



A brief synopsis of phycological studies in Uruguay

Cuestión de rango. Las categorías infraespecíficas en la nomenclatura algal.



# COMITÉ EDITORIAL

## EDITOR EJECUTIVO:

**Dr. Eberto Novelo**

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México  
enm@ciencias.unam.mx

## EDITORES ADJUNTOS:

**Dr. Abel Sentfies**

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México  
asg@xanum.uam.mx

**Dr. Juan Manuel Lopez-Bautista**

Universidad de Alabama, United States of America  
jlopez@biology.as.ua.edu

## ASISTENTE EDITORIAL:

**M. en C. Alejandra Mireles Vázquez**

Fac. Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México  
alemiciencias@gmail.com

## EDITORES ASOCIADOS (COMITÉ EDITORIAL TEMÁTICO)

[Florística, Taxonomía, Filogenia y sistemática, Biogeografía y distribución:](#)

**Dr. Erasmo Macaya**

Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Chile  
emacaya@oceanografia.udec.cl

**M. en C. Gloria Garduño Solórzano**

Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México  
ggs@servidor.unam.mx

**Dr. Luis E. Aguilar Rosas**

Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California  
aguilarl@uabc.edu.mx

**Dra. Visitación Conforti**

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Universidad de Buenos Aires, Argentina  
conforti@bg.fcen.uba.ar

[Biología celular y Bioquímica, Fisiología y Ecofisiología:](#)

**Dra. Pilar Mateo Ortega**

Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Madrid, España  
pilar.mateo@uam.es

[Algas tóxicas y FANs:](#)

**Dra. Marina Aboal Sanjurjo**

Facultad de Biología, Universidad de Murcia, España  
maboal@um.es

**Dr. Yuri Okolodkov**

Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, México  
yuriokolodkov@yahoo.com

[Ecología de poblaciones y comunidades algales :](#)

**Dra. Ligia Collado Vides**

School of Environment, Arts and Society, Florida International University, United States of America  
Ligia.ColladoVides@fiu.edu

**Dra. Rosaluz Tavera**

Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México  
r\_tavera@ciencias.unam.mx

[Ficología aplicada y biotecnología:](#)

**Dra. Eugenia J. Olguín Palacios**

Instituto de Ecología, Centro CONACYT  
eugenia.olguin@inecol.mx

**Dra. Marcia G. Morales Ibarria**

División de Ciencias Naturales e Ingeniería, Universidad Autónoma Metropolitana – Cuajimalpa, México  
mmorales@correo.cua.uam.mx

[Nomenclatura](#)

**Dr. Francisco F. Pedroche**

Depto. Ciencias Ambientales, División CBS, UAM-Lerma  
e-mail:fpedroche@correo.ler.uam.mx

**Esta publicación es financiada totalmente por el Editor Ejecutivo. No recibe subsidios ni pagos.**

## CINTILLO LEGAL

*Cymbella* Revista de investigación y difusión sobre algas. – Vol. 8, Núm 1, enero – abril 2022, es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, México, a través del Laboratorio de Algas Continentales. Ecología y Taxonomía de la Facultad de Ciencias, Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Col. Copilco, Del. Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, Tel. (55) 56225430, <http://cymbella.mx/>, enm@ciencias.unam.mx. Editor responsable: Dr. Eberto Novelo Maldonado. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2016-112410454200. ISSN: 2448-8100. Responsable de la última actualización de este número, Laboratorio de Algas Continentales. Ecología y Taxonomía de la Facultad de Ciencias, Dr. Eberto Novelo Maldonado, Circuito exterior s/n, Ciudad Universitaria, Col. Copilco, Del. Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México, fecha de la última modificación, 28 de febrero de 2023.

Los artículos firmados son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan la opinión de los Editores ni de la Sociedad Mexicana de Ficología. El material publicado puede reproducirse total o parcialmente siempre y cuando exista una autorización de los autores y se mencione la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.

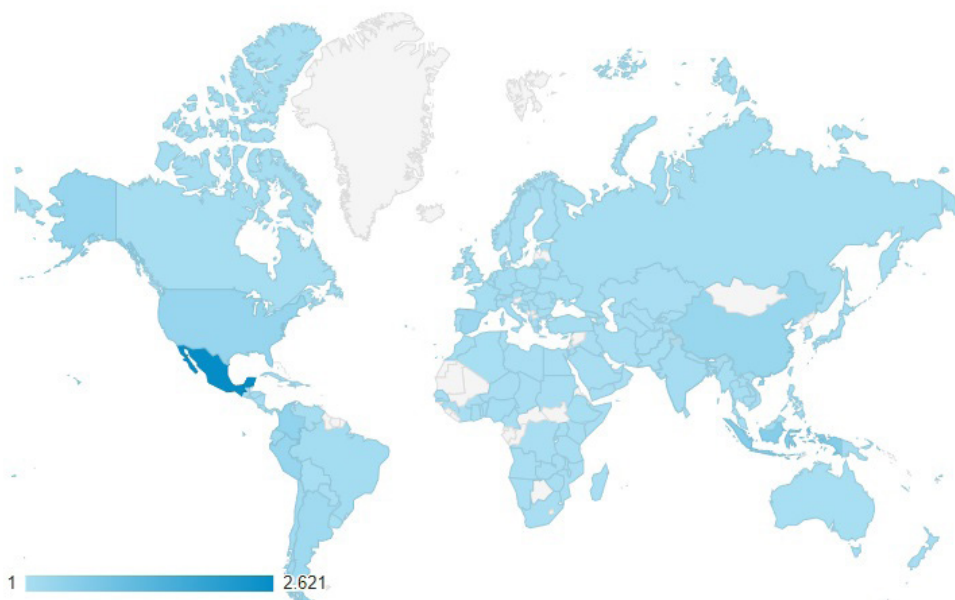
No hay fronteras ni tiempos para las algas. Nuestras aproximaciones a las regiones, espacios geográficos y distribución donde viven las algas son en una escala que está muy alejada de la que es aplicable a su vida y más si estas son microscópicas. Los factores ambientales que reconocemos como importantes en la vida de las algas son tan distantes en su escala como las que tenemos con los planetas o estrellas cercanas. Las escalas temporales y espaciales en las algas son en el ámbito de nanosegundos a meses y de micrómetros a metros y los comparamos con nuestras escalas de días o semanas a años o más y de metros a kilómetros cuadrados. Entender a otros (incluyendo a los organismos no humanos) empieza por “ponerse en los zapatos” de ellos. De otra forma, aplicamos nuestras propias limitaciones a la explicación que damos a nuestro entorno. Una práctica científica cada vez más difundida es la interdisciplina, con la confluencia de visiones distintas sobre un mismo objeto de estudio, el límite entre esta práctica y las aproximaciones polifásicas, polifacéticas o de taxonomía integral es difuso y puede crear la confusión de una continuidad entre las visiones concurrentes en un texto. Sin embargo, esta visión de unidad no es la única en la manera como nos ponemos los zapatos de los otros, también existe una visión particular a cada disciplina, producto de la historia y las prácticas cotidianas de ellas. Es común la expresión sobre las diferencias de opinión sobre un concepto entre zoólogos y botánicos (el de especie, por ejemplo) y esas diferencias son más drásticas cuando son entre practicantes de disciplinas diferentes, un biólogo molecular no evalúa de la misma manera los datos que obtiene un biólogo de campo, por ejemplo. Esa evaluación diferencial tenemos que explotarla y aprender a entendernos, como si se trataran de dos idiomas distintos, a traducirnos y a crear equivalencias conceptuales que sean puentes entre las disciplinas. O al menos entender que lo que nuestro colega dice es válido para su disciplina, pero no para la nuestra. Construir o reconstruir nuestra disciplina (la ficología) empieza por repensar nuestros conceptos, por ejemplo: ¿son los factores ambientales como el pH, la temperatura del agua o la concentración de nutrientes los mismo que conceptualmente utilizan los limnólogos o

los oceanólogos? Aunque utilicemos los mismos dispositivos para obtenerlos, no tienen el mismo valor para las algas que para los cuerpos de agua como un todo. El espacio y el tiempo de cada célula, colonia, crecimiento masivo o pradera algal es diferente para el cuerpo de agua y por tanto su "impacto" es diferente. Pensar desde las algas nos permitirá entenderlas mejor, tanto en sus grandes poblaciones como en sus respuestas genéticas particulares.

En el inicio de este volumen presentamos una aportación que muestra la ausencia de fronteras en el estudio de las algas, agradecemos a la Dra. Sylvia Bonilla su colaboración sobre la historia de la ficología en Uruguay y la semblanza y merecido homenaje a la Dra. María del Carmen Pérez. También se incluye otra contribución en la Sección de Nomenclatura relacionada con el uso de las categorías infraespecíficas. Una tercera contribución

importante es la reseña por el Dr. Daniel León del libro Guía morfo-anatómica para la determinación taxonómica de la familia Dictyotaceae de la Dra. Alejandrina Ávila y colaboradores, un texto que será de gran ayuda a los estudiosos de las algas marinas del Golfo de México y el Caribe mexicano. Por último, incluimos los resúmenes de tesis que muestran el impulso de los jóvenes en el desarrollo de la ficología.

Nuestro optimismo nos mantiene al ver que el número de lectores sigue aumentando y el número de países que nos visitan son cada día más: tuvimos 529 lectores en 2018, 609 en 2019, 826 en 2020, 1617 en 2021 y ¡2621 en todo 2022! Los diez países que más nos visitaron fueron: México, Indonesia, Colombia, Estados Unidos, Perú, China, España, Ecuador, Argentina y Chile. Datos de Google Analytics.



# A brief synopsis of phycological studies in Uruguay<sup>1</sup>

## Una sinopsis breve de los estudios ficológicos en Uruguay

Sylvia Bonilla

Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Iguá 4225, 11400, Montevideo, Uruguay

sbon@fcien.edu.uy

<sup>1</sup> In memory of the Uruguayan taxonomist María del Carmen Pérez (1959-2022).

<sup>1</sup> En memoria de la taxónoma uruguaya María del Carmen Pérez (1959-2022).

Bonilla, S. 2022. A brief synopsis of phycological studies in Uruguay. *Cymbella* 8(1): 5-13. <https://cymbella.mx>

### ABSTRACT

In this article, I summarize the development of the phycology in Uruguay since the beginning of the 19<sup>th</sup> Century. Uruguayan phycological research has been dominated by ecological, eco-physiological and taxonomical studies of freshwater phytoplankton, influenced by the development of limnology, with few studies completed on marine macroalgae. Other areas such as biotechnology, evolution and the biology of algae and cyanobacteria are still largely unexplored. I pay homage to María del Carmen Pérez (1959-2022), who was the most important Uruguayan phytoplankton taxonomist ever, and a kind, enthusiastic and hard-working person with a distinctive passion for phytoplankton taxonomy.

*Keywords:* blooms, history, macroalgae, phytoplankton, taxonomy.

### RESUMEN

En este artículo realizo un repaso del desarrollo de la ficología en Uruguay desde comienzos del siglo 19. La investigación en ficología en Uruguay ha estado centrada en la ecología, la ecofisiología y la taxonomía de fitoplancton de agua dulce, influido por el desarrollo de la limnología. Existen muy pocos trabajos referidos a macroalgas. Otras áreas como la biotecnología, la evolución y la biología de las algas y cianobacterias, permanecen mayormente inexploradas. Rindo homenaje a María del Carmen

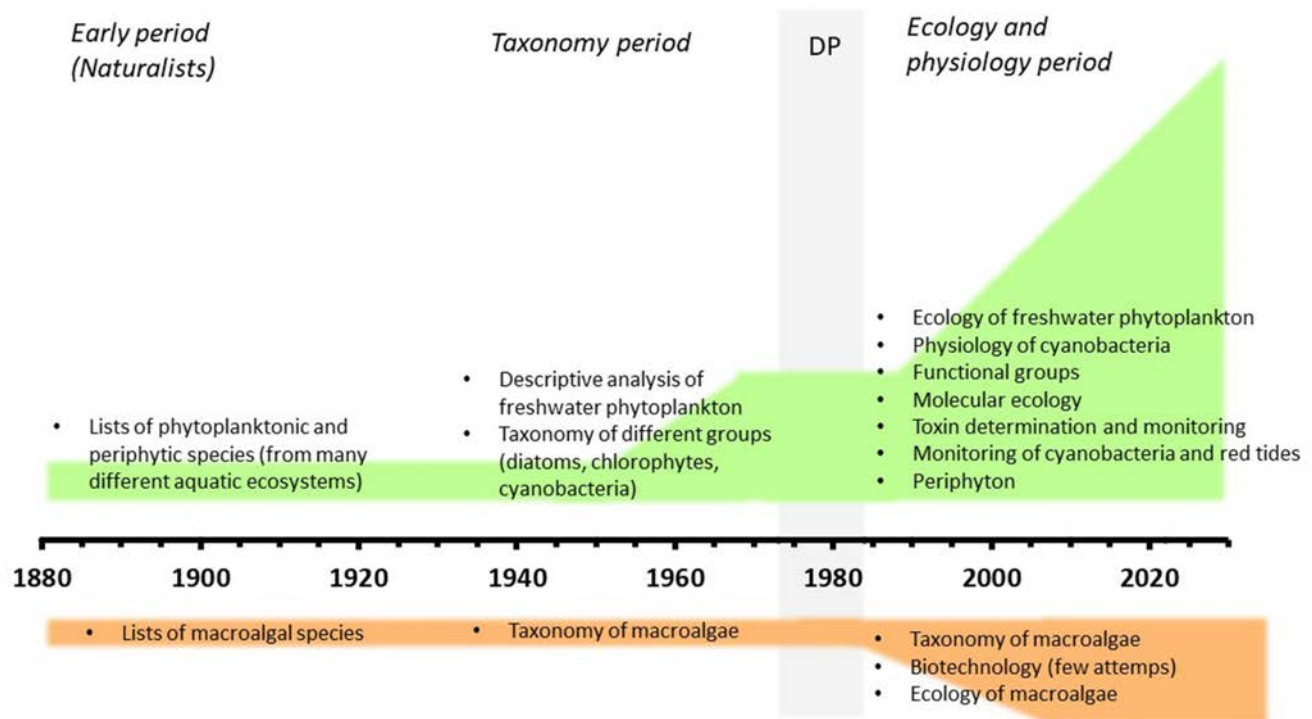
Pérez (1959–2022), quien fuera la taxónoma de fitoplancton más relevante de Uruguay, una persona amigable, entusiasta y trabajadora incansable, con una gran pasión por el fitoplancton.

*Palabras clave:* fitoplancton, floraciones, historia, macroalgas, taxonomía.

Located at the southern limit of the subtropical climate zone, Uruguay is one of the smallest and least populated countries in South America (between 30° and 35° S, and 53° and 58° W). The small territory (176,200 km<sup>2</sup>) is crossed by a rich freshwater network of rivers, streams, and shallow lakes. Uruguay's coastline on the Río de la Plata estuary and the Atlantic Ocean extends for more than 600 km. Despite the numerous aquatic ecosystems, its phycological history is relatively brief and encompasses the development of other biological and environmental disciplines. In this work I refer to phycology in its broadest sense, including the taxonomy, biology, physiology or ecology of macro and microalgae (as well as cyanobacteria). The first algal studies were carried out in the 19<sup>th</sup> century by naturalists that listed species of algae found in freshwaters and marine coasts. José Archavaleta (1838–1912) was an active scientist and promoter of the natural sciences and was probably the first systematist collecting and identifying flora (plants and algae) in the country (Archavaleta 1883, 1884). Flo-

rentino Felippone (1852-1939) was another notably prolific and curious naturalist; he was responsible for the first samples identified from the country, having developed a list of 22 species of green and red algae including a new species that was named after him (*Callithamnion felipponei* Howe 1931). Around that time, the cyanobacterium *Spirulina jenniferi* (Gomont) Geitler was first described from samples collected in a pond near Montevideo (Gomont 1892). Taxonomic studies, or species lists, were reported in the early 20<sup>th</sup> Century, mostly with reference to freshwater and marine diatoms and green algae (Allen & Herter 1934; Carbonell & Pascual 1925; Frenguelli 1933a, b; Muller-Melchers 1953; Santibañez 1939). The country's public university, the Universidad de la República, was created in 1849 with few program options. Later, in 1945, the Facultad de Humanidades y Ciencias (Faculty of human and sciences studies) was incorporated and it boosted the development of natural sciences, although areas such as botany, limnology and phycology were virtually absent. The main areas of phycological research developed

in Uruguay followed the main trends of research carried out in Latin America. The study of the taxonomy of microalgae and cyanobacteria have a long tradition in Latin America, strongly influenced by the European schools and focused on descriptive studies or the compilation of species lists (Irfanullah 2006). In the first half of the 20<sup>th</sup> Century, Uruguay was part of that trend, although with a slower development in comparison with their neighbors (Argentina and Brazil). Until late 1980s, most publications from Uruguayan waterbodies were species lists, mainly of microalgae and cyanobacteria (Coll 1979) (Fig. 1). The development of limnology in Latin America, initially centered in the study of lakes and communities, was also influenced by the European schools (Elster 1974; Tundisi & Matsumura-Tundisi 2011). Freshwater phytoplankton ecology studies increased after ~1930 in Brazil and somewhat later in other countries (~1950s in Colombia and Argentina, ~1960 in Ecuador, and ~1984 in Uruguay) (de Buen 1950; Conde & Sommaruga 1999; López & Mariazzi 1994; Roldán 2020; Steinitz-Kannan *et al.* 2020).



**Fig. 1:** Trends in phycological studies along the history in Uruguay. There are three large periods, Early, Taxonomy and Ecology. DP: Dictatorial period (1973-1984) indicated with a grey bar. Green shaded areas: microalgae and cyanobacteria, orange shaded areas: macroalgae. The size of the areas indicates the relative development of the different research lines in phycological studies.

The Uruguayan military dictatorship (1973–1984) had a strong impact on slowing scientific research, dismantling existing research groups and leaving the country in great academic isolation (Markarian 2015). The creation of the Limnology Division at the Universidad de la República in 1984, coupled with the increased awareness of environmental issues and the appreciation of water as a resource, favored the development of limnological studies, including phytoplankton (Conde & Sommaruga 1999) (Fig. 1). Cyanobacterial toxic blooms in freshwaters of the country have been increasing for decades in response to eutrophication, affecting the major watersheds and restricting the use of the water (Aubriot *et al.* 2020; Bonilla *et al.* 2015; Conde *et al.* 2002; De León & Yunes 2001; Goyenola *et al.* 2021). This phenomenon had gained great attention in limnological research, particularly after the 1990s. Studies related with microalgae and cyanobacteria in freshwaters included taxonomy and ecology (i.e.: Bonilla 2009; Bonilla *et al.* 2005, 2006; De León & Chalar 2003; Ferrari 2020; González-Madina *et al.* 2017; Haakonsson *et al.* 2017; Kruk *et al.* 2009; Pacheco *et al.* 2021), ecology with emphasis in functional groups (i.e.: Kruk *et al.* 2002; Pacheco *et al.* 2010; Segura *et al.* 2013), ecophysiology of cyanobacteria (i.e.: Aguilera *et al.* 2017, 2019; Amaral *et al.* 2014; Aubriot 2019; Aubriot & Bonilla 2018; Aubriot *et al.* 2011; Beamud *et al.* 2016; Bonilla 2012; Fabre *et al.* 2017), molecular studies of cyanobacteria (i.e.: Beamud *et al.* 2016; Martínez de la Escalera *et al.* 2017, 2019; Piccini *et al.* 2011; Rigamonti *et al.* 2019; Vico *et al.* 2016) and phylogenetic studies of cyanobacteria (Vico *et al.* 2020). Despite the vast network of rivers and the presence of shallow lakes, favorable environments for the periphyton, studies on the taxonomy and structure of the periphyton are still scarce (Bonilla 1997; Pacheco 2016). A special mention deserves María del Carmen Pérez, the most prominent Uruguayan taxonomist, to whom I pay homage in the next section.

The first study of coastal marine phytoplankton was carried out by an expedition during the early 1930s (Hentschel 1932, in Ferrari & Vidal 2006). Early studies about the ecology of coastal phytoplankton described the distribution of species in relation to main environmental factors (Bayssé *et al.* 1986, 1989; Ferrando 1962). In February 1980, a massive red tide resulted in an event of acute human neurotoxin intoxication due to the consumption of contaminated mussels (Galasso *et al.* 1980). This event triggered the implementation of the national red tide monitoring program, including the determination of dinoflagellate species

and toxin detection (Méndez 2006). Red tides have been increasing in magnitude and duration during the last several decades along the marine coasts of the country, where toxic *Dinophysis cf. acuminata* Claparède & Lachmann is becoming more frequent, probably associated to eutrophication and climate change effects (Martínez *et al.* 2017). Most of the common phytoplankton blooms along the coast of the country are of cyanobacteria (*Microcystis aeruginosa* (Kützing) Kützing complex and *Dolichospermum* spp.), dinoflagellates (*Ceratium hirundinella* (O.F. Müller) Dujardin, and the marine *Alexandrium tamarense* (Lebour) Balech and *Gymnodinium catenatum* Graham) and diatoms (*Aulacoseira* sp., *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve, *Leptocylindrus* spp., *Chaetoceros* spp., *Rhizosolenia* spp., among others) (Bonilla 2009; Ferrari & Méndez 2000; Ferrari & Vidal 2006; Haakonsson *et al.* 2017; Kruk *et al.* 2019; Martínez *et al.* 2017; Méndez 2006; Pacheco *et al.* 2021). Research about the physiology of benthic cyanobacteria growing in rice fields (Irisarri *et al.* 2001, 2007; Pérez *et al.* 2012, 2020) is probably the only research line related with biotechnology. A few other studies were focused on the lipidic content of microalgae (Pagano 1993; Pagano *et al.* 1998).

Macroalgae have been largely overlooked or neglected in scientific studies in Uruguay, and the knowledge of the macroalgal flora is still limited (Coll & Oliveira 1999) (Fig. 1). Most of the 670 km of Uruguayan coastline is sandy, with few rocky habitats for marine macroalgae. The large influence of the estuary Río de la Plata, one of the largest in the world, implies a highly dynamic environment with frequent and large changes in turbidity and salinity, limiting the number of algal species that tolerate those conditions. In a survey conducted by the phycologist Javier Coll, compiling information along the Uruguayan coast, macroalgal species were mainly characteristic of subtropical or warm temperate regions (45% and 38% of the total, respectively) or were cosmopolitan. Coll listed 53 species of red algae (where the most frequent and common species were *Cryptopleura ramose* (Hudson) Newton, *Chondria atropurpurea* Harvey, *Corallina officinalis* Linnaeus, *Gymnogongrus griffithsiae* (Turner) Martius, *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux and *Jania rubens* (Linnaeus) Lamouroux) and 26 species of green algae (from the genera *Bryopsis*, *Chaetomorpha*, *Cladophora*, *Codium*, *Enteromorpha*, *Ulva* and *Rhizoclonium*) (Coll & Oliveira 1999). The brackish conditions that dominated large areas of the coastline were pointed out as the main factor for the presence of only 8 species

of brown algae, where *Scytosiphon lomentaria* (Lyngbye) Link was the most frequent and abundant (Coll & Oliveira 1999). Higher temperatures during summer play a role in explaining an increase in the richness and biomass of subtropical species on rocky marine shores (González-Etchebehere *et al.* 2017). A recent study that focused on the ecology of macroalgae proposed morpho-functional groups as an innovative approach to study these organisms (Vélez-Rubio, *et al.*, 2021). There are only few attempts evaluating biotechnological uses of agar-producing marine macroalgae (Porzekanski *et al.* 1965).

### MARÍA DEL CARMEN PÉREZ (1959–2022)

María del Carmen Pérez was an enthusiastic and highly dedicated phytoplankton taxonomist. Starting as an autodidact, she quickly became in an expert, and developed into the best and most experienced taxonomist in Uruguay ever. Being a pioneer, she started working on taxonomy of phytoplankton with no guidance and few resources, motivated only by her interest and passion. María del Carmen started her bachelor's degree in biology in 1984 at the Universidad de la República in Montevideo. Several years later she joined the Botany Department as an honorary collaborator. Although the department was focused on mycology, María del Carmen had her very first opportunity to observe hundreds of water samples under a microscope. At that time there were no experts in academia working in taxonomy or ecology of phytoplankton. The university was still recovering from the repression during the military dictatorship, which implied the absence of specialized literature and good facilities for research. However, those harsh conditions never discouraged her; on the contrary, she devoted herself with great passion to observing fresh samples that she herself collected. She worked on the weekends when the lab was available. During that period, María del Carmen became amazed by the diversity of forms and organisms that passed in front of her eyes, and her burgeoning excitement for taxonomy increased exponentially. In the early 1990s she took specialized courses and did internships about taxonomy and biology of freshwater microalgae in Argentina and Brazil. Her enthusiasm and outgoing personality ensured that she had no barriers to making friends and establishing strong academic relationships with colleagues and experts from other countries. Later, she worked in tight collaboration with many taxonomists, among others, Nora Maidana (Argentina), Augusto Comas (Cuba)

and Célia Leite Sant'Anna (Brazil). After finishing her studies at the Universidad de la República (Bachelor in Biological Sciences, 1994) she moved to Spain, where she continued her postgraduate studies (DEA: advanced studies diploma, Universidad Politécnica de Valencia, 2010; and doctoral studies at the same university). She visited the laboratory of Professor Jiri Komárek (Czech Republic) to work in cyanobacteria, with whom she established a long-lasting academic cooperation. María del Carmen worked as a professional in phytoplankton taxonomy in different institutions along her prolific and active career, in Uruguay (the national fisheries resources: DINARA, the technological laboratory: LATU, the national water facility: OSE and the Universidad de la República) and Spain (Universitat Politècnica de València, Conselleria de Medi Ambient, Universidad de Girona). She analyzed phytoplankton samples with optical and electronic microscopes (Fig. 2), worked actively in monitoring programs of red tides and water quality (DINARA and LATU), monitoring of phytoplankton and cyanobacteria in water sources (OSE) and in many research projects related with phytoplankton ecology (Facultad de Ciencias, Universidad de la República) (Fig. 2). Wherever she has worked, she has stood out for her hard, meticulous, and rigorous work. She became an academic reference in taxonomy of phytoplankton, frequently consulted by Uruguayan colleagues. María del Carmen loved teaching young researchers in practical courses. She dedicated many hours to the training of technicians and postgraduate students who were beginning their studies in phytoplankton taxonomy (Fig. 2). Her contagious enthusiasm spread easily to the students, and she always provided relevant information for species identification, details not found in books and that are only learned from experience.

María del Carmen significantly contributed to the knowledge of the microalgae flora of Uruguay. She characterized for the first time the phytoplankton communities of important freshwaters such as the Río Negro (Conforti & Pérez 2000; Pérez 2002; Pérez *et al.* 1999b), the large Merín Lagoon (Pérez & Odebrecht 2005; Sophia & Pérez 2010), the Uruguay River (Ferrari *et al.* 2011) and coastal lagoons (Bonilla *et al.* 2005). She significantly contributed to the knowledge of the phylogenetic flora of Uruguay, including the discussion of the type material of *Nodularia spumigena* Mertens ex Bornet & Flahault from a coastal lagoon (Pérez *et al.* 1999a) and the discovery of a new species of cyanobacteria *Dolichospermum uruguayense* Kozlíková-Zapomělo-





**Fig. 2:** Different scenes of María del Carmen Pérez along her career. A: International posgraduate course on cyanobacteria, organized by Limnology Division, at Facultad de Ciencias, Universidad de la República, Montevideo, 2016 where María del Carmen participated in the practical lectures (she is the fourth person from the right, back row); B: Analysing samples at the Technological Laboratory of Uruguay (LATU), Montevideo, 2013 (María del Carmen left, Graciela Ferrari, right) C: Sampling phytoplankton at Laguna del Sauce, 1994, Uruguay; D: Analysing samples at the scanning electron microscope, Universitat Politècnica de València, Spain and E: Participation in the practical lectures of the posgraduate course in phytoplankton (Master of Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universitat Politècnica de València), Spain, 2020-2012 (María del Carmen is seen sitting on the left). (Photo credits: S. Bonilla, G. Ferrari, A. Manjón and V. Benedito Durá).

vá & al. (Kozlíková-Zapomêlová *et al.* 2016). She greatly contributed to the taxonomy and ecology of brackish and freshwater phytoplankton of Spanish ecosystems (Carrillo *et al.* 2008; Falco *et al.* 2006; Pérez & Carrillo 2005; Pérez *et al.* 2009, 2010; Tornés *et al.* 2014); also she found two new chlorophyte species: *Pediastrum willei* Comas *et al.* and *Lobocystis fottiana* Comas *et al.* (Comas & Pérez 2002; Comas Gonzalez *et al.* 2006). Beyond her technical contributions, her biggest legacy may be her enthusiasm and generosity in sharing her knowledge. She always maintained her openness and her ability to be surprised by new organisms, and by samples with rare species, and she was able to pass this enthusiasm to the people around her.

### FUTURE CHALLENGES

Unfortunately, Uruguay is one of the countries with the lowest investment in science and tech-

nology of Latin America, which greatly limits the development of new lines of research (Ciocca & Delgado 2017). In this context, the most important challenges for phycology in Uruguay are related to the development of new areas, especially those related to basic studies (physiology or evolution) to generate the bases that promote applied areas such as biotechnology. More basic studies of the molecular biology of algae (macro and micro), and more studies related to the periphyton (biology, physiology, and ecology) are also needed.

### ACKNOWLEDGEMENTS

I thank the editors of *Cymbella* for their guidance and assistance, Dermot Antoniades for English assistance, and Graciela Ferrari, Agustín Manjón and Vicent Benedito Durá who kindly gave me the permission to use the photographs of María del Carmen Pérez.

## REFERENCES

- Aguilera, A., L. Aubriot, R. O. Echenique, J. L. Donadelli & G. L. Salerno. 2019. *Raphidiopsis mediterranea* (Nostocales) exhibits a flexible growth strategy under light and nutrient fluctuations in contrast to *Planktothrix agardhii* (Oscillatoriales). *Hydrobiologia* 839: 145-157. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04002-5>.
- Aguilera, A., L. Aubriot, R. O. Echenique, G. L. Salerno, B. M. Brena, M. Pérez & S. Bonilla. 2017. Synergistic effects of nutrients and light favor Nostocales over non-heterocystous cyanobacteria. *Hydrobiologia* 794. <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3099-1>
- Allen, G. O. & W. G. Herter. 1934. *Charales uruguayensis*. *Revista Sudamericana de Botánica* 1: 87-91.
- Amaral, V., S. Bonilla & L. Aubriot. 2014. Growth optimization of the invasive cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* in response to phosphate fluctuations. *European Journal of Phycology* 49: 134-141. <https://doi.org/10.1080/09670262.2014.897760>
- Arechavaleta, J. 1883. Los Vaucheria Montevideanos. *Anales del Ateneo del Uruguay* 4: 18-28.
- Arechavaleta, J. 1884. Lecciones de botánica médica. *Revista de la Sociedad Universitaria* 1: 305-320.
- Aubriot, L. 2019. Nitrogen availability facilitates phosphorus acquisition by bloom-forming cyanobacteria. *FEMS Microbiology Ecology* 95: 1-10. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiy229>
- Aubriot, L. & S. Bonilla. 2018. Regulation of phosphate uptake reveals cyanobacterial bloom resilience to shifting N: P ratios. *Freshwater Biology* 63: 318-329. <https://doi.org/10.1111/fwb.13066>
- Aubriot, L., S. Bonilla & G. Falkner. 2011. Adaptive phosphate uptake behaviour of phytoplankton to environmental phosphate fluctuations. *FEMS Microbiology Ecology* 77: 1-16. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2011.01078.x>
- Aubriot, L., B. Zabaleta, F. Bordet, D. Sienra, J. Risso, M. Achkar & A. Somma. 2020. Assessing the origin of a massive cyanobacterial bloom in the Río de la Plata (2019): Towards an early warning system. *Water Resources* 181. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115944>
- Bayssé, C., J. C. Elgue & F. Burone. 1989. Variaciones en la distribución y relaciones interespecíficas del fitoplancton en una playa arenosa de la costa atlántica uruguaya. *Publicaciones la Comisión Técnica Mixta del Frente Marítimo* 5(A): 95-114.
- Bayssé, C., J. C. Elgue, F. Burone & M. Parietti. 1986. Campaña de invierno 1983. II Fitoplancton. *Publicaciones la Com. Técnica Mixta del Frente Marítimo* 1: 218-229.
- Beamud, G., P. Vico, S. Haakonsson, G. Martínez de la Escalera, C. Piccini, B. M. Brena, M. Pirez & S. Bonilla. 2016. Influence of UV-B radiation on the fitness and toxin expression of the cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Hydrobiologia* 763: 161-172. <https://doi.org/10.1007/s10750-015-2370-6>
- Bonilla, S. 1997. Estructura y dinamica de la comunidad epifítica algal en un sistema somero mixohalino. Tesis de maestría. Universidad de la República, Montevideo.
- Bonilla, S. 2009. Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión, PHI-VII/UNESCO, Montevideo. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000216319.locale=en>
- Bonilla, S., L. Aubriot, M. C. S. Soares, M. González-Piana, A. Fabre, V. L. Huszar, M. Lüring, D. Antoniadis, J. Padiák & C. Kruk. 2012. What drives the distribution of the bloom-forming cyanobacteria *Planktothrix agardhii* and *Cylindrospermopsis raciborskii*? *FEMS Microbiology Ecology* 79. doi:10.1111/j.1574-6941.2011.01242.x
- Bonilla, S., D. Conde, L. Aubriot & M. D. C. Pérez. 2005. Influence of hydrology on phytoplankton species composition and life strategies in a subtropical coastal lagoon periodically connected with the Atlantic Ocean. *Estuaries* 28: 884-895. <https://doi.org/10.1007/BF02696017>
- Bonilla, S., D. Conde, L. Aubriot, L. Rodríguez-Gallego, C. Piccini, E. Meerhoff, L. Rodríguez-Grana, D. Calliari, P. Gómez, I. Machado & A. Britos. 2006. Procesos estructuradores de las comunidades biológicas en lagunas costeras de Uruguay,. In R. Menafra, L. Rodríguez-Gallego, F. Scarabino, and D. Conde. Eds. Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya. *Vida Silvestre Uruguay, Montevideo*, p. 611-630
- Bonilla, S., S. Haakonsson, A. Somma, A. Gravier, A. Britos, L. Vidal, L. De León, B. Brena, M. Pérez, C. Piccini, G. Martínez de la Escalera, G. Chalar, M. González-Piana, M. Martigani & L. Aubriot. 2015. Cianobacterias y cianotoxinas en ecosistemas límnicos de Uruguay. *INNOTEC* 10: 9-22. <https://doi.org/10.26461/10.01>
- de Buen, F. 1950. La oceanografía y la limnología en campañas y laboratorios. *Revista de la Facultad de Humanidades y Ciencias* 4: 221-228.
- Carbonell, J. J. & A. Pascual. 1925. Una *Melosira* nueva para el Río de la Plata. *Physis* 8: 106-107.
- Carrillo, A., P. Huq, M. C. Pérez & J. M. Redondo. 2008. Spatial and temporal variation of picoplanktic cyanobacteria population in a density stratified estuary, and the introduction of a cellular gradient number. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 76: 153-162. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2007.06.015>
- Ciocca, D. R. & G. Delgado. 2017. The reality of scientific research in Latin America; an insider's perspective. *Cell Stress Chaperones* 22: 847-852. <https://doi.org/10.1007/s12192-017-0815-8>
- Coll, J. 1979. Catálogo de algas citadas para el Uruguay. Servicio de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología de la Armada, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe.
- Coll, J. & E. C. Oliveira. 1999. The benthic marine algae of Uruguay. *Botanica Marina* 42: 129-135. <https://doi.org/10.1515/BOT.1999.016>

- Comas, A. & M. d. C. Pérez. 2002. Chlamydomphyceae (Chlorophyceae) from Merin lagoon (Brazil-Uruguay, South America) with special references to the family Botryococcaceae. *Algological Studies /Archiv für Hydrobiologie*. Supplement 107: 49-65. [https://doi.org/10.1127/algol\\_stud/107/2002/49](https://doi.org/10.1127/algol_stud/107/2002/49)
- Comas Gonzalez, A., M. C. Pérez & J. González del Río Rams. 2006. *Pediastrum willei* nom. et sp. nov. (Chlorophyta, Neochloridales) from the Ebro river (Spain) and its relations to *P. muticum* Kutz. sensu Brunnthaler 1915 pro parte. *Algological Studies /Archiv für Hydrobiologie*. Supplement 120: 5-13. <https://doi.org/10.1127/1864-1318/2006/0120-0005>
- Conde, D., R. Arocena & L. Rodríguez. 2002. Recursos acuáticos superficiales de Uruguay: Ambientes, algunas problemáticas y desafíos para la gestión. *Las Aguas Superficiales Continentales*. *Ambios* 10: 5-9 y 32-33.
- Conde, D. & R. Sommaruga. 1999. A review on the state of Limnology in Uruguay,. In R.G. Wetzel & B. Gopal. Eds. *Limnology in Developing Countries II*. *International Association for Limnology – International Scientific Publications*, New Delhi. pp. 1-31.
- Conforti, V. & M. C. Pérez. 2000. Euglenophyceae of Negro River, Uruguay, South America. *Algological Studies /Archiv für Hydrobiologie*. Supplement. 97: 59-78. [https://doi.org/10.1127/algol\\_stud/97/2000/59](https://doi.org/10.1127/algol_stud/97/2000/59)
- De León, L. & G. Chalar. 2003. Abundancia y diversidad del fitoplancton en el Embalse de Salto Grande (Argentina - Uruguay). Ciclo estacional y distribución espacial. *Limnética* 22: 103-113. <https://doi.org/10.23818/limn.22.07>
- De León, L. & J. Yunes. 2001. First report of a *Microcystis aeruginosa* toxic bloom in La Plata River. *Environmental Toxicology*. 16: 110-112. DOI: 10.1002/1522-7278(2001)16:1<110::aid-tox1012>3.0.co;2-z
- Elster, H.-J. 1974. History of limnology. *SIL Communications*, 1953-1996 20: 7-30. <https://doi.org/10.1080/05384680.1974.11923880>
- Fabre, A., G. Lacerot, R. R. de Paiva, M. C. S. Soares, V. F. de Magalhães & S. Bonilla. 2017. South American PSP toxin-producing *Cylindrospermopsis raciborskii* (Cyanobacteria) decreases clearance rates of cladocerans more than copepods. *Hydrobiologia* 785. <https://doi.org/1007/s10750-016-2903-7>
- Falco, S., I. Romero, M. Rodilla, J. P. Sierra, J. G. del Río, C. Mosso & M. C. Perez. 2006. Chlorophyll *a* and phytoplankton maximum at the halocline of Ebro River Estuary. *Journal of Coastal Research* 539: 526-530.
- Ferrando, H. J. 1962. Frecuencia estacional del microplancton costero de Montevideo durante el año 1959. Ministerio de Industria y Trabajo. *Servicio Oceanográfico y de Pesca* 1: 1-28.
- Ferrari, G. 2020. Water flow and temperature as main factors that regulate phytoplankton and cyanobacterial blooms in a large subtropical river. *INNOTEK* 20: 30-66. <https://doi.org/10.12461/20.07>
- Ferrari, G. & S. Méndez. 2000. Report of phytoplankton species producing coastal water discoloration in Uruguay. *Iheringia, Série Botânica* 54: 3-18.
- Ferrari, G., M. d. C. Pérez, M. Dabiezies, D. Míguez & C. Saizar. 2011. Planktic Cyanobacteria in the Lower Uruguay River, South America. *Fottea* 11: 225-234. <https://doi.org/10.5507/fot.2011.021>
- Ferrari, G. & L. Vidal. 2006. Fitoplancton de la zona costera uruguaya: Rio de la Plata y Océano Atlántico. In: R. Menafrá, L. Rodríguez-Gallego, F. Scarabino, and D. Conde. Eds. *Bases para la Conservación y el Manejo de la Costa Uruguaya. Vida Silvestre Uruguay, Montevideo*, pp. 45-56.
- Frenguelli, J. 1933a. Diatomeas de Montevideo. *Ostenia* 1: 122-130.
- Frenguelli, J. 1933b. *Nitzschia* (*Nitzshiella*) *ventricosa* Palmer, méritica en el litoral del Atlántico del Uruguay. *Notas del Museo de La Plata, Sección Botánica* 10: 137-142.
- Galasso, A., H. Grela & C. Hartmann. 1980. Intoxicación aguda por mejillones. Epidemia de 1980 en Uruguay. *Revista del Servicio de Sanidad de las FFAA*: 29-34.
- Gomont, M. 1892. Monographie des Oscillariées. *Annales des Sciences Naturalles. Septieme Serie. Botanique*. Tome Quinzieme. G. Masson, Editeur, Paris, 15: 1-367.
- González-Etchebehere, L., C. Kruk, F. Scarabino, M. Laporta, M. Zabaleta, L. González & G. Vélez-Rubio. 2017. Comunidades de macroalgas en puntas rocosas de la costa de Rocha, Uruguay. *INNOTEK* 14. <https://doi.org/10.26461/14.07>
- González-Madina, L., J. P. Pacheco, N. Mazzeo, P. Levrini, J. M. Clemente, J. J. Lagomarsino & C. Fosalba. 2017. Factores ambientales controladores del fitoplancton con énfasis en las cianobacterias potencialmente tóxicas en un lago somero utilizado como fuente de agua para potabilización: Laguna del Sauce, Maldonado, Uruguay. *INNOTEK* 13: 26-35. <https://doi.org/10.2646/13.03>
- Goyenola, G., C. Kruk, N. Mazzeo, A. Nario, C. Perdomo, C. Piccini & M. Meerhoff. 2021. Producción, nutrientes, eutrofización y cianobacterias en Uruguay: armando el rompecabezas. *INNOTEK* 22: e558. <https://doi.org/10.26461/22.02>
- Haakonsson, S., L. Rodríguez-Gallego, A. Somma & S. Bonilla. 2017. Temperature and precipitation shape the distribution of harmful cyanobacteria in subtropical lotic and lentic ecosystems. *Science of the Total Environment* 609: 1132-1139. <http://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.07.067>.
- Howe, M. A. 1930. Notes on the Algae of Uruguay. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 57: 605-610. <https://doi.org/10.2307/2480570>
- Irfanullah, H. M. 2006. Algal taxonomy in limnology: An

- example of the declining trend of taxonomic studies? *Hydrobiologia* 559: 1–9. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-9202-z>
- Irisarri, P., S. Gonnet, E. Deambrosi & J. Monza. 2007. Cyanobacterial inoculation and nitrogen fertilization in rice. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 23: 237-242. <https://doi.org/10.1007/s11274-006-9219-0>
- Irisarri, P., S. Gonnet & J. Monza. 2001. Cyanobacteria in Uruguayan rice fields: Diversity, nitrogen fixing ability and tolerance to herbicides and combined nitrogen. *Journal of Biotechnology* 91: 95-103. [https://doi.org/10.1016/s0168-1656\(01\)00334-0](https://doi.org/10.1016/s0168-1656(01)00334-0)
- Kozlíková-Zapomêlová, E., G. Ferrari & M. d. C. Pérez. 2016. *Dolichospermum uruguayense* sp. nov., a planktic nostocacean cyanobacterium from the Lower Uruguay River, South America. *Fottea* 16: 189-200. <https://doi.org/10.5507/fot.2016.009>
- Kruk, C., A. Martínez, G. Martínez de la Escalera, R. Trinchin, G. Manta, A. M. Segura, C. Piccini, B. Brena, G. Fabiano, M. Pirez, L. Gabito, I. Alcántara & B. Yannicelli. 2019. Floración excepcional de cianobacterias tóxicas en la costa de Uruguay, verano 2019. *INNOTEC* 18: 36-68. <https://doi.org/10.26461/18.06>
- Kruk, C., N. Mazzeo, G. Lacerot & C. S. Reynolds. 2002. Classification schemes for phytoplankton: A local validation of a functional approach to the analysis of species temporal replacement. *Journal of Plankton Research* 24: 901-912. <https://doi.org/10.1093/plankt/24.9.901>
- Kruk, C., L. Rodríguez-Gallego, M. Meerhoff, F. Quintans, G. Lacerot, N. Mazzeo, F. Scasso, J. C. Paggi, E. T. H. M. Peeters & S. Marten. 2009. Determinants of biodiversity in subtropical shallow lakes (Atlantic coast, Uruguay). *Freshwater Biology* 54: 2628-2641. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02274.x>
- López, H. L. & A. A. Mariazzi. 1994. Limnology in Argentina: an historical account. *Freshwater Forum* 4: 169-178. Accesible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/50700/Documento\\_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/50700/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Markarian, V. 2015. La universidad intervenida. Cambios y permanencias de la educación superior uruguaya durante la última dictadura (1973-1984). *Cuadernos Chilenos de Historia de la Educación* 4: 121-152.
- Martínez, A., S. Méndez, A. Fabre & L. Ortega. 2017. Intensificación de floraciones de dinoflagelados marinos en Uruguay. *INNOTEC* 13: 19-25. <https://doi.org/10.26461/13.02>
- Martínez de la Escalera, G., C. Kruk, A. M. Segura, L. Nogueira, I. Alcántara & C. Piccini. 2017. Dynamics of toxic genotypes of *Microcystis aeruginosa* complex (MAC) through a wide freshwater to marine environmental gradient. *Harmful Algae* 62: 73-83. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.11.012>
- Martínez de la Escalera, G., A. Segura, C. Kruk, B. Ghattas & C. Piccini. 2019. Genotyping and functional regression trees reveals environmental preferences of toxic cyanobacteria (*Microcystis aeruginosa* complex) along a wide spatial gradient. *BioRxiv*. doi:10.1101/2019.12.20.885111
- Méndez, S. M. 2006. Impacto de las floraciones algales nocivas en Uruguay: origen, dispersión, monitoreo, control y mitigación., In: R. Menafra, L. Rodríguez-Gallego, F. Scarabino & D. Conde. Eds. Bases para la Conservación y el Manejo de la Costa Uruguaya. *Vida Silvestre Uruguay, Montevideo*, pp. 57-69
- Muller-Melchers, F. C. 1953. New and little known diatoms from Uruguay and the South Atlantic Coast. *Comunicaciones Botánicas del Museo de Historia Natural de Montevideo* 3:1-11, 7 pls.
- Pacheco, J. P. 2016. Efectos de la estructura trófica sobre el fitoplancton y perifiton en lagos someros subtropicales y templados. Tesis de Maestría. Universidad de la República, Montevideo.
- Pacheco, J. P., C. Iglesias, M. Meerhoff, C. Fosalba, G. Goyenola, F. Teixeira-de Mello, S. García, M. Gelós & F. García-Rodríguez. 2010. Phytoplankton community structure in five subtropical shallow lakes with different trophic status (Uruguay): A morphology-based approach. *Hydrobiologia* 646: 187-197. <https://doi.org/10.1007/s10750-010-0180-4>
- Pacheco, J. P., C. Iglesias Frizzera, G. Goyenola, F. Teixeira de-Mello, C. Fosalba, A. Baattrup-Pedersen, M. Meerhoff & E. Jeppesen. 2021. Invasion of *Ceratium furcoides* in subtropical lakes in Uruguay: Environmental drivers and fish kill record during its bloom. *Biological Invasions* 23: 3597–3612. <https://doi.org/10.1007/s10530-021-02600-w>
- Pagano, T. 1993. Composición lipídica de microalgas autóctonas del Uruguay e influencia de las condiciones de cultivo. Tesis de Maestría. Universidad de la República. 155 pp.
- Pagano, T., J. Coll & M. A. Grompone. 1998. *Chlorella vulgaris*: composición y cultivo de una microalga colectada en Uruguay. *Ingeniería Química* 14: 47-54.
- Pérez, G., S. Doldán, O. Borsani & P. Irisarri. 2012. Differential response to moderate UV-B irradiation of two heterocystous cyanobacteria isolated from a temperate ricefield. *Advances in Microbiology* 2: 37-47. <http://doi.org/10.4236/aim.2012.21006>
- Pérez, G., V. Cerecetto & P. Irisarri. 2020. Potential cyanobacterial inoculants for rice described from a polyphasic approach. *Agrociencia Uruguay* 24, <https://doi.org/10.31285/agro.24.52>
- Pérez, M. d. C. 2002. Fitoplancton del río Negro, Uruguay. *Limnetica* 21: 81-92.
- Pérez, M. d. C., S. Bonilla & L. De Leôn, J. Šmarda & J. Kormárek. 1999a. A bloom of *Nodularia baltica-spumigena*

- group (Cyanobacteria) in a shallow coastal lagoon of South America. *Algological Studies/Archiv für Hydrobiologie, Supplement* 93: 91-101. [https://doi.org/10.1127/algol\\_stud/93/1999/91](https://doi.org/10.1127/algol_stud/93/1999/91)
- Pérez, M. d. C., S. Bonilla & G. Martínez. 1999b. Phytoplankton community of a polymictic reservoir, La Plata River basin, Uruguay. *Revista Brasileira de Biologia* 59: 535-541. <https://doi.org/10.1590/s0034-71081999000400002>
- Pérez, M. d. C. & A. Carillo. 2005. Picocyanobacteria distribution in the Ebro estuary (Spain). *Acta Botanica Croatica* 64: 237-246.
- Pérez, M. d. C., A. Comas & N. I. Maidana. 2010. Estudio taxonómico del fitoplancton del tramo inferior del río Júcar con especial énfasis en las algas verdes cocales (Valencia-España). *Algas* 44: 13-19.
- Pérez, M. d. C., N. I. Maidana & A. Comas. 2009. Phytoplankton composition of the Ebro River estuary, Spain. *Acta Botanica Croatica* 68: 11-27.
- Pérez, M. d. C. & C. Odebrecht. 2005. The phytoplankton structure of Merin Lagoon: a Subtropical World Biosphere Reserve System (Brasil-Uruguay). *Acta Botanica Croatica* 64: 247-261.
- Piccini, C., L. Aubriot, A. Fabre, V. Amaral, M. González-Piana, A. Giani, C. C. Figueredo, L. Vidal, C. Kruk & S. Bonilla. 2011. Genetic and eco-physiological differences of South American *Cylindrospermopsis raciborskii* isolates support the hypothesis of multiple ecotypes. *Harmful Algae* 10: 644-653. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.04.016>
- Porzekanski, B., J. C. Blanco & E. P. Moure. 1965. Algas agarígenas y agar del Uruguay. *Anales de la Facultad de Medicina* 50: 157-168.
- Rigamonti, N., L. Aubriot, F. Martigani, S. Bonilla & C. Piccini. 2019. Effect of nutrient availability on cylindrospermopsin gene expression and toxin production in *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Aquatic Microbial Ecology* 82: 105-110. <https://doi.org/10.3354/ame01877>
- Roldán, G. 2020. Historical review of limnology in Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 44: 303-328. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1056>.
- Santibañez, I. 1939. Contribución al conocimiento de las diatomeas uruguayas. *Revista Sudamericana de Botánica* 6: 6-9.
- Segura, A. M., C. Kruk, D. Calliari & H. Fort. 2013. Use of a morphology-based functional approach to model phytoplankton community succession in a shallow subtropical lake. *Freshwater Biology* 58: 504-512. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2012.02867.x>
- Sophia, M. D. G. & M. d. C. Pérez. 2010. Planktic Desmids from Merin Lagoon, a biosphere world reserve. *Iheringia - Série. Botanica* 65: 183-199.
- Steinitz-Kannan, M., C. López, D. Jacobsen & M. de L. Guerra. 2020. History of limnology in Ecuador: a foundation for a growing field in the country. *Hydrobiologia* 847: 4191-4206. <https://doi.org/10.1007/s10750-020-04291-1>
- Tornés, E., M. C. Pérez, C. Durán & S. Sabater. 2014. Reservoirs override seasonal variability of phytoplankton communities in a regulated Mediterranean river. *Science of the Total Environment* 475: 225-233. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.04.086>
- Tundisi, G. & T. Matsumura-Tundisi. 2012. *Limnology*, CRC Press, Leiden.
- Vélez-Rubio, G. M., L. González-Etchebehere, F. Scarbino, R. Trinchin, G. Manta, M. Laporta, M. Zabaleta, V. Vidal, A. de Leon-Mackey, & C. Kruk. 2021. Macroalgae morpho-functional groups in Southern marine ecosystems: rocky intertidal in the Southwestern Atlantic (33°35° S). *Marine Biology* 168: 153. <https://doi.org/10.1007/s00227-021-03960-6>
- Vico, P., L. Aubriot, F. Martigani, N. Rigamonti, S. Bonilla & C. Piccini. 2016. Influence of nitrogen availability on the expression of genes involved in the biosynthesis of saxitoxin and analogs in *Cylindrospermopsis raciborskii*. *Harmful Algae* 56: 37-43. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.04.008>
- Vico, P., S. Bonilla, B. Cremella, L. Aubriot, A. Iriarte & C. Piccini. 2020. Biogeography of the cyanobacterium *Raphidiopsis* (*Cylindrospermopsis*) *raciborskii*: Integrating genomics, phylogenetic and toxicity data. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 148. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106824>

Sometido: 15 de diciembre de 2022.

Aceptado: 16 de diciembre de 2022.

# Cuestión de rango. Las categorías infraespecíficas en la nomenclatura algal.

## Question of rank. Intraspecific categories in algal nomenclature

Francisco F. Pedroche<sup>1</sup> y Eberto Novelo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Comité Internacional de Nomenclatura – sección Algas.

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad Autónoma Metropolitana-Lerma & University Herbarium, University of California at Berkeley, USA.  
Email: fpedroche@correo.ler.uam.mx

<sup>2</sup>Departamento de Biología Comparada, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.  
Email: enm@ciencias.unam.mx

Pedroche, F. F. & E. Novelo. 2022. Cuestión de rango. Las categorías infraespecíficas en la nomenclatura algal. *Cymbella* 8(1): 14-20. <https://cymbella.mx>

### RESUMEN

Los rangos taxonómicos, por debajo del nivel de especie, han sido utilizados desde el principio de la ficología para diferenciar discontinuidades o variaciones morfológicas, geográficas o ecológicas en las algas, con sus consecuencias en la taxonomía y la nomenclatura. En términos globales, el 30% de la diversidad algal mundial está compuesta por taxones infraespecíficos (subespecie, variedad o forma), muchas de las veces sin la claridad suficiente para entender su uso. En la presente contribución se explican, los rangos y se brindan ejemplos que pueden orientar a los autores en la aplicación nomenclatural más adecuada de las categorías infraespecíficas para sus objetos de estudio. Se enfatiza, como una buena práctica en taxonomía de algas, en la necesidad de que los autores expongan brevemente los principios rectores de su clasificación infraespecífica y se hace evidente la carencia de un consenso en su empleo y, sobre todo, en el significado biológico que cada uno de los rangos infraespecíficos tiene.

### ABSTRACT

Taxonomic ranks, below the species level, have been used since the beginning of phycology to differentiate discontinuities or morphological, geographical, or ecological variations in algae, with their consequen-

ces in taxonomy and nomenclature. In global terms, 30% of the world's algal diversity is made up of infraspecific taxa (subspecies, variety, or form), often without sufficient clarity to understand their use. In the present contribution, the ranks are explained, and examples are provided that could guide the authors in the most appropriate nomenclatural application of the infraspecific categories for their study objects. Emphasis is placed, as good practice in algae taxonomy, on the need for authors to briefly expose the guiding principles of their infraspecific classification and it becomes evident the lack of a consensus on their use and, above all, on the biological meaning that each of the infraspecific ranges has.

### INTRODUCCIÓN

La mejor manera de justificar una contribución sobre las categorías infraespecíficas, también denominadas en ocasiones subespecíficas, en ficología, es explorar que tan representativas son en la diversidad de un grupo. Es importante recordar que cada grupo taxonómico ha sido enfrentado históricamente de maneras diferentes y vano sería tratar de hacer generalizaciones; por ejemplo, la diferencia entre los zoólogos o aun entre los botánicos (no ficólogos), pues en términos biológicos los significados de estas categorías pueden ser muy diferentes. Por ello,

es conveniente enfatizar que el presente trabajo es una aproximación meramente nomenclatural y no necesariamente de significado biológico o evolutivo, aunque pudiera estar involucrado. Independientemente del tratamiento de las categorías infraespecíficas en cada área de conocimiento, es evidente su pertinencia y se torna relevante preguntar: ¿qué porcentaje de la diversidad algal está representado por categorías infraespecíficas? Dos fuentes fiables a las cuales se puede recurrir para responder esta pregunta son el INA y AlgaeBase. Sin embargo, ambas fuentes difieren en la aproximación que han desarrollado. La primera (INA 2022) comprende todos los nombres de algas publicados efectivamente a partir del 1 de mayo de 1753 (Silva & Moe 1999) a la fecha. Cada entrada incluye el nombre científico, el rango del taxón, autores, datos sobre su publicación, idioma en el que la descripción fue realizada e información sobre el tipo. Se han incorporado aun los nombres vacíos, desnudos o sin descripción (*nomen nudum* o *nom. nud.*), los inválidos, los ilegítimos y los superfluos; mientras que la segunda (Guiry & Guiry 2022), sustentada inicialmente en el INA, se ha orientado en ofrecer a los usuarios, los nombres correctos o taxonómicamente aceptados (Pedroche & Novelo 2021a), con información adicional: distribución, bibliografía, glosario, descripciones y nombres comunes o vulgares. Empleando los datos

publicados por Guiry y Guiry, hasta 2012 existían 33,260 nombres específicos de algas (Guiry 2012). A la fecha, AlgaeBase reconoce 50,830 taxones (nombres correctos o taxonómicamente aceptados) en la diversidad algal mundial, de los cuales 15,332 son infraespecíficos (Guiry com. pers.), esto representa el 30% de la diversidad total. Tomando como ejemplo a las macroalgas marinas del Pacífico mexicano, se pueden destacar algunos datos que muestran las proporciones del uso de estas tres categorías: en Chlorophyta: 4 subespecies (subsp.), 39 variedades (var.) y 34 formas (f.); en Phaeophyceae: 4 subsp., 16 var. y 7 f. y en la División Rhodophyta: 2 subsp., 73 var. y 23 f. Estos datos incluyen la presencia de la categoría típica, cuando se citan rangos infraespecíficos. Así, el 17% de los 1,183 taxones de este litoral son infraespecíficos (Pedroche & Senties, 2020). En el caso de las algas continentales, considerando las 9 Divisiones principales, se tienen 11 subsp., 750 var. y 96 f. es decir 875 de los 3,882 nombres correctos, esto es, el 22% son infraespecíficos (Cuadro 1). Dichos porcentajes justifican una mirada detallada sobre la naturaleza nomenclatural de estos nombres y quizá en un futuro cercano, la discusión de su significado biológico. Así, la intención del presente escrito es orientar a los ficólogos en el uso y aplicación de las categorías por debajo de especie y brindar algunos ejemplos y recomendaciones de

**Cuadro 1.** Categorías infraespecíficas de algas continentales en México.

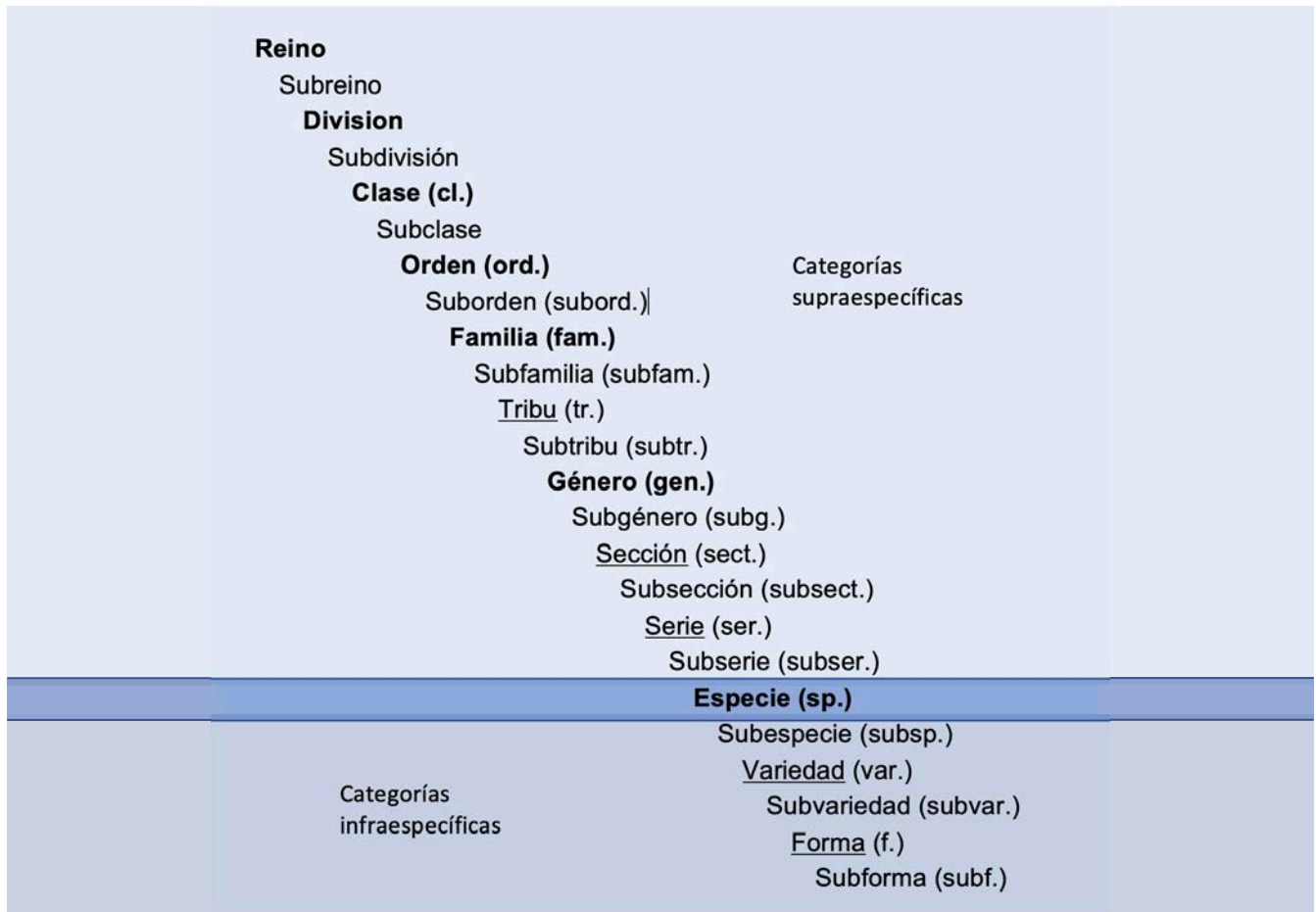
División	subsp.	var.	f.
Cyanoprokaryota	0	25	11
Rhodophyta	0	2	0
Chlorophyta	0	148	18
Charophyta	8	108	18
Euglenophyta	0	48	6
Heterokontophyta	0	4	1
Bacillariophyta	3	410	35
Dinophyta	0	4	7
Cryptophyta	0	1	0

cómo deben ser citadas en un texto científico, de acuerdo con el Código (Turland *et al.* 2018). Pero ¿cuáles son estos taxones infraespecíficos?

### LOS RANGOS TAXONÓMICOS.

Como se ha mencionado en su oportunidad (Pedroche 2019), las clasificaciones taxonómicas son jerárquicas, por ello la existencia de rangos o categorías ascendentes o descendentes y por supuesto, incluyentes. El Art. 3.1 menciona que los **rangos taxonómicos principales** son: reino, división, clase, orden, familia, género y especie y **los secundarios** son: tribu, sección, serie, variedad y forma (Art. 4.1). El Art. 4.2 establece que, si se desea un mayor número de rangos, estos se designan agregando el prefijo (sub-) a los términos que denotan los rangos principales y secundarios (Figura 1). Este es el caso, por ejemplo, de la **subespecie**. El Art. 4.3 cita que se pueden

agregar otros rangos siempre y cuando no se preste, esta acción, a confusiones o errores. Es importante mencionar que el orden de los rangos especificados en los art. 3 y 4 no debe ser alterado (Art. 5.1). El caso que nos ocupa, que atañe a las rangos o categorías infraespecíficas, están regulados en la sección 5, Arts. 24-27. El Art. 24.1 define que un nombre infraespecífico es la combinación de un nombre de especie y un epíteto infraespecífico, **conectados** por un término que denota su rango. Para efectos nomenclaturales, una especie o cualquier taxón de rango inferior a especie se **considera la suma de sus taxones subordinados, si los hubiera** (Art. 25.1). Por ejemplo: *Gelidium corneum* var. *pectinatum* f. *hypnoides* Ardissonne o *Dasya pedicellata* subsp. *stanfordiana* var. *nudicaulis* (E. Y. Dawson) J. N. Norris et Bucher, de esta manera se brinda una clasificación completa de los taxones, dentro de cada especie y no solo su nombre.



**Figura 1.** Rangos taxonómicos más empleados en la literatura ficológica. En **negritas** los denominados principales (Art. 3.1), subrayados aquellos nombrados como secundarios (Art. 4.1). Si se desea un mayor número de rangos, los términos que los designan se forman agregando el prefijo "sub-" (Art. 4.2). Las abreviaturas recomendadas entre paréntesis son de acuerdo a Turland (2019).



Es importante recordar que los nombres, por arriba del nivel de especie, son uninomiales, la especie es binomial (por lo general los ficólogos no insertamos el subgénero como parte del nombre científico) y las infraespecíficas, en la práctica son trinomiales. Cabe aclarar que, aunque en la práctica son trinomiales pueden ser tetranomiales, como se mostró en el párrafo anterior o como en las desmicias: *Actinotaenium cucurbitinum* var. *cucurbitum* f. *minus* (W. West et G. S. West) Teiling y *Actinotaenium cucurbitinum* var. *cucurbitinum* f. *minutum* (Prescott) Teiling ex Croasdale. En estos casos puede argüirse que la variedad es la nominal y puede excluirse, como lo hace AlgaeBase (Guiry & Guiry 2022): *Actinotaenium cucurbitinum* f. *minus* (West & G. S. West) Teiling y *Actinotaenium cucurbitinum* f. *minutum* (Teiling) Croasdale. Pero en el caso de *Actinotaenium diplosporum* var. *americanum* f. *minus* (Cushman) Teiling, debemos conservar el nombre completo, pues no solo refleja la historia del nombre, sino también que la forma *minus* se encuentra incluida en la variedad *americanum*. Si escribimos, como lo hace AlgaeBase en este caso, *Actinotaenium diplosporum* f. *minus* (Cushman) Teiling podríamos interpretar que es una forma dentro de la variedad típica o bien una forma sin variedad alguna, además obviamente de perder el rastro histórico. En este ejemplo hay que notar que en AlgaeBase, bajo el rubro Detalles de la publicación, aparece la aclaración “(como ‘var. *americanum* f. *minus*’)", que no debe interpretarse como un error en la nomenclatura original. La manera “extendida” es más informativa y recomendada, sobre la “abreviada”, pues permite ubicar a una **forma** en su **variedad** y **especie** respectivas, aunque pudiera parecer larga y tediosa, y sobre todo se recomienda cuando exista ambigüedad en la posición del taxón. Como se apuntó arriba, la inserción de palabras indicativas de rango es obligatoria según el Código. **El uso de nombres binomiales para taxones por debajo del rango de especie es inadmisibles** bajo los Códigos de nomenclatura (Jeffrey 1976).

### ALGUNAS PRECISIONES Y EJEMPLOS

- Cuando se considere que una especie comprende dos o más subespecies, variedades o formas, el nombre de la especie se aplica en su conjunto, es decir, incluye a todos los taxones infraespecíficos que contenga, circunscribiendo incluso a los denominados “típicos”, llamados en zoología taxones nominotípicos (Winston 1999; CINZ 2000). Esta condición se encuentra definida por el Art. 26.1 “El nombre

de cualquier taxón infraespecífico que incluya el tipo del nombre legítimo y adoptado de la especie a la cual está asignado, debe repetir como epíteto final el epíteto específico, inalterado y no seguido por una cita de autor” (Art. 46), tales nombres son autónimos y precisa, en el Art. 27.1, que el epíteto final no debe repetir inalterado el epíteto del nombre correcto de la especie a la cual el taxón es asignado, excepto que los dos nombres tengan el mismo tipo. Por ejemplo, el establecimiento de la subespecie *Sargassum sinicola* subsp. *camouii* (E. Y. Dawson) J. N. Norris et Yensen, creó en sí dos subespecies, la subespecie típica: *Sargassum sinicola* Setchell y N. L. Gardner subsp. *sinicola*, que contiene el tipo del nombre de la especie, y la nueva subespecie.

- Es necesario mencionar que el término que denota el rango no forma parte del nombre (Art. 32). Por ejemplo, *Caulerpa racemosa* var. *occidentalis* (J. Agardh) Børgesen y *Caulerpa racemosa* f. *occidentalis* (J. Agardh) Nizamuddin son la misma combinación, de hecho, el mismo nombre: *Caulerpa racemosa occidentalis*, pero son nombres en rangos diferentes. Y lo mismo sucede con *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow var. *rostrata* (Östrup) Hustedt y *Achnanthes lanceolata* (Brébisson) Grunow ssp. *rostrata* (Östrup) Lange-Bertalot (ahora *Planorhynchium rostratum* (Östrup) Lange-Bertalot).
- También es interesante apuntar que se pueden describir formas, dentro de una especie, sin la existencia forzosa de una variedad o variedades circunscritas a una subespecie. La especie *Herposiphonia secunda* (C. Agardh) Ambronn posee cuatro formas: *Herposiphonia secunda* (C. Agardh) Ambronn f. *secunda*, *Herposiphonia secunda* f. *densa* (Pilger). M. J. Wynne, *Herposiphonia secunda* f. *rosea* Schiffner y *Herposiphonia secunda* f. *tenella* (C. Agardh) M. J. Wynne y ninguna variedad. Una práctica muy frecuente en las desmicias, como en *Cosmarium dentatum* Wolle f. *spinosum* Scott et Gronblad o *Cosmarium depressum* Bailey f. *minutum* Heimerl. Por ello la importancia, como se mostró en el ejemplo de *Actinotaenium diplosporum* (P. Lundell) Teiling, de citar la pertenencia de formas a variedades o de variedades a subespecies, de existir estas (Art. 25.1).
- Quizá uno de los taxones con el mayor número de nombres es el género *Caulerpa*, entre otros, con 407 (INA), de los cuales 213 son nombres taxonómicamente aceptados o correctos (104 especies, 39 variedades y 70 formas) (Guiry &

Guiry, 2022). Fernández-García *et al.* (2016) propusieron el uso del término “ecad” para reconocer diferentes morfologías dentro de la especie *C. chemnitzia*: “*C. chemnitzia* ecad laetevirens” con frondas clavadas, “*C. chemnitzia* ecad peltata” con ramulas peltadas o en forma de disco, y “*C. chemnitzia* ecad intermedia”, una forma de transición entre “ecad peltata” y “ecad laetevirens”. Como “ecad” no es un rango o categoría taxonómica (Turland *et al.* 2018), Norris *et al.* (2017) realizaron las combinaciones pertinentes a nivel de variedad: *Caulerpa chemnitzia* var. *laetevirens* (Montagne) Fernández-García et Riosmena-Rodríguez, *Caulerpa chemnitzia* var. *turbinata* (J. Agardh) Fernández-García et Riosmena-Rodríguez, *Caulerpa chemnitzia* var. *vanbosseae* (Setchell et N. L. Gardner) Fernández-García et Riosmena-Rodríguez, sin subespecies o formas.

- La variedad es el rango infraespecífico predefinido. Era común en las primeras publicaciones ficológicas citar a los taxones infraespecíficos sin usar un término que denotará

el rango considerado; por ejemplo, “**α**”, “**β**”, “**γ**”. En J. Agardh (1863) se cita a *Polysiphonia havanensis* Montagne con cuatro taxones infraespecíficos (Fig. 2): *Polysiphonia havanensis α havanensis*, *Polysiphonia havanensis β mucosa*, *Polysiphonia havanensis γ binneyi* y *Polysiphonia havanensis δ insidiosa*. De acuerdo con el Art. 37.4, si una publicación anterior a 1890 utiliza sólo un rango infraespecífico, ese rango se considera variedad a menos que el autor lo indique de otra manera. Las publicaciones a partir de 1890 generalmente indican el rango; si no, los nombres están publicados válidamente, pero sin rango (Art. 37.3). Esto solo antes del 1 de enero de 1953, pues a partir de esta fecha un nombre no está válidamente publicado si carece de una indicación clara del rango en el cual se ubica al taxón propuesto (Art. 37.1). De las combinaciones mencionadas, la única que se considera actualmente como nombre correcto es *Polysiphonia havanensis* var. *mucosa* J. Agardh.

#### Formas puto:

**α. HAVANENSIS** filis inferne capillaribus, sursum attenuatis tenuioribus mollibus, ramis erectinseculis subfasciculatis, articulis omnibus subæqualibus, diametro sesquilongioribus.

*Polysiphonia havanensis* Mont. l. c. et in *R. de la Sagra Hist. Nat. Cuba* p. 34 tab. 5 fig. 3!! *Kg. Sp.* p. 818.

**β. MUCOSA** filis inferne capillaribus sursum valde attenuatis tenuissimis mollibus lubricis, ramis patentioribus, articulis mediis 2-3-plo diametro longioribus.

*P. havanensis* Harv. *Ner. Bor. Amer.* p. 34 (excl. syn.)

**γ. BINNEYI** filis inferne capillo duplo crassioribus sursum parum attenuatis rigidiuseculis, ramis patentibus, articulis omnibus subæqualibus diametro sesquilongioribus.

*P. Binneyi* Harv. *Ner. Bor. Am.* p. 37!!

**δ. INSIDIOSA** caespite fere globoso subfastigiato, filis inferne setaceis sursum valde attenuatis, articulis diametro sesquitriplo longioribus.

*Polysiphonia insidiosa* Crouan *Alg. Finist.* n:o 293!!

*Grammita Richardsoni* Cr. in *Desmaz. Pl. Crypt.* n:o 1209 (nec. Hook.)

Hab. ad Algas et Corallinas oceani atlantici ad littora Galliae (Crouan!); Americae ad Havannam (R. de la Sagra!) ad ins. St. Crucis (Oersted!) ad Key West Americae foederatae (Harvey!).

**Figura 2.** Taxones infraespecíficos de *Polysiphonia havanensis* tomado de J. Agardh (1863), p. 960. Algunos autores consideran que la expresión *Formas puto* (pienso en formas) pudiera mostrar la intención de J. Agardh de asignarles el rango de forma (INA).

## CONSIDERACIONES FINALES

Como se puede observar, entre los ficólogos el rango más usado es la variedad, después la forma y solo en algunas ocasiones se recurre a la figura de subespecie. Aun con estos datos, algunos autores consideran que el uso de rangos infraespecíficos causa confusión y complica el proceso de clasificación (Hamilton & Reichard 1992), convirtiéndose estas categorías en meras subdivisiones en las que aparentemente no hay un consenso ni taxonómico, morfológico, geográfico, ecológico o filogenético. Por lo general, existe poca o nula evidencia o discusión que permita inferir las razones que los autores tuvieron para elegir uno de los tres rangos infraespecíficos. Por ejemplo, Ballantine (1982) describió una nueva variedad de *Halimeda cryptica* Colinvaux et E. A. Graham, con base en la morfología distintiva de los segmentos, el menor tamaño de ellos y un diámetro menor también, en vista superficial, de los mismos (Ballantine 1982, p. 89); sin embargo, no existe un argumento o discusión sobre porqué *Halimeda cryptica* var. *acerifolia* D. L. Ballantine es una variedad y no una forma o una subespecie. Lo mismo sucede en un trabajo más reciente, con información morfológica y molecular, en el género *Coelastrella*. La diferencia entre *C. thermophila* Qinghua Wang et al. y *C. thermophila* var. *globulina* Qinghua Wang et al., es la esfericidad de sus células, la presencia de muchas vacuolas y la sustitución de una base en el marcador ITS2 (Wang et al. 2019), no hay mención sobre el porqué elegir ese rango taxonómico. Parecería que no hay otro rango infraespecífico más que el de variedad. Como mencionan Hamilton & Reichard (1992) y como parte de las buenas prácticas en taxonomía de algas, es imperativo que los autores expongan brevemente los principios rectores de su clasificación infraespecífica para acompañar los casos en que lo hagan o puedan hacerlo. Si la morfología es el eje rector de su decisión, un uso más generalizado de herramientas estadísticas ayudaría al público a comprender las variaciones en los taxones en cuestión y en el caso de información molecular, los intervalos de variación o distancias genéticas entre miembros de la misma población y entre poblaciones de otras variedades, formas o subespecies daría mucha más credibilidad a las soluciones taxonómicas elegidas para entidades problemáticas.

## AGRADECIMIENTOS

A Mike Guiry por proporcionarnos datos no publicados en AlgaeBase.

## REFERENCIAS

Agardh, J.G. 1863. *Species genera et ordines algarum, seu descriptiones succinctae specierum, generum et ordinum,*

- quibus algarum regnum constituitur*. Volumen secundum: algas florideas complectens., Lundae [Lund].
- Ballantine, D.L. 1982. *Halimeda hummii* sp. nov., *Halimeda cryptica* v. *acerifolia* var. nov. (Caulerpales, Chlorophyta), and additional records of *Halimeda* species from Puerto Rico. *Journal of Phycology* 18: 86-91.
- CINZ (Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica). 2000. *Código internacional de nomenclatura zoológica*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- Fernández-García, C., B. Wiyos, R. Riosmena-Rodríguez, E. Peña-Salamanca, & H. Verbruggen. 2016. DNA-assisted identification of *Caulerpa* (Caulerpales, Chlorophyta) reduces species richness estimates for the Eastern Tropical Pacific. *Phytotaxa* 252: 185-120.
- Guiry, M.D. 2012. How many species of algae are there? *Journal of Phycology* 48: 1057-1063.
- Guiry, M.D. & G.M. Guiry. 2022. *AlgaeBase. World-wide electronic publication*. National University of Ireland, Galway, <http://www.algaebase.org>.
- Hamilton, C.W. & S.H. Reichard. 1992. Current practice in the use of subspecies, variety, and forma in the classification of wild plants. *Taxon* 41: 485-498.
- INA. 2022. *Index Nominum Algarum*, compiled by Paul Silva. University Herbarium, University of California, Berkeley. <https://ucjeps.berkeley.edu/INA.html>
- Jeffrey, C. 1976. *Nomenclatura Biológica. Código Internacional de Nomenclatura Botánica. Código Internacional de Nomenclatura Zoológica*. H. Blume, Madrid.
- Norris, J.N., L.E., Aguilar Rosas & F.F. Pedroche. 2017. Conspectus of the benthic marine algae of the Gulf of California: Rhodophyta, Phaeophyceae, and Chlorophyta. *Smithsonian Contributions to Botany* 106: 125 p., 125 figs.
- Pedroche, F.F. 2019. Reflexiones sobre tres nociones: las clasificaciones, los caracteres y los nombres. *Cymbella* 5: 147-151.
- Pedroche, F.F. & E. Novelo. 2021. Nombres válidos, legítimos y correctos en ficología ¿Cuándo se deben usar? *Cymbella* 7: 36-42, 1 fig.
- Pedroche, F.F. & A. Senties, 2020. Diversidad de macroalgas marinas en México. Una actualización florística y nomenclatural. *Cymbella* 6:4-55.
- Silva, P.C. & R.L. Moe. 1999. The Index Nominum Algarum. *Taxon* 48: 351-353.
- Turland, N. J., J.H. Wiersema, F.R. Barrie, W. Greuter, D.L. Hawksworth, P.S. Herendeen, S. Knapp, W.-H. Kusber, D.-Z. Li, K. Marhold, T.W. May, J. McNeill, A.M. Monro, J. Prado, M.J. Price & G.F. Smith (eds.) 2018: Código Internacional de Nomenclatura para algas, hongos y plantas (Shenzhen Code). Versión al español de W. Greuter y R. Rankin Rodríguez. *Occasional papers from the Herbarium Greuter*. 4. Stiftung Herbarium Greuter. Berlin. Accesible en: <https://jolube.files.wordpress>.

com/2018/08/codigo\_nomenclatura\_botanica\_shen-zhen2018.pdf

Wang, Q., H. Song, X. Liu, B. Liu, Z. Hu & G. Liu. 2019. Morphology and molecular phylogeny of coccoid green algae *Coelastrella* sensu lato (Scenedesmaceae, Sphaeropeales), including the description of three new species and two new varieties. *Journal of Phycology* 55: 1290-1305.

Winston, J.E. 1999. *Describing species. Practical taxonomic procedure for biologists*. Columbia University Press, New York.

*Sometido: 5 de enero de 2023*

*Revisado: 14 de febrero de 2023 (tres revisores anónimos)*

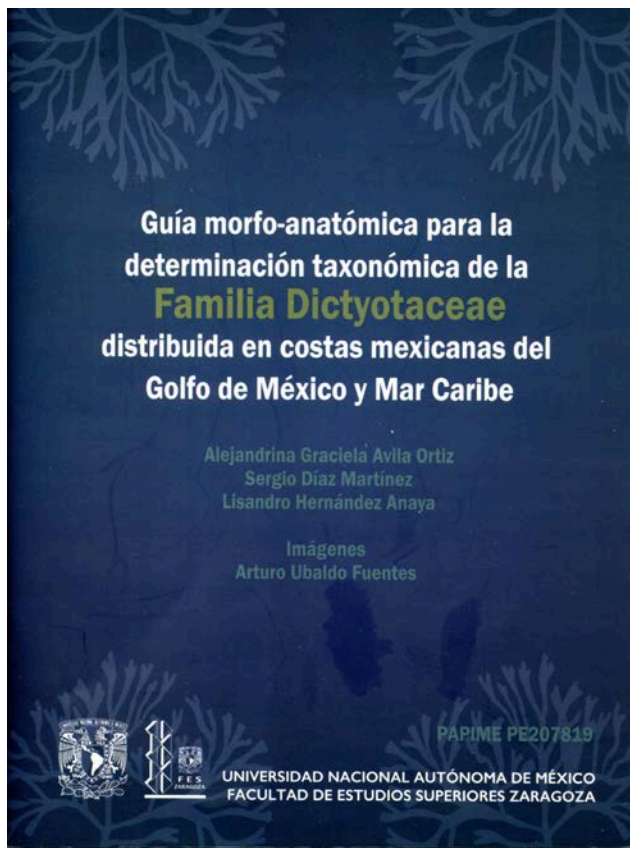
*Aceptado: 15 de febrero de 2023*

# Guía morfo-anatómica para la determinación taxonómica de la familia Dictyotaceae distribuida en costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe.

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. 64 pp.

Ávila Ortiz, A. G., S. Díaz Martínez & L. Hernández Anaya. 2022.

León Álvarez, D. 2022. Guía morfo-anatómica para la determinación de la familia Dictyotaceae distribuida en costas mexicanas del Golfo de México y Mar Caribe. Reseña bibliográfica. *Cymbella* 8(1): 21.22 <https://cymbella.mx>



El esfuerzo de la Dra. Alejandrina Graciela Ávila Ortiz y su equipo de colaboradores se ve reflejado en esta guía, donde los autores ficólogos y especialistas en la familia Dictyotaceae, todos ellos del herbario FEZA, de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza (FES-Z), de la Universidad Nacional Autónoma de México, dan los elementos necesarios para identificar de manera amena y sencilla a los miembros de esta familia con problemática taxonómica compleja. En un cuadernillo de 64 páginas y de cómodo formato para su traslado al campo, abordan primeramente el hábito de las especies (p.ej. forma de cinta, forma de abanico) y después la anatomía, lo cual hace atractiva la guía al público amateur o interesado en ciencias biológicas y ambientales en general y no sólo a los especialistas. Los autores expresan su propósito de generar material de apoyo para identificar géneros y especies de Dictyotaceae del Golfo de México y Mar Caribe, y lo logran copiosamente, pues además de proporcionar claves dicotómicas de identificación, nos obsequian descripciones de caracteres morfológicos y anatómicos diagnósticos o relevantes, que son ilustrados y las diagnosis de 8 géneros con 27 especies, acompañadas con datos de su hábitat y distribución en el litoral del Atlántico mexicano, todas documentadas con material resguardado en el mismo herbario, referencias bibliográficas y varias de las especies con determinación taxonó-

mica confirmada mediante análisis moleculares o con comentarios sobre la certidumbre de las determinaciones. Por último, incluyen un glosario con los términos usados en las descripciones y una lista de las referencias citadas a lo largo del texto. Con todos estos elementos esta guía se convierte en un documento indispensable para todo aquel que se interese por esta familia de algas marinas tropicales mexicanas.

Daniel León Alvarez  
Laboratorio de Ficología y Sección de Algas del  
Herbario de la Facultad de Ciencias, UNAM. Ciudad  
Universitaria 04510, Ciudad de México.  
dla@ciencias.unam.mx

Informes sobre acceso al libro: Dra. Alejandrina  
Avila: aviort27@gmail.com

Ernesto Cabrera Becerril

# Relaciones filogenéticas de las especies del orden Nostocales (Cyanophyta), asociadas a algas rojas de los litorales rocosos de Veracruz

## Tesis de Maestría en Biología.

Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa

Asesores: María Luisa Núñez Reséndiz y Kurt M. Dreckmann Estay

Correspondencia: votzila@gmail.com

Los cianoprocariontes del orden Nostocales constituyen un grupo monofilético, ecológica y taxonómicamente muy diverso, comúnmente asociado con algas rojas, y al mismo tiempo, uno de los órdenes menos estudiados. Se caracterizan por presentar heterocitos (estructura encargada de la fijación de nitrógeno) y acinetos (estructuras de resistencia). Ambos grupos rodofitas y cianoprocariontes, además de compartir ambientes, también comparten diversos elementos estructurales y niveles de organización. El estado de Veracruz, además de ser altamente diverso en estos grupos y de fácil recolección, es uno de los más visitados por estudiantes, profesores e investigadores. En México se ha pasado por alto el estudio de los cianoprocariontes nostocales, teniendo en cuenta que solo 10 trabajos los abordan y solo 3 lo hacen de manera específica. Adicionalmente, se suman la falta de caracteres diagnósticos para las poblaciones mexicanas, ya que la identificación morfológica se ha llevado a cabo tradicionalmente con obras europeas, dado lo anterior, nuestros objetivos fueron: contribuir con el conocimiento de la riqueza específica del orden para el estado y realizar descripciones morfológicas detalladas de las especies de Nostocales de ambientes litorales en Veracruz asociados a algas rojas. Para ello se realizó una colecta durante el año 2020, de crecimientos de cianobacterias en el litoral rocoso, las cuales fueron preservadas en sílica y papel secante para posteriormente rehidratarse con agua marina estéril, elaborar cultivos y preparaciones semipermanentes. Se tomaron microfotografías de los caracteres morfológicos y sus medidas. Las descripciones obtenidas fueron contrastadas con literatura especializada. Se presenta una lista florís-

tica actualizada de cianoprocariontes marinos bentónicos del orden Nostocales, para el estado, que incorpora 32 especies distribuidas en 13 géneros y 7 familias. Del total de taxones, 19 corresponden a adiciones a la flora, de estos, 11 especies fueron identificadas como cf. y ocho a nivel de género, por no coincidir totalmente con la información específica de la literatura. Las familias mejor representadas fueron Rivulariaceae, seguida de Scytonemataceae y Calotrichaceae; las de menor diversidad fueron Nostocaceae, Aphanizomenonaceae y Hapalosiphonaceae y Capsosiraceae. Se reportan por primera vez para México: *Desmosiphon* cf. *neocaledonicus*, *Calothrix* cf. *fonticola*, *Calothrix* cf. *prolifera*, *Rivularia* cf. *nitida*, *Rivularia* cf. *litorea*, *Scytonematopsis* cf. *pilosa* y *S.* cf. *fuliginosa*. Adicionalmente se reportan tres especies por primera vez para el estado: *Calothrix* cf. *contarenii*, *Kyrtuthrix huatulcensis* y *Scytonema* cf. *crispum*. El sitio que presentó la mayor riqueza específica fue Costa de Oro seguido de Playa Muñecos y el Morro de la Mancha. Así mismo, se amplificaron secuencias con los genes 16S y 23S para 15 muestras. A partir de estos resultados se confirmó la identificación de *Phylonema ansata* y dos especies que corresponden a taxones aún no descritos para los géneros *Kyrtuthrix* sp. y *Nunduva* sp., los cuales deben ser descritos. Los resultados revelan que la diversidad del orden Nostocales en el estado de Veracruz ha sido subestimada y se requieren trabajos enfocados al conocimiento del grupo.

*Palabras Clave:* 16S, 23S, Cyanoprocariontes, Diversidad, Filogenia, Riqueza Específica, Taxonomía

**Texto completo solicitar al autor**

Annie May Ek García García  
**Actualización taxonómica de las algas pardas  
(Ochrophyta) marinas bentónicas del Atlántico Mexicano**

**Tesis de licenciatura en Biología**

Facultad de Ciencias, UNAM

Asesor: María Luisa Núñez Reséndiz

Correspondencia: targarienannie@gmail.com

Las algas cafés son un grupo ampliamente distribuido en las costas mexicanas, cuyas especies han sido de suma importancia para el conocimiento del grupo, desde los catálogos previos al 2001, no se han realizado otros trabajos que involucren la revisión y actualización del estatus de las algas pardas en el Atlántico mexicano. El objetivo de este estudio fue integrar un listado de algas pardas del Golfo de México y el Caribe mexicano en el que se consideren todas las actualizaciones taxonómicas de 2001 a la fecha. Es evidente la necesidad de realizar estudios florísticos combinados con enfoques moleculares, que proporcionen un respaldo para un conocimiento más certero e integral de los recursos algales mexicanos y que posibiliten la

incursión en estudios ecológicos o biogeográficos que permitan establecer propuestas de manejo sustentable o conservación.

*Palabras clave: distribución, diversidad, macroalgas marinas, nomenclatura.*

**Texto completo disponible en la Colección de tesis electrónicas "TESIUNAM":**

**[https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/QHIIDIMRP-T3RK52ECXGPMYSMS19A67E5TF4SMXPI-P3RCN736PY-18877?func=findb&local\\_base=-TES01&request=ochrophyta&find\\_code=WR-D&adjacent=N&filter\\_code\\_2=WYR&filter\\_request\\_2=&filter\\_code\\_3=WYR&filter\\_request\\_3=](https://tesiunam.dgb.unam.mx/F/QHIIDIMRP-T3RK52ECXGPMYSMS19A67E5TF4SMXPI-P3RCN736PY-18877?func=findb&local_base=-TES01&request=ochrophyta&find_code=WR-D&adjacent=N&filter_code_2=WYR&filter_request_2=&filter_code_3=WYR&filter_request_3=)**



# DIRECTORIO

## COMITÉ EJECUTIVO NACIONAL

Sociedad Mexicana de Ficología  
Mesa Directiva 2023-2025

### **Dra. Ileana Ortegón Aznar**

Presidenta  
Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)  
Mérida, Yucatán  
oaznar@correo.uady.mx

### **Dr. José Antolín Aké Castillo**

Vicepresidente  
Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías  
Universidad Veracruzana  
aake@uv.mx

## CRÉDITO DE FOTO DE LA PORTADA

Seaweed Grazer

Molusco: *Elysia diomedea*

Algas de varios géneros: *Codium*, *Ulva*, *Ceramium* entre otros.

Localidad: La Paz, B.C.S, Golfo de California

Fecha: 21-mayo-2016

Sustrato: Rocas, conchas y arena

Foto: M. C. Tonatiuh Chávez Sánchez