido acrecentando en los últimos años a escala global, debido a que muchos arrecifes coralinos han experimentado un cambio de fase, propiciado por el efecto combinado de la sobrepesca, la disminución de la calidad del agua y los impactos directo o indirecto del cambio climático (Hughes *et al.*, 2007). La muerte de los corales trae como resultado que nuevos espacios queden disponibles para ser colonizados por las macroalgas, las cuales impiden el asentamiento de larvas; de ahí que los arrecifes pasen de ser dominados por corales a ser dominados por macroalgas y otros invertebrados sésiles (fig. 3).

Los sustratos rocosos constituyen el reino de los órdenes Dictyotales y Fucales (fig. 4). También son significativas las especies calcificadas de los géneros *Halimeda* y *Udotea* J. V. Lamouroux, entre las algas verdes; *Jania* J. V. Lamouroux, *Amphiroa* J. V. Lamouroux, *Dichotomaria* Lamarck y *Galaxaura* J. V. Lamouroux, entre las rojas.



Figura 4. Fondo rocoso en la zona del arrecife, con varias especies de macroalgas en La Habana-Matanzas. Foto: Ángel Fernández.



Figura 5. Biotopo de pastos marinos con macroalgas, sobre *Thalassia testudinum*. Foto: Ángel Fernández.

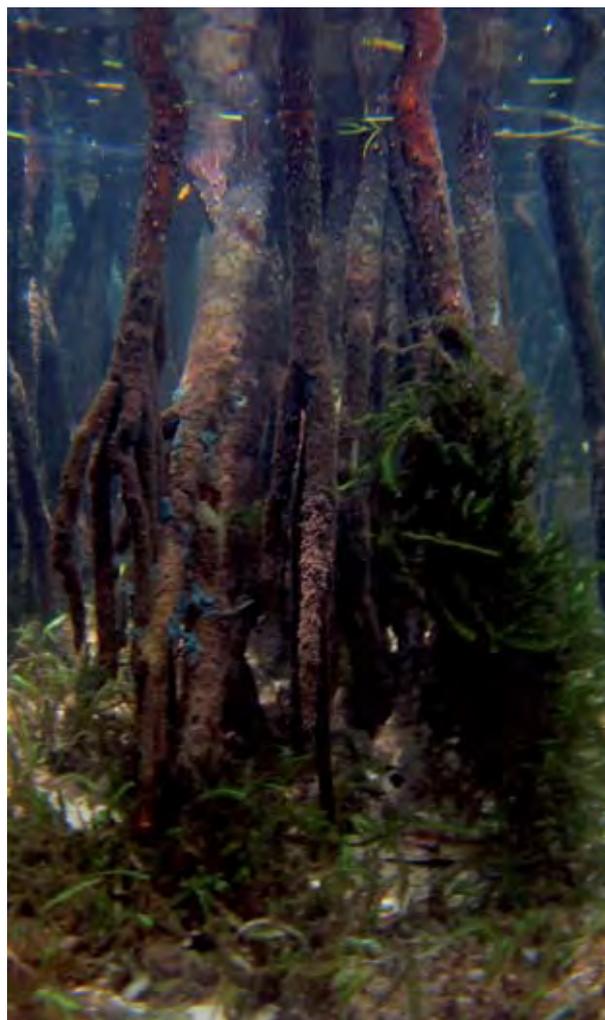


Figura 6. Raíces sumergidas de *Rhizophora mangle* colonizadas por macroalgas verdes del género *Caulerpa*. Foto: Yusimí Alfonso.

En los biotopos con pastos marinos (fig. 5), dominados principalmente por *T. testudinum* dominan las algas verdes del orden Bryopsidales. La menor diversidad se encuentra en los fondos fangosos de lagunas costeras rodeadas de mangle, donde domina el género *Bostrychia* Montagne in Ramón de la Sagra, como epífita en las raíces. Por último, los fondos fangoso fangoso-arenosos son los sustratos por excelencia de varias especies de algas rojas con importancia económica, de los órdenes Gracilariales y Gigartinales (Suárez, 1989b).

El epifitismo es otra forma muy frecuente de asociación con el sustrato, sobre todo en áreas tropicales y eutróficas. Aunque existen algunos estudios sobre las macroalgas epifitas, falta mucho por estudiar en este sentido, como en los casos de

sus variaciones temporales y espaciales, y de las relaciones entre huésped y hospedero, por ejemplo, en las angiospermas marinas (ver fig. 2).

Además, las raíces sumergidas del mangle rojo (*R. mangle*) son un sustrato ideal donde se asienta una ficoflora diversa (fig. 6), que merece también una mayor atención científica. Muchas de las especies registradas para los arrecifes pudieran considerarse epizoicas por sus relaciones con algunos sustratos vivos, lo cual merece también un estudio consciente.

Del mismo modo, en relación con las profundidades, se obtuvo que el 88 % de los taxones registrados se encuentran en aguas mesolitorales y someras (de 0 a 15 m de profundidad). Este resultado puede estar sesgado fundamentalmente por el esfuerzo

de muestreo, ya que esta es la profundidad hasta donde resulta posible el buceo en apnea. En aguas moderadamente profundas (de 16 a 30 m de profundidad) y profundas (más de 30 m de profundidad) los resultados se consideran subvalorados debido al escaso esfuerzo de recolecta, por lo que resulta necesario un estudio dirigido específicamente a la distribución batimétrica de las macroalgas cubanas (tabla 4).

**Tabla 4.** Número de taxones infragenéricos y su distribución según la profundidad.

TAXÓN	MESOLITORAL	AGUAS SOMERAS	AGUAS MODERADAS	AGUAS PROFUNDAS
RHODOPHYTA	85	254	60	46
PHAEOPHYCEAE	28	71	21	10
CHLOROPHYTA	43	187	65	55
<b>TOTAL</b>	156	512	146	111

Las amenazas a la biodiversidad de las macroalgas en Cuba y su región se derivan fundamentalmente de la contaminación costera a causa de desechos industriales, la tala de manglares—que trae consigo la erosión de la zona costera—, y la explotación turística. El desarrollo de una infraestructura para el turismo (hoteles, marinas, carreteras y otras edificaciones de servicios) implica cambios en el relieve costero, y por tanto, en la dinámica de las corrientes marinas, lo cual modifica el ambiente y resulta perjudicial no solo para las algas sino también para el resto de los organismos marinos.

Hay varios órdenes, géneros y especies con importancia ecológica y económica, que desde el punto de vista taxonómico necesitan estudios de mayor profundidad. Entre estas especies se encuentran las del orden Corallinales, en particular las no geniculadas, formadoras de arrecifes y fuentes de formación de la arena de las playas. Otros ejemplos de interés quizás sean los géneros *Caulerpa*, *Laurencia sensu lato*, *Styopodium*, *Dictyota*, *Gracilaria*, de importancia farmacológica; así como los órdenes Ceramiales, Gigartinales, Gracilariales y Fucales, ya que representan fuentes potenciales de ficocoloides.

Los estudios sobre la productividad de las algas y su participación en las tramas tróficas, en las zonas más productivas de nuestra plataforma, son una urgencia, porque estos contribuirían al análisis de la capacidad de carga y a la sostenibilidad de las pesquerías cubanas. También resulta indispensable el desarrollo de investigaciones dirigidas hacia la biología molecular, que posibiliten profundizar en problemas científicos de otra índole. Estos métodos permitirían esclarecer problemas taxonómicos y realizar análisis filogeográficos y filogenéticos, que posibiliten una comprensión de la evolución y la conectividad de todos los ecosistemas del Gran Caribe. Asimismo, a través de los estudios sobre genética poblacional de especies de interés se podrá evaluar su adaptabilidad y resistencia al cambio climático, y desarrollar métodos de cultivo más económicos.



## Fitogeografía de las macroalgas marinas de Cuba y regiones adyacentes

En un análisis anterior sobre fitogeografía, basado en la distribución de las macroalgas marinas, se constató que Cuba pertenece a la región biogeográfica antillana, que incluye a Bahamas y llega hasta Bermudas, considerada como una zona de transición (Suárez, 1989a). Como resultado de este, se concluyó que en el caso de las macroalgas marinas no se puede hablar de endemismo por países, pues la distribución de las especies responde, más bien, a un nivel regional, al Caribe y al Golfo de México. Por su parte, a partir de los análisis de similitud se obtuvieron tres grandes zonas: la Continental Norte, que va desde Carolina del Norte hasta Yucatán; la Continental Sur, desde Yucatán a Recife, Brasil; y el Archipiélago de las Antillas, que llega hasta Bermudas (fig. 7) (Suárez, 1984, 1989a).



**Figura 7.** Regionalización fitogeográfica del Mediterráneo Americano de acuerdo con su fitoflora. Fuente: Suárez (1989a).

Veinte años después de la regionalización fitogeográfica de Suárez (1989a), se realizó un nuevo análisis sobre el estado de conocimiento acerca de la distribución de las macroalgas en América Latina y el Caribe, que incluyó al Océano Pacífico hasta México y la zona templada del Atlántico Sur (Suárez *et al.*, 2008). A partir de dicho análisis se pudo llegar a nuevos resultados para Cuba, el Caribe Occidental y el Golfo de México. En ese momento, ya se habían publicado nuevas listas y libros, tanto generales (Littler y Littler, 2000; Wynne, 2005) como referidos a zonas particulares del Atlántico de México (Ortega *et al.*, 2001; Callejas *et al.*, 2005; Garduño *et al.*, 2005; González Gándara *et al.*, 2007), Colombia (Díaz Pulido y Díaz Ruiz, 2003) y Cuba (Suárez, 2005).

En esa ocasión, el resultado principal en relación con las áreas adyacentes a Cuba, fue la similitud, mayor a un 70 %, entre Cuba, el Caribe Occidental (México caribeño, Centroamérica y Colombia) y el suroeste del Golfo de México; mientras que la similitud con la Florida fue baja, y con respecto al norte del Golfo de México, el panorama se diferenciaba sustancialmente. Las fitofloras del Pacífico (Ecuador, Centroamérica y México) y de Sudamérica (Uruguay, Argentina, Chile, Perú y el Pacífico colombiano) se escindieron en dos grupos, con índices de similitud muy bajos, de alrededor de un 20 %, con respecto al Atlántico Occidental Tropical y Subtropical. Estos grupos coinciden, en parte, con las provincias y ecorregiones definidas por Spalding *et al.* (2007), donde se considera al Atlántico Tropical

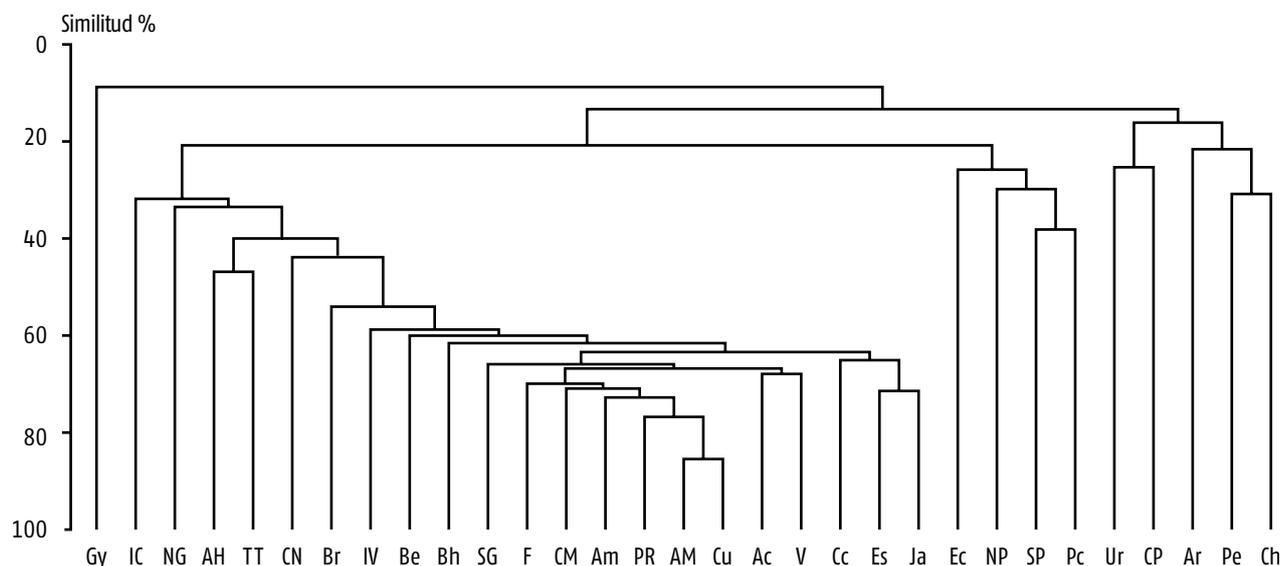
Noroccidental como una provincia con varias eco-regiones, y separan el norte del Golfo de México y las Carolinas, incluido el norte de la Florida, como una provincia cálido-templada. Hacia el sur, el Atlántico Tropical Noroccidental llega hasta la desembocadura del río Orinoco, seguida por la provincia del Norte de Brasil, que incluye la Guayana y la Amazonía. El resto de Brasil, según estos autores, forma parte de la provincia del Atlántico Tropical Suroccidental (fig. 8).

En los últimos años han aparecido nuevas listas para el Atlántico Occidental Tropical y Subtropical (Wynne, 2011), y nuevos estudios de grupos taxonómicos específicos (Won *et al.*, 2009; Mamoozadeh y Freshwater, 2011). También existen estudios que abarcan determinadas zonas de la región, fundamentalmente para Cuba, México (Cetz *et al.*, 2008; Mendoza *et al.*, 2009; Mateo-Cid *et al.*, 2012), América Central (Bernecker, 2009; Bernecker y Wehrtmann, 2009), Colombia (Albis y Gavio, 2011; Ortiz y Gavio, 2012), la Florida (Dawes y Mathieson, 2008; Littler *et al.*, 2008) y el Golfo de México (Fredericq *et al.*, 2009), los cuales permiten nuevas aproximaciones a las zonas fitogeográficas que habían sido analizadas anteriormente por Suárez (1989a).

El presente análisis de la similitud de la ficoflora entre las zonas del Golfo de México y el Caribe Occidental muestra un total de 1 043 taxones infragenéricos: 625 relativos al Phylum Rhodophyta, 128 al Heterokontophyta (Clase Phaeophyceae) y 290 al Chlorophyta (tabla 5). De estos taxones, 175 fueron hallados en todas las zonas estudiadas, incluida Cuba, y 255 aparecieron en una zona solamente (20 de ellos en Cuba). Otros 397 taxones se encontraron en Cuba y al menos una de las zonas analizadas, mientras que 456 taxones no han sido registrados (ver «Tabla de distribución de taxones infragenéricos en Cuba, Florida, golfo de México y Caribe occidental»).

**Tabla 5.** Número de taxones infragenéricos e Índice de Cheney para cada zona fitogeográfica. F: Florida, NG: costa norte del golfo de México, MG: costa mexicana del golfo de México, MC: costa caribeña de México, CC: costa caribeña de Centroamérica, Co: costa caribeña de Colombia, Cu: Cuba.

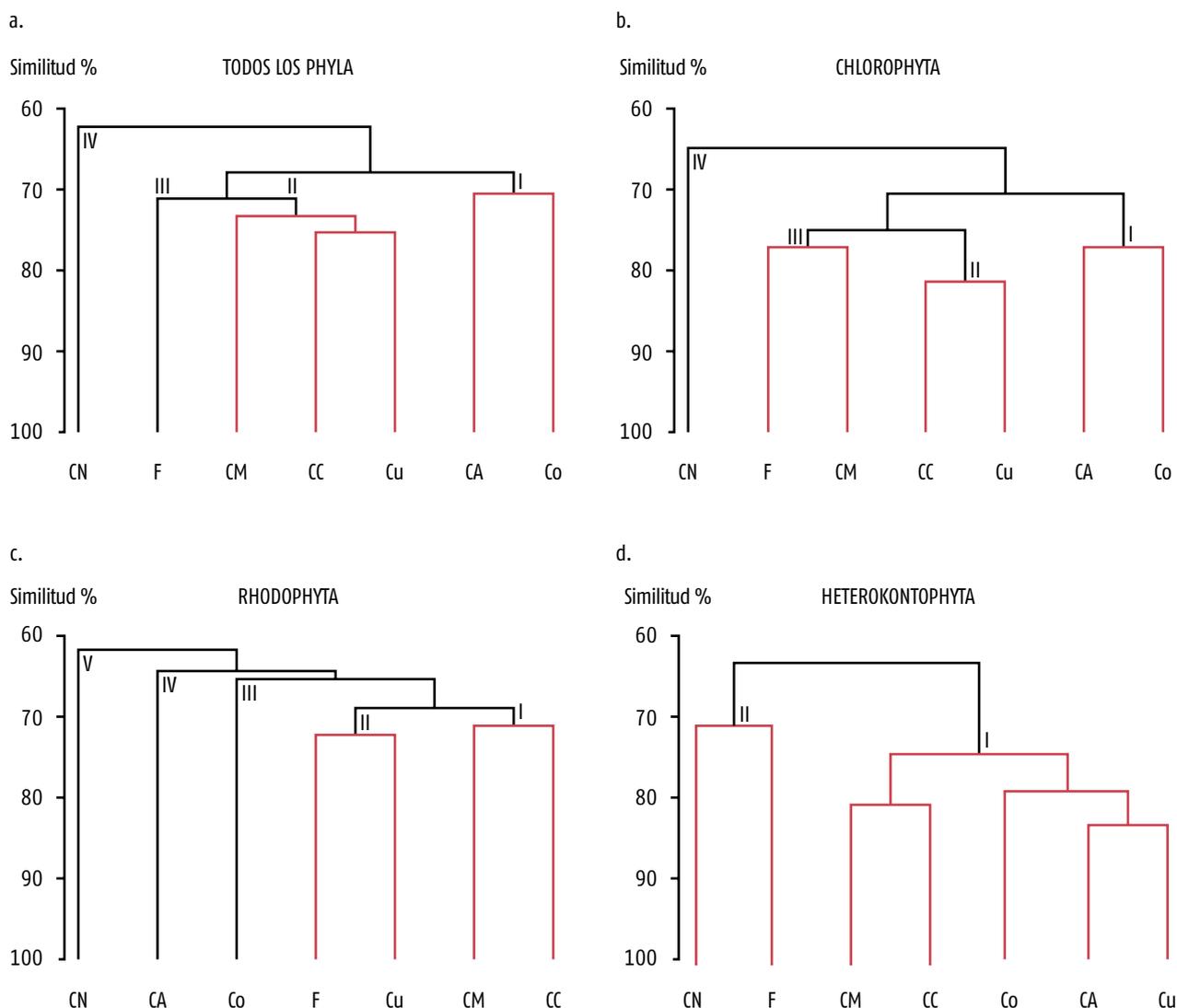
PHYLUM	F	NG	MG	MC	CC	CO	CU	TODAS
RHODOPHYTA	400	261	319	316	280	315	299	630
HETEROKONTOPHYTA	99	59	76	70	59	68	75	128
CHLOROPHYTA	215	117	177	189	159	152	205	290
TOTAL	714	437	572	575	498	535	579	1 048
ÍNDICE DE CHENEY	6,2	6,4	6,5	7,2	7,4	6,9	6,9	



**Figura 8.** Dendrograma obtenido a partir del análisis de agrupamiento de la ficoflora de Latinoamérica y el Caribe: Gy. Guayana; IC. Islas Caimán; NG. Norte del Golfo de México; AH. Antillas Holandesas; T T. Trinidad y Tobago; CN. Carolina del Norte; Br. Brasil; IV. Islas Vírgenes; Be. Bermudas; Bh. Bahamas; SG. sur del Golfo de México; F. Florida; CM. Caribe mexicano (sur de Yucatán); Am. Antillas Menores; PR. Puerto Rico; AM. Antillas Mayores; Cu. Cuba; Ac. Atlántico colombiano; V. Venezuela; Cc. Caribe centroamericano; Es. La Española; Ja. Jamaica; Ec. Ecuador; NP. norte del Pacífico mexicano; SP. sur del Pacífico mexicano; Pc. Pacífico centroamericano; Ur. Uruguay; CP. Pacífico de Colombia; Ar. Argentina; Pe. Perú; Ch. Chile. Fuente: elaboración propia, a partir de Suárez *et al.* (2008).

El análisis de agrupamiento demostró diferencias significativas entre las zonas analizadas, tanto en relación con el Phylum como en el total de taxones inventariados. Si se toma en cuenta toda la ficoflora entre las zonas, pueden apreciarse cuatro grupos. El primero está integrado por Centroamérica y el Atlántico colombiano, el segundo por Cuba y ambas costas de México; mientras que la Florida y el norte del Golfo de México quedan separados en dos grupos diferentes (fig. 9a). Sin embargo, al analizar cada Phylum por separado, se pueden observar algunas diferencias.

Las clorofíceas quedarían agrupadas de forma semejante al conjunto total de especies, aunque para Cuba el agrupamiento sería solamente con el Caribe mexicano, mientras que el sur del Golfo de México se unió con la Florida (fig. 9b). En las rodofíceas se unen el Caribe mexicano y el sur del Golfo de México, mientras que Cuba lo hace con la Florida, y las restantes zonas quedan separadas (fig. 9c). Las feofíceas forman un grupo en que existe una alta similitud entre la mayoría de las zonas, con excepción de la Península de la Florida y el norte del Golfo de México, que forman un segundo grupo (fig. 9d).



**Figura 9.** Dendogramas resultantes del análisis de agrupamiento entre las diferentes regiones del Golfo de México y el Caribe Occidental con la composición de especies de macroalgas marinas: a. todos los Phyla; b. Chlorophyta; c. Rhodophyta; d. Heterokontophyta; CN. costa norteamericana del Golfo de México, F. Florida; CM. costa mexicana del Golfo de México, CC. costa caribeña de México, Cu. Cuba; CA. costa caribeña de Centroamérica, Co. costa caribeña de Colombia. Las líneas rojas agrupan las zonas en que no resultaron diferencias significativas según la prueba Simprof.

De esta forma, la ficoflora de la costa norte del Golfo de México (NG) presenta diferencias en relación con el resto de las zonas, salvo en las feofíceas, en que se unió con la Florida. Por su parte, la ficoflora de la Florida también resulta diferente del resto en el análisis con todas las especies. Además, las zonas del Caribe colombiano y Centroamérica tuvieron una alta similitud en todos los análisis, salvo en las rodofíceas, donde se distanciaron de las demás zonas.

El agrupamiento obtenido para las zonas definidas en este estudio mantiene semejanzas con la zonación propuesta por Spalding *et al.* (2007). No obstante, Cuba, que según estos autores forma parte de la ecorregión llamada Antillas Mayores, mostró una alta similitud en su ficoflora (más de un 70 %) con algunas de las ecorregiones de la provincia del Atlántico Tropical Noroccidental, como: la Florida, el sur del Golfo de México, el Caribe Occidental y el Caribe Suroccidental. Esto parece deberse a la ubicación de Cuba en el centro de la región analizada; por esta razón existen coincidencias de varias especies con las de dichas zonas.

También se evidencia, de modo general, que a medida que aumentan los inventarios cambia el panorama de similitudes entre las distintas ecorregiones. Esto pudiera deberse al aumento de información existente sobre las especies de macroalgas en las diferentes zonas. Aunque también podría tratarse de cambios en la ficoflora regional, debido a la dispersión de diásporas dentro de una misma provincia fitogeográfica, favorecida por la conectividad de las aguas oceánicas o por causas antrópicas. Del mismo modo, pudieran presentarse cambios en la composición ficoflorística de algunas zonas, debido a los efectos del cambio climático (Díaz Pulido *et al.*, 2007).

Finalmente, el Índice de Cheney –que permite establecer el grado de intercambio entre floras templadas y tropicales (Callejas *et al.*, 2005)– estuvo entre 6,2 y 7,4, y fue un poco menor hacia las zonas subtropicales, o sea, la Florida y el norte del golfo de México (ver Tabla 5). Esto se debe a un ligero incremento en la proporción de especies de macroalgas pardas, que están más relacionadas con las aguas templadas.



## MACROALGAS MARINAS DE CUBA

El presente volumen es el resultado de una investigación exhaustiva sobre la biodiversidad de las macroalgas marinas en la plataforma cubana, y, sin duda alguna, se convertirá en un texto de necesaria referencia para la comunidad ficológica, tanto cubana como internacional. *Macroalgas marinas de Cuba*, además de presentar un panorama histórico de los estudios anteriores sobre el tema, incluye la totalidad de algas rojas, pardas y verdes registradas para Cuba, ordenadas en una detallada lista taxonómica. El libro comprende los registros de 579 taxones infragenéricos (299 relativos a las macroalgas rojas, 75 a las pardas y 205 a las verdes). Las autoras brindan, para cada uno, información sobre su ubicación taxonómica y los especialistas que lo clasificaron, una relación minuciosa de referencias bibliográficas, materiales de herbarios, distribución por zonas, localidad tipo y hábitat. También incorporan un estudio comparativo sobre la diversidad de las ficofloras de Cuba, Florida, el Caribe occidental y el golfo de México. En suma, *Macroalgas marinas de Cuba* resultará útil para estudiantes de pregrado y posgrado de la carrera de Biología y, en especial, para los especialistas en biología marina, así como en taxonomía, bio-geografía y ecología, a quienes servirá como una herramienta de trabajo imprescindible. Más allá de todo lo anterior, se trata de la historia de una consagración, el testimonio de un proyecto monumental y una de las contribuciones más significativas al actual panorama científico cubano.

ISBN: 978-959-7211-44-0



9 789597 211440

