Catálogo ilustrado de las cianobacterias planctónicas del Uruguay

Graciela Ferrari, Katherine Bombi-Haedo, Kleber Renan de Souza Santos, Lucía Marín

LATU




LATU

Catálogo ilustrado de las cianobacterias planctónicas del Uruguay

Graciela Ferrari, Katherine Bombi-Haedo,
Kleber Renan de Souza Santos, Lucía Marín

Autores

Graciela Ferrari gferrari@latu.org.uy
Katherine Bombi-Haedo kbombihaedo@gmail.com
Lucía Marín luciamarin.bio@gmail.com
Departamento de Calidad de Agua y Evaluación Ambiental.
Laboratorio Tecnológico del Uruguay, Uruguay

Kleber Renan de Souza Santos santoskrs@gmail.com
Centro Universitário Leonardo da Vinci. Uniasselvi, Indaial, Brasil

---

Edición y corrección de estilo
Sofía Surroca sofiasurroca@gmail.com

Diseño y maquetado
Tatiana Mesa www.indiaeditora.com

Corrección de formato bibliográfico y coordinación editorial
Lorena Fiori

Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 2026.

Algunos derechos reservados. Se permite descargar, compartir, remezclar, retocar y crear a partir de esta obra siempre que se cite la fuente y la información no se utilice con fines comerciales.
Esta obra está bajo una licencia de:
Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.



Las opiniones y recomendaciones vertidas en esta publicación no comprometen a las instituciones nombradas.

Para simplificar la redacción y la comodidad en la lectura, se ha optado por usar el masculino genérico sin que ello implique discriminación de género.

Ferrari, Graciela; Bombi-Haedo, Katherine; Santos, Kleber Renan de Souza; Marín, Lucía, 2026. *Catálogo ilustrado de las cianobacterias planctónicas del Uruguay*. Montevideo: LATU.

ISBN 978-9915-9842-6-1
ISBN Digital 978-9915-9842-7-8

CALIDAD AMBIENTAL / CIANOBACTERIAS / MEDIO AMBIENTE / URUGUAY

Dewey 589.46

Agradecimientos

En primer lugar, siento un profundo agradecimiento hacia mi colega y amiga María del Carmen Pérez (*in memoriam*). Juntas compartimos la pasión y el entusiasmo, que nos unieron durante tantas tardes, y fue ella quien, con su dedicación, me inspiró a llevar adelante la idea de este proyecto, nacido de una simple recopilación de fotos, hasta convertirlo en un catálogo.

Vaya mi reconocimiento también al profesor Dr. Jiří Komárek, de la Academy of Sciences of the Czech Republic y la University of South Bohemia, por su visita al LATU durante las Primeras Jornadas de Cianobacterias, celebradas del 7 al 9 de octubre de 2009. Su apoyo en la validación de muchas de las especies aquí presentadas y sus comentarios sobre la taxonomía, sobre todo los detalles que surgen de la experiencia acumulada y que a menudo no se encuentran en las descripciones formales, han sido fundamentales y están plasmados en esta obra.

Además, agradezco enormemente a la profesora Dra. Célia Leite Sant'Anna, del Instituto de Botánica de São Paulo, por sus enseñanzas durante su visita a Montevideo, donde tuvimos el privilegio de compartir largas tardes discutiendo especies, en particular las de *Jaaginema* y *Microcrocis*.

Asimismo, me gustaría distinguir en especial la labor de los pasantes que analizaron cianobacterias en el Laboratorio Biológico del sector de Calidad de Agua y Evaluación Ambiental del Laboratorio Tecnológico del Uruguay: Alejandra Kröger, Lourdes Gabito, Lucila González, Graciela Fernández, Gabriel Lobato, Agustina Cabral y Signe Haakonsson, quien además revisó este documento. No solo aprecio su participación activa en esta tarea, también en la obtención de fotos y el registro de las especies, que fue una valiosa forma de aprendizaje.

Extiendo este agradecimiento a Natalia Rigamonti, del departamento de Agropec, quien siempre ha estado atenta y desarrolló los análisis de ELISA y PCR de las principales toxinas.

Mi gratitud también a Kleber por su espíritu crítico en la revisión de las especies, a Katherine y Lucía por forjar este trabajo con sus aportes y colaborar en la redacción, a Sylvia Bonilla por hacer la primera revisión y enriquecerlo, y a todos los que han contribuido a optimizar su calidad.

Finalmente, gracias a mis autoridades pasadas y presentes en el LATU, que hicieron posible esta publicación: Jorge Silveira, Daniel Volpe, Elina Ordoqui, Patricia Baklayan y Carlos Saizar, a todos los que aceptaron el desafío de revisar este libro, y a los miembros del equipo editor por potenciarlo.

Graciela Ferrari

Prólogo

Las cianobacterias planctónicas son organismos clave en la producción primaria global del planeta y son componentes naturales del fitoplancton. Tienen rasgos fisiológicos y morfológicos particulares, como su capacidad de producir metabolitos secundarios con acción tóxica en animales (cianotoxinas). Los impactos antrópicos, particularmente la eutrofización, son forzantes que favorecen el crecimiento y dominancia de las cianobacterias en el fitoplancton. La eutrofización es el tipo de contaminación más frecuente de los ecosistemas acuáticos de Uruguay. Como consecuencia, las cianobacterias crecen rápidamente generando altas acumulaciones de biomasa, o floraciones. Estos eventos suelen contener altas concentraciones de cianotoxinas de diverso tipo, siendo un riesgo potencial para el uso del agua con diversos fines. Por lo tanto, las cianobacterias reciben gran atención de la comunidad científica internacional, de profesionales y gestores relacionados con el monitoreo ambiental o actividades productivas, de educadores y estudiantes y de público en general.

La identificación de las especies, clásicamente basada en caracteres morfológicos, es fundamental para el estudio científico y técnico de las cianobacterias. Es esencial contar con guías y claves ajustadas para los taxa más frecuentes de cada región. El primer libro que generó información al respecto, y del cual fui la editora, fue publicado en 2009 (*Cianobacterias planctónicas del Uruguay: manual para la identificación y medidas de gestión*) y tuvo un gran impacto para el país y la región, ya que no existía bibliografía de ese tipo disponible. Casi dos décadas después llega esta obra, *Catálogo ilustrado de cianobacterias planctónicas*

del Uruguay, que actualiza y amplía significativamente el número de especies y su información taxonómica y ecológica. Son varios los aspectos a destacar de esta obra, sin lugar a dudas necesaria y fundamental para el trabajo de científicos y técnicos del país y de la región. Se incorpora una clave sencilla basada en morfocaracteres de fácil identificación, que guían al usuario en la identificación. Se aportan valores del volumen celular de las principales especies, con promedios de medidas para muestras del país, indicador fundamental y clave para el cálculo del biovolumen en muestras naturales. Las fichas taxonómicas cuentan con microfotografías de ejemplares colectados por los autores, una tabla sencilla con las características morfológicas, datos de su ecología, distribución y potencial producción de toxinas. La diagramación y formato de las fichas hacen que su uso sea amigable y claro para el usuario. La autora principal, Mag. Graciela Ferrari, y demás coautores cuentan con larga experiencia en taxonomía y cuantificación de cianobacterias. Esta obra será muy relevante y de referencia en el futuro para todos aquellos relacionados a diversas temáticas referidas a las cianobacterias, tanto para Uruguay como para países hispanoparlantes. Celebro su publicación y los invito a consultarla.

Dra. Sylvia Bonilla

Sección Limnología, Facultad de Ciencias,
Universidad de la República, Uruguay



Tabla de contenido

Agradecimientos 7

Prólogo 8

Introducción 15
- Cianobacterias y floraciones 16
- Cianotoxinas 21
- Instituciones que realizan monitoreos técnicos de la presencia de cianobacterias en cuerpos de agua del país 24
- Metodología 29

Características morfológicas y funcionales de las cianobacterias 31
- Formas celulares 31
- Formas de colonias y tricomas 33
- Células diferenciadas 35
- Células terminales 37
- Biovolumen de cianobacterias 38

Clasificación de cianobacterias y clave taxonómica 43
- Cómo utilizar este catálogo 44
- Claves de especies 44
  - Clave 1 45
  - Clave 2 47
  - Clave 3 50

Descripciones de especies presentes en Uruguay 53
- Especies poco frecuentes citadas para Uruguay 55
- Especie marina citada para Uruguay 55

Cátalogo ilustrado 57
- *Anabaenopsis elenkinii* 60

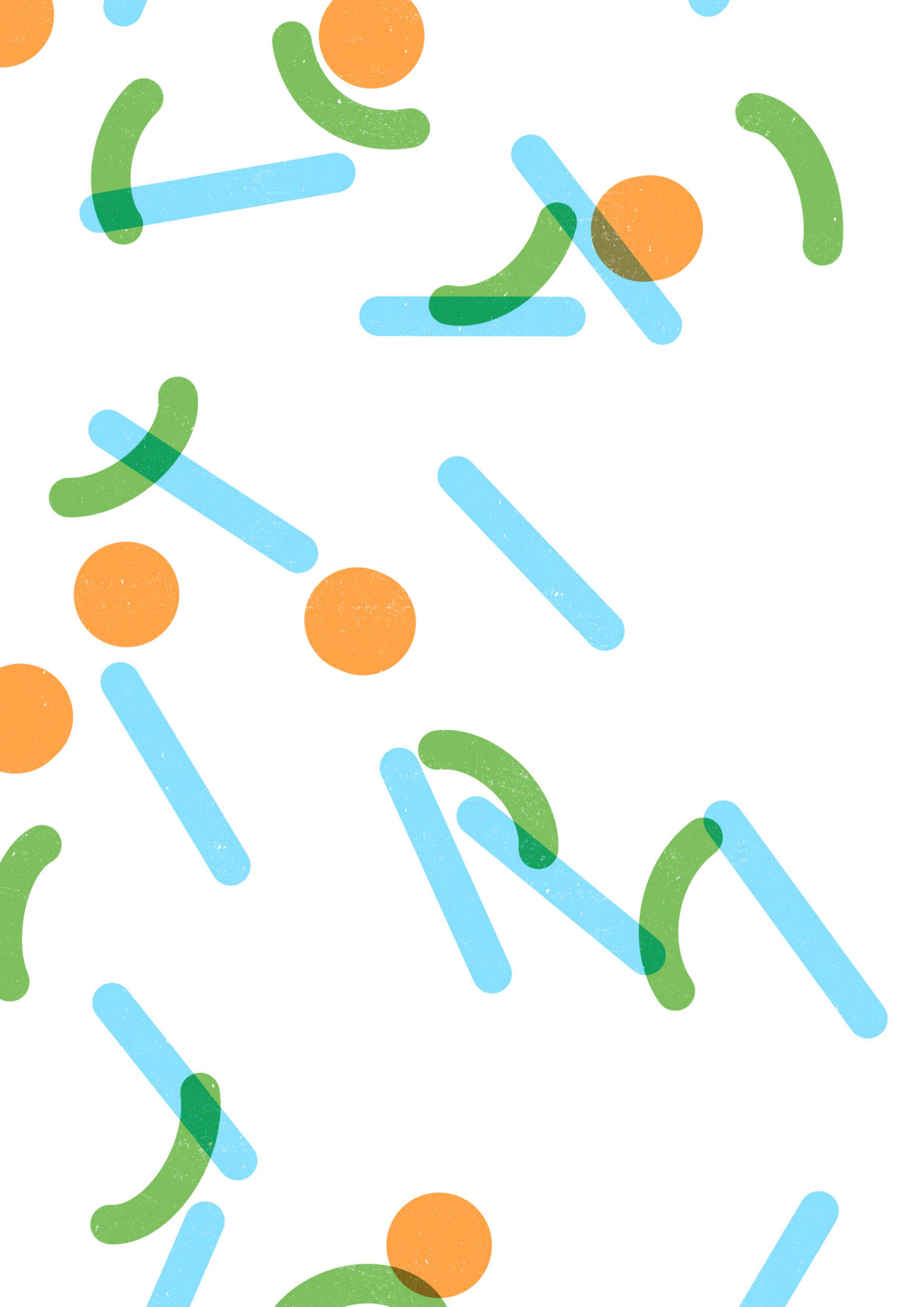
Anathece minutissima 64
Aphanizomenon favaloroi 68
Aphanizomenon gracile 70
Aphanizomenon schindleri.....72
Aphanizomenon yezoense 74
Aphanocapsa delicatissima 78
Aphanocapsa koordersii.....80
Aphanocapsa planctonica 82
Chroococcus dispersus.....86
Chroococcus minutus.....88
Coelosphaerium dubium 92
Coelosphaerium evidenter-marginatum 94
Cuspidothrix issatschenkoi.....98
Dolichospermum circinale 106
Dolichospermum crassum 108
Dolichospermum planctonicum.....110
Dolichospermum uruguayense.....112
Dolichospermum viguieri 114
Geitlerinema splendidum.....118
Jaaginema sp.....122
Johanseninema constrictum 126
Kamptonema formosum.....130
Komvophoron crassum 134
Limnoraphis hieronymusii 138
Limnospira maxima 142
Limnothrix redekei.....146
Merismopedia glauca.....150
Merismopedia tenuissima 152
Microcrocis pulchella 156
Microcystis aeruginosa.....160
Microcystis botrys.....162
Microcystis flos-aquae.....164

Microcystis novacekii 168
Microcystis panniformis 172
Microcystis protocystis 174
Microcystis wesenbergii 176
Oscillatoria limosa 184
Oscillatoria ornata 186
Phormidium uncinatum 190
Planktolyngbya limnetica 194
Planktothrix isothrix 198
Planktothrix suspensa 200
Pseudanabaena biceps 204
Pseudanabaena catenata 206
Pseudanabaena galeata 208
Pseudanabaena limnetica 210
Pseudanabaena moniliformis 212
Pseudanabaena mucicola 214
Radiocystis fernandoi 218
Raphidiopsis acuminato-crispa 222
Raphidiopsis curvata 224
Raphidiopsis mediterranea 226
Raphidiopsis raciborskii 228
Romeria gracilis 232
Sphaerocavum brasiliense 236
Sphaerospermopsis torquesreginae 240
Spirulina major 244

Referencias 247

Glosario 262

Índice de especies 264



Introducción

Este catálogo surge por la necesidad de contar con elementos de fácil aplicación para identificar las cianobacterias de manera rápida y eficiente en los análisis cualitativos y cuantitativos de fitoplancton. De acuerdo con ese objetivo, está compuesto por una clave morfológica, una descripción de las especies, el biovolumen celular y un glosario morfológico, y presenta a las especies más habituales registradas en los cuerpos de agua de Uruguay.

Los monitoreos de calidad de agua y monitoreos de FAN (floraciones algales nocivas) permiten reconocer en el fitoplancton especies potencialmente tóxicas como las cianobacterias, que suelen aumentar su biomasa durante el verano debido a las altas temperaturas. Si bien la Organización Mundial de la Salud (OMS) define tres niveles de vigilancia y alerta para aguas recreacionales y agua para consumo, la normativa nacional (Decreto 226/025) adopta los niveles de alerta 1 para agua de recreación, establecidos a partir únicamente de la concentración de cianotoxinas.

La relación entre especies y toxinas es fundamental en la gestión de los recursos acuáticos y en los análisis de riesgo, más cuando se forman extensas floraciones o espumas de cianobacterias en la superficie del agua y las concentraciones celulares de cada especie son elevadas. En esa línea, se incluye en este catálogo una lista estandarizada de los biovolúmenes para cada especie, que puede ser tomada como base para cálculos futuros.

Este catálogo surge como una actualización, extensión y profundización del *Manual para las cianobacterias planctónicas del Uruguay* (UNESCO, 2009), trabajo uruguayo pionero en el que aparecen las primeras fichas taxonómicas sobre las cianobacterias planctónicas de agua dulce que produjeron floraciones en el país.

Para lograr este objetivo, se relevaron datos históricos de especies observadas en diversas muestras recibidas por el LATU para su análisis.

La información se presenta en fichas taxonómicas de las especies que resumen los aportes de varios autores para satisfacer fácilmente las demandas analíticas y aportar practicidad a la hora de realizar el trabajo en el microscopio.

Para facilitar la lectura de las descripciones, contiene una clave dicotómica asociada a aspectos morfológicos con base en tres grupos principales (Chroococcales, Oscillatoriales y Nostocales) para distinguir las especies. Al final se incluye un glosario con los términos más utilizados en la nomenclatura taxonómica de este grupo.

Cianobacterias y floraciones

Las cianobacterias constituyen un grupo de organismos muy peculiar dentro del fitoplancton: presentan características propias de una bacteria procariota, pero contienen el pigmento universal de los organismos que realizan fotosíntesis oxigénica, la clorofila *a*, distribuida en tilacoides y no en cloroplastos, como lo hacen los organismos eucariotas. Son conocidas como algas verde-azules, por su color, debido a otro pigmento, las ficobilinas, que es cromóforo de la proteína ficocianina de color cian y ficoeritrina rojo. Además de estos pigmentos, las cianobacterias poseen otros pigmentos fotosintéticos accesorios, como carotenoides y xantofilas, que participan en la captación de luz y en la protección del aparato fotosintético frente a condiciones de alta irradiancia (Rippka et al., 1979; Whitton y Potts, 2007; Sant'Anna et al., 2008).

Las floraciones nocivas de fitoplancton (FAN), comúnmente referidas a las algas (HAB, por sus siglas en inglés o FAN por floración algal nociva), son discoloraciones del agua, visibles a simple vista, que resultan de crecimientos rápidos y explosivos de organismos del fitoplancton (Smayda, 1997; Anderson et al., 2002; Hallegraeff et al., 2021). Muchas de ellas son cianobacterias que, tras alcanzar altas abundancias celulares, generan densas biomasas o espumas o acumulaciones en la superficie del agua (UNESCO, 2009). Estos acúmulos tienen diferentes colores, dependiendo del pigmento predominante del organismo que crece.

Se pueden formar floraciones en cuerpos de agua continentales, desde pequeños lagos (Kouassi et al., 2015) a grandes embalses, o en ambientes costeros del mundo (Harke et al., 2016), de la región (Andrinolo et al., 2007; Dörr et al., 2010; O'Farrell et al., 2012; Sathicq et al., 2015; Aguilera et al., 2018) y de nuestro país, en el estuario Río de la Plata (Ferrari y Vidal, 2006; Vidal y Britos, 2012; González-Piana et al., 2017; Bonilla et al., 2026), o en ambiente marino, como ocurre con *Trichodesmium erythraeum* (Ferrari y Méndez, 2000).

Las acumulaciones superficiales usualmente son muy visibles y de un color intenso (Figura 1), los registros históricos en nuestro país han sido de *Microcystis aeruginosa* (Figura 2 B y 2 C). Estos acúmulos suelen generar un olor muy característico, similar a tierra mojada o húmeda, producto de la generación de geosmina y 2-metilisoborneol.

A su vez, no se descarta la posibilidad de que una población de cianobacterias genere metabolitos secundarios que produzcan una toxina aún no identificada, y que pueda tener efectos nocivos a la salud. Un ejemplo de esto se observa en la Figura 1 B, que muestra un tajamar en el que se desarrolló una floración de color verde intenso, muy similar a las floraciones tóxicas de *Microcystis*. Sin embargo, los análisis mostraron que se trataba de una floración de *Merismopedia* y las cianotoxinas resultaron

negativas. Es fundamental que la identificación de las especies y la detección de toxinas se realice de manera simultánea, ya que ambas son imprescindibles para una evaluación precisa del riesgo.

No todas las especies que forman floraciones generan cambios visibles en la coloración del agua ni producen olores característicos. De hecho, se han analizado muestras de agua apenas turbias, e inoloras, que presentaban densidades celulares compatibles con una floración, y con concentraciones de cianotoxinas que representaban un riesgo potencial para la salud humana (Figura 3). Tal fue el caso de la floración de *Raphidiopsis raciborskii* en los tajamares de Colonia y Canelones (Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 2020) (Figura 4). Para llegar a medir estos factores es necesario conocer las especies presentes en las muestras analizadas.



Figura 1. Registros visuales. A) Floración de *Microcystis aeruginosa* en el río Uruguay, en febrero de 2009. Foto tomada por Gonzalo Useta. Fuente: (Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 2009). B) Floración de *Merismopedia tenuissima* en un tajamar en el departamento de Durazno, en marzo de 2020. Fuente: Denise Dell'Acqua (Costa del Cordobés).

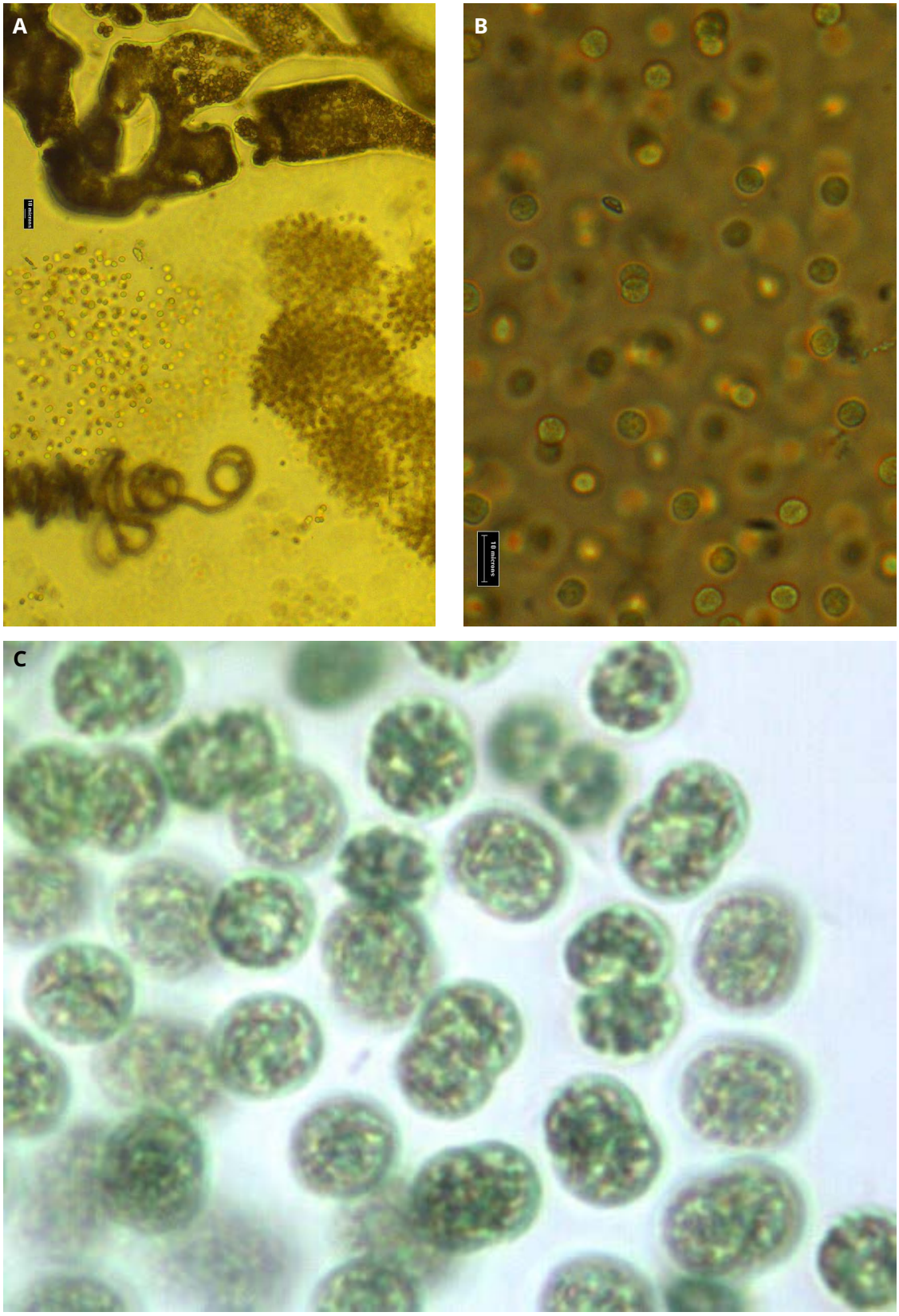


Figura 2. Floración verde bajo microscopio. A) Río Negro, febrero de 2024. B) Río Uruguay, noviembre de 2010. C) Células de *Microcystis aeruginosa*.



Figura 3. Floración de *Raphidiopsis raciborskii* en un tajamar en el departamento de Colonia, en noviembre de 2019. Fuente: INIA.

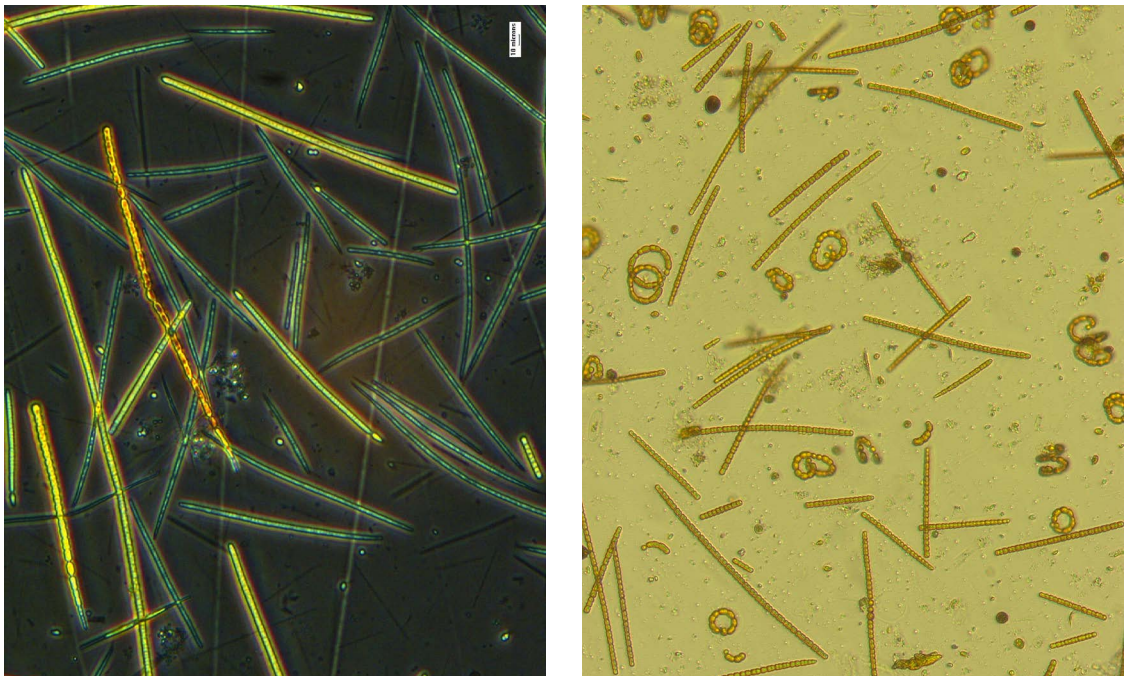


Figura 4. Floración bajo microscopio en contraste de fase de diversas especies de Nostocales a 100 x. Los filamentos vistos en contraste de fase corresponden a diferentes especies y suelen tener distinto color y brillo.

Las floraciones son fenómenos recurrentes en nuestros cuerpos de agua y son consecuencia de la pérdida de calidad de agua asociada a un problema mundial y local (Kruk et al., 2019; Kruk et al., 2021; Kruk et al., 2023). La eutrofización, las modificaciones hidrológicas y los cambios y variabilidad climática son sus principales causas (UNESCO, 2009; Glibert et al., 2014; Glibert, 2020; Bonilla et al., 2021; Goyenola et al., 2021; Nürnberg, 2025, Haakonsson et al., 2025; Bueno et al., 2026). Conocer estos factores es fundamental para la gestión de recursos acuáticos, así como para el análisis de riesgo, más aún cuando se forman extensas floraciones o espumas de cianobacterias en la superficie de un curso de agua y son visibles al ojo humano.

Cianotoxinas

Las floraciones de estos organismos tienen un gran impacto en la salud humana y de otros mamíferos, debido a la producción de cianotoxinas. Estas sustancias tóxicas también repercuten en la economía y el turismo, de modo que afectan los múltiples usos y servicios que prestan los ecosistemas acuáticos: el agua de consumo, las actividades de recreación, el uso de las playas, e incluso pueden comprometer el consumo de peces filtradores, los abrevaderos para animales, o cuerpos de agua destinados a riego, entre otros (UNESCO, 2009; Chorus, 2012; Ballot et al., 2014; Chorus y Welker, 2021; Joniver et al., 2021; Bonilla et al., 2021).

Como en una floración de cianobacterias pueden coexistir poblaciones tóxicas y no tóxicas, la toxicidad de una floración puede ser producida por una cepa extremadamente tóxica que se encuentre en baja biomasa en relación con el resto de las cepas no tóxicas dominantes (Van Apeldoorn et al., 2007; UNESCO, 2009; Vico et al., 2016). En este contexto, la realización simultánea de análisis taxonómicos y de determinación de cianotoxinas en las muestras de agua resulta fundamental para una adecuada evaluación del riesgo. Mientras que la identificación y cuantificación de las cianobacterias permiten caracterizar la composición y abundancia de la comunidad fitoplanctónica, la determinación de cianotoxinas confirma el riesgo toxicológico real asociado a la floración, aportando información esencial para la gestión de la calidad del agua y la protección de la salud pública.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha desarrollado guías para la evaluación del riesgo asociado a las floraciones de cianobacterias en aguas recreacionales y destinadas al consumo humano. En las primeras ediciones, los niveles de vigilancia para aguas recreacionales se establecieron principalmente a partir de la concentración de clorofila *a*, la densidad de cianobacterias expresada en células/mL y la presencia de microcistinas (Chorus y Bartram, 1999; Organización Mundial de la Salud, 2003). La actualización de la normativa por la OMS en 2021 (Chorus y Welker, 2021) amplía este enfoque incorporando el biovolumen de cianobacterias como una métrica complementaria para estimar la biomasa y mejorar la evaluación del riesgo, establece diferentes valores guía para el agua de consumo humano y para actividades recreativas, además de distinguir entre microcistinas, cilindrospermopsina, saxitoxina y anatoxina, y recomienda un enfoque de evaluación de riesgos que tenga en cuenta los diferentes tipos de cianotoxinas presentes en el agua (Dias et al., 2021).

La OMS distingue entre valor guía agudo (VGagudo) y valor guía crónico (VGcrónico) para la evaluación del riesgo asociado a la exposición a cianotoxinas. El VGagudo protege frente a exposiciones de corta duración (horas o días) y se aplica a situaciones puntuales de contaminación o

a floraciones intensas, en las que pueden producirse efectos adversos inmediatos o de corto plazo. En cambio, el VGcrónico protege frente a la exposición repetida o continua durante períodos prolongados (meses o años), principalmente a través del consumo de agua, y considera los posibles efectos derivados de la exposición sostenida a bajas concentraciones de cianotoxinas a lo largo del tiempo.

En la Tabla 1 se especifican los niveles guía ya sea para uso del agua para consumo como para recreación en ambas situaciones. Se recomienda para agua de consumo un valor de 1 µg/L para la exposición crónica y 12 µg/L para la exposición aguda de microcistina; 0,7 µg/L para la exposición crónica y 3 µg/L para la exposición aguda de cilindrospermopsina, mientras que para saxitoxina el valor guía para la exposición aguda es de 3 µg/L. En el caso de anatoxina-a, la OMS propone un valor guía para exposición aguda de 30 µg/L y recomienda que el valor para exposición crónica sea, de manera conservadora, 10 veces inferior al correspondiente a la exposición aguda. Un criterio similar se plantea para las saxitoxinas cuando no se dispone de información toxicológica suficiente para establecer un valor guía crónico (Tabla 1).

Tabla 1.Niveles de vigilancia y alerta para aguas recreacionales y destinadas al consumo humano, adaptados de Chorus y Welker (2021). Microcistina (MIC), anatoxina (ANA), saxitoxina (STX) y cilindrospermopsina (CYN). *El valor guía para microcistinas totales en aguas recreacionales corresponde a Health Canada (2022).

USO DEL AGUA	NIVEL	CÉLULAS/ML	CLOROFILA	BIOVOLUMEN	CIANOTOXINAS
Recreación	Vigilancia	<5000	3-12 µg/L	1-4 mm³/L	10 µg/L MIC*
	Alerta 1 (exposición prolongada)	5000-60.000	12-24 µg/L	4-8 mm³/L	≤24 µg/L MIC ≤60 µg/L ANA ≤30 µg/L STX ≤6 µg/L CYN
	Alerta 2 (exposición aguda)	60.000-120.000	>24 µg/L	8 mm³/L	>24 µg/L MIC >60 µg/L ANA >30 µg/L STX >6 µg/L CYN
Agua destinada al consumo humano	Crónico	Ausencia	<1 µg/L	<0,3 mm³/L	1 µg/L MIC ---- ANA ---- STX 0,7 µg/L CYN
	Agudo	60.000-120.000	1-12 µg/L	0,3-4 mm³/L	12 µg/L MIC 30 µg/L ANA 3 µg/L STX 3 µg/L CYN

Para las microcistinas en aguas recreacionales, el valor de 24 µg/L adoptado por el Decreto 266/025 y considerado por la OMS (2021) como valor de referencia se basa en la derivación de la ingesta diaria tolerable para un único congénere, microcistina-LR (MC-LR), debido a que es uno de los más estudiados y de mayor toxicidad. Sin embargo, Health Canada (2022) recomienda que la evaluación del riesgo en aguas recreacionales se base en la determinación de microcistinas totales, incluyendo tanto la fracción intracelular como la extracelular, y propone un valor guía de 10 µg/L para proteger la salud de los usuarios. Este enfoque contempla la coexistencia de múltiples variantes de microcistinas en las floraciones naturales y proporciona una estimación más representativa del riesgo de exposición.

Durante las últimas décadas se han registrado diversas floraciones en los ecosistemas acuáticos de Uruguay, ríos, estuarios, lagos y lagunas (Bonilla et al., 2015; Kruk et al., 2015; Kruk et al., 2019), pero la presencia de cianobacterias se hace permanente durante todo el año (Ferrari et al., 2011; Ferrari, 2020). Se han detectado diferentes cianotoxinas (microcistina, cilindrospermopsina, saxitoxina y anataxina-a) en varios cuerpos de agua en el país (UNESCO, 2009; Vidal y Britos, 2012; Pírez et al., 2013; Bonilla et al., 2021).

La hepatoxina microcistina se ha encontrado en diversos ambientes acuáticos en los que *Microcystis* spp. han sido dominantes. Valores de esta cianotoxina alcanzaron niveles de 2440 µg/L en espumas de playas costeras del Río de la Plata (febrero de 2004) (De León y Yunes, 2001; Brena et al., 2006; Feola et al., 2011), máximos de 102 µg/L en una floración monoespecífica de *Microcistis wessenbergii* (marzo de 2024, Bonilla et al., 2026), máximos de 344 µg/L en el Río Negro (marzo de 2022), y de 977 µg/L en Rincón del Bonete (abril de 2023) (Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 2023).

La saxitoxina es producida dentro de una gama de especies de cianobacterias y cepas pertenecientes a los órdenes Nostocales, por ejemplo: *Aphanizomenon*, *Dolichospermum*, *Fischerella*, *Cuspidothrix*, *Cylindrospermopsis* y *Raphidiopsis raciborskii*; y Oscillatoriales: *Geitlerinema*, *Planktothrix* y *Microseira wollei* (Chorus y Welker, 2021). Muchas de ellas están presentes en ríos y lagos donde *Aphanizomenom gracile*, *Raphidiopsis raciborskii* y otras especies del orden Nostocales fueron dominantes (Vidal et al., 2009, 2010; Piccini et al., 2011), y en el Río Negro (Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 2024).

También en el Río Negro se registró otra neurotoxina, la anatoxina, en presencia de *Dolichospermum circinale*, *D*. *uruguayense* y *D*. *viguieri* (Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 2025). Además, se identificó la citotoxina cylindrospermopsina en ríos en que las especies *Dolichospermum crassum* y *Aphanizomenon* sp. desarrollaron floraciones (Vidal et al., 2009; Vidal y Britos, 2012; Kozlíková-Zapomělová et al., 2016).

Instituciones que realizan monitoreos técnicos de la presencia de cianobacterias en cuerpos de agua del país

La detección y el seguimiento de cianobacterias en los cuerpos de agua son componentes esenciales de los programas de monitoreo de calidad de agua, especialmente durante el verano, cuando las condiciones ambientales favorecen su proliferación (Reynolds, 2006; Paerl y Huisman, 2008, 2009; Urrutia-Cordero et al., 2020; Haakonsson, et al., 2025). En Uruguay, el análisis de cianobacterias se realiza de forma rutinaria en cuerpos de agua destinados al abastecimiento para consumo humano, recreación, riego y elaboración de productos alimenticios. Diversas instituciones llevan a cabo estos monitoreos técnicos, generando información que contribuye a la evaluación del riesgo sanitario y ambiental y a la gestión sostenible de los recursos hídricos. A nivel de la reglamentación nacional, el Decreto 226/025 (Uruguay, 2025) "Prevención y control de la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas" sustituyó al Decreto 253/979 y sus modificativos (Uruguay, 1979), e incorpora los niveles de cianotoxinas para agua de recreación de las cinco principales cianotoxinas (microcistina, anatoxina, saxitoxina, cilindrospermopsina y nodularina). Para aguas de consumo humano, el programa de la OSE definió como aceptable, de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2008) y el Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT 833:2008), una concentración máxima de microcistinas de 1 µg/L y la ausencia de cianobacterias potencialmente tóxicas en 25 ml de agua potable (OSE, 2006).

Los análisis de microcistinas del agua potable se llevan a cabo cuando especies potencialmente tóxicas alcanzan 2000 células/ml, un biovolumen de 0,2 mm^3/L en agua tratada, o cuando hay floraciones densas observadas en agua cruda (Britos et al., 2009). La Intendencia de Montevideo (IM) y la Comisión Administradora del Río Uruguay (CARU) realizan monitoreos de playas, ya sea con fines recreativos o de balneabilidad. El Digesto de la CARU (2019) establece el límite de las 5000 células/ml de cianobacterias en agua para uso recreacional. En el marco del Programa de Vigilancia de Playas y Estado Trófico del Río Uruguay (PVyET), CARU y la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande (CTM-SG) desarrollan un programa de monitoreo semanal de la calidad del agua en las playas del embalse y del río Uruguay durante el verano, y mensual durante el invierno, en el que cuantifican la densidad de cianobacterias utilizando diferentes niveles guía (Tabla 2). Desde el año 2007 aportan información para prevenir efectos nocivos sobre la salud de la población, y desde el 2012 ampliaron el monitoreo de las playas hacia el sur, hasta Nueva Palmira. Actualmente los equipos técnicos de ambas comisiones realizan mediciones *in situ* y extraen muestras de agua para su análisis

en laboratorios públicos y privados de ambos países. Asimismo, la CARU cuenta con un manual de buenas prácticas que se puede descargar (CARU, 2024).

Tabla 2. Niveles guía y valores indicativos para el "cianosemáforo" utilizado por la CARU en el marco del PVyET. Parámetros para aguas de uso recreativo. Nomenclatura utilizada en los comunicados: sin floración algal (equivale a nivel de vigilancia), precaución (equivale a nivel de alerta 1) y no bañarse (equivale a nivel de alerta 2). Fuente: (CARU, 2024).

	VIGILANCIA	ALERTA 1	ALERTA 2
CLOROFILA *a**	<10 µg/L	10-24 µg/L	>24 µg/L
CIANOBACTERIAS TOTALES	<5000 cel/mL	5000-60.000 cel/mL	>60.000 cel/mL
CIANOBACTERIAS BIOVOLUMEN	<4 mm^3/L	4-8 mm^3/L	>8 mm^3/L
MICROCISTINA	<10 µg/L	10-20 µg/L	<10 µg/L
VIGILANCIA VISUAL ESTADO DE FLORACIONES	Ausencia de cúmulos - 0	Yerba dispersa - 1	Presencia de cúmulos - 2

NOTAS. REPORTE DE LAS ESPECIES DOMINANTES:
*Nivel 1 y 2 de clorofila *a* debe presentar dominancia de cianobacterias. Clorofila *a*: es clorofila activa corregida por feopigmentos. Microcistina: Microcistina-LR. MC-LR es una cianotoxina específica.

La IM implementó en abril de 2010 la bandera sanitaria (color rojo con una cruz verde; Figura 5) con el fin de alertar a la población cuando existe presencia de espumas de cianobacterias y otros eventos que puedan implicar riesgo sanitario (Uruguay. Intendencia de Montevideo, 2010; Uruguay. Intendencia de Montevideo, 2019; Organización Mundial de la Salud, 2021; Uruguay. Intendencia de Montevideo, 2024). En diciembre de 2013 se conformó una Red de Monitoreo Costero integrada por las intendencias de Colonia, San José, Montevideo, Canelones, Maldonado y Rocha, y coordinada por la DINAMA (División Calidad Ambiental). Como parte de sus acciones, esta red creó una cartilla para uniformizar el criterio

de actuación de las intendencias frente a la presencia de cianobacterias en las playas; esta herramienta fue adoptada por el Ministerio de Ambiente y se puede descargar en la web (Uruguay. Ministerio de Ambiente, s. d.; Red de Monitoreo Costero, 2019, 2022). Para ello se creó un Protocolo Nacional de actuación que identifica tres situaciones: 0, 1 y 2.

Situación 0: Cuando no se detectan colonias en el agua.

Situación 1: Cuando la concentración de colonias es baja: se encuentran dispersas y no se observan a simple vista desde lejos, pero sí al acercarse al agua.

Situación 2: Cuando la concentración de colonias es muy alta: aparecen zonas de color verde en el agua que se observan a simple vista desde lejos (espuma cianobacteriana).



Figura 5. Bandera sanitaria en playa Pocitos, Montevideo. Foto: Daniel Sienra.

La integración de los análisis taxonómicos y cuantitativos del fitoplancton con la determinación de cianotoxinas permite una evaluación más completa del riesgo asociado a las floraciones de cianobacterias en los ecosistemas acuáticos. En el Laboratorio Tecnológico de Uruguay (LATU) se realizan análisis de muestras ambientales mediante diferentes metodologías para la detección y cuantificación de las principales cianotoxinas: microcistina, cilindrospermopsina, saxitoxina y anataxina-a. A su vez, como parte de la rutina del Laboratorio de Calidad de Agua y Evaluación Ambiental, se identifica y cuantifica el fitoplancton siguiendo la metodología Utermöhl (1958) a cel/mL a nivel de especie a través de microscopía óptica.
Numerosas especies, particularmente las cianobacterias, forman colonias o filamentos compuestos por múltiples células, por lo que el recuento de individuos no refleja adecuadamente la biomasa ni el potencial riesgo asociado. La concentración celular constituye además la métrica utilizada por las principales guías y normativas para la evaluación del riesgo sanitario y ecológico de las floraciones de cianobacterias, dado que la producción de cianotoxinas está estrechamente vinculada a la cantidad de células presentes en el agua. La expresión en células/mL facilita la comparación entre organismos unicelulares, coloniales y filamentosos, evitando sesgos derivados de las diferentes formas de organización celular.

Por esta razón, el LATU ha priorizado la expresión de los resultados cuantitativos de fitoplancton y cianobacterias en células/mL, proporcionando una medida más representativa de la abundancia real de los organismos y permitiendo la comparación con los niveles de vigilancia establecidos en las guías de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2003). Posteriormente, la actualización de dichas guías incorporó el biovolumen de cianobacterias y la determinación de las principales cianotoxinas como métricas complementarias para una evaluación más integral del riesgo asociado a las floraciones (Chorus y Welker, 2021). En este contexto, la cuantificación en células/mL continúa siendo la base para la estimación del biovolumen y, junto con la determinación de cianotoxinas, constituye una herramienta fundamental para la evaluación de la calidad del agua y la gestión del riesgo sanitario.

La identificación taxonómica de las especies es fundamental para orientar la selección de los análisis de cianotoxinas más apropiados, ya que distintos grupos de cianobacterias tienen diferente potencial de producir metabolitos nocivos o tóxicos y, por lo tanto, requieren estrategias de monitoreo y gestión específicas.

Asimismo, el análisis de la composición, abundancia y diversidad de la comunidad fitoplanctónica constituye una herramienta ampliamente utilizada como indicador biológico en la evaluación de la calidad del agua. En este contexto, la cuantificación en células/mL resulta esencial, ya que proporciona una estimación más representativa de la abundancia de organismos y constituye la base para los cálculos de biovolumen (Reynolds y Descy, 1996; Reynolds, 2006; Hillebrand et al., 1999; UNE-EN 16695:2016 Asociación Española de Normalización y Certificación, 2016).

El biovolumen es una medida que permite estimar de manera más precisa la biomasa fitoplanctónica de un ecosistema al considerar tanto la abundancia como el tamaño de las especies presentes. Además, es una métrica ampliamente utilizada para la evaluación del riesgo asociado a las floraciones de cianobacterias y a la posible producción de metabolitos nocivos o tóxicos por parte de las microalgas (Chorus y Welker, 2021).

La abundancia y el biovolumen de cianobacterias son tomadas como métricas de referencia para la evaluación del riesgo asociado a las floraciones y el establecimiento de niveles guía de alerta. Ambas variables permiten estimar de manera más adecuada la magnitud de una floración y su potencial impacto sobre la salud humana y los ecosistemas acuáticos. Este criterio busca además favorecer la armonización de los resultados con las metodologías y recomendaciones internacionales actualmente empleadas en el monitoreo y la gestión de ecosistemas acuáticos (Organización Mundial de la Salud, 2008, 2021).

Además de la identificación y cuantificación de cianobacterias, el LATU cuenta con capacidades analíticas para la determinación de cianotoxinas

en muestras ambientales. Actualmente se cuantifican microcistinas totales, cylindrospermopsina, saxitoxina y anatoxina-a mediante la técnica de inmunoensayo ELISA, una metodología de alta sensibilidad especialmente útil para análisis de screening y para la detección de toxinas en muestras con baja biomasa de cianobacterias.

Complementariamente, la cuantificación específica de microcistina-LR y saxitoxina en muestras de agua se realiza mediante cromatografía líquida de alta performance (HPLC), lo que permite una determinación selectiva de estos compuestos. La combinación de herramientas taxonómicas, cuantitativas y analíticas posibilita una evaluación integral del riesgo asociado a las floraciones de cianobacterias y a la presencia de sus metabolitos tóxicos.

Asimismo, considerando la capacidad de algunas cianotoxinas de bioacumularse en organismos acuáticos, el LATU ha desarrollado metodologías para la determinación de microcistina-LR en músculo de peces, ampliando las herramientas disponibles para la evaluación de la exposición a estas toxinas a través de la cadena alimentaria. Las capacidades analíticas del LATU se encuentran en constante evolución para responder a los desafíos emergentes ligados a la calidad del agua. La identificación de nuevas especies potencialmente tóxicas, el reconocimiento de metabolitos de interés ambiental y sanitario y la incorporación de nuevos requerimientos regulatorios impulsan el desarrollo y la validación de metodologías analíticas. De esta forma, además de los análisis realizados de rutina, el laboratorio mantiene la capacidad de incorporar la determinación de toxinas emergentes y otros compuestos de interés cuando la evidencia científica o las necesidades de monitoreo así lo requieren, fortaleciendo la evaluación de riesgos y la gestión de los ecosistemas acuáticos.

El incremento en los monitoreos de la calidad del agua en nuestro país ha generado un aumento significativo en los registros de especies de fitoplancton, lo que subraya la necesidad de contar con un listado propio de datos a nivel nacional. En este contexto, es fundamental disponer de herramientas de fácil aplicación para satisfacer las demandas analíticas de manera clara y precisa, específicamente en relación con las especies planctónicas de cianobacterias en Uruguay. Como se mencionó anteriormente, el biovolumen constituye una herramienta fundamental para estimar la biomasa fitoplanctónica y puede utilizarse como base para diversos cálculos y evaluaciones posteriores. Con este objetivo, en el presente catálogo se procuró estandarizar las medidas celulares de las especies registradas en Uruguay, generando una base de referencia nacional para la estimación de biovolúmenes y la comparación de resultados entre estudios y programas de monitoreo.

Este catálogo reúne las especies de cianobacterias más frecuentemente

registradas en los sistemas acuáticos uruguayos, presentadas mediante fichas taxonómicas diseñadas para facilitar su identificación. Cada ficha integra información morfológica, incluyendo valores de biovolumen celular, y una clave taxonómica de las especies que se presentan, con el propósito de brindar una herramienta de consulta práctica que contribuya a la estandarización de los análisis, al fortalecimiento de los programas de monitoreo y a una mejor evaluación del riesgo asociado a las floraciones de cianobacterias.

Metodología

Las muestras analizadas fueron de tres tipos: fijadas con lugol, fijadas con formol al 4 % y muestras frescas. Estas provinieron de diferentes ecosistemas de varios cursos de agua dulce de Uruguay, como el río Uruguay, el Río Negro, el Río de la Plata, embalses, lagunas, lagunas costeras y tajamares. Las especies han sido identificadas bajo microscopio óptico directo Olympus CX41 y BX53 con microscopio invertido Olympus CKX41 y CKX53 (con una magnificación de 1000 x), con cámara incorporada Lumera Infiniti I. Las imágenes y las medidas se obtuvieron con los softwares Image ProPlus y Analizer.

Con el fin de facilitar la lectura, cada descripción incluye un diagrama y una foto ilustrativa como ejemplo. Igual función cumple el glosario con los términos más utilizados en la nomenclatura taxonómica de este grupo, que se adjunta al final de este catálogo.

Además de la identificación a partir de muestras, se realizó una búsqueda bibliográfica sobre registros de cianobacterias en Uruguay, y se incluyeron especies registradas por otros autores (Bonilla, 1997; Pérez et al., 1999a, 1999b; Pérez, 2002; Pérez y Odebrecht, 2005; UNESCO, 2009) que no estaban en nuestros datos históricos. Se compilaron y revisaron todas las especies, y luego se actualizó su identificación, nomenclatura y clasificación, utilizando el trabajo de clasificación de familias más reciente de Komárek et al. (2014), y de géneros y especies de Komárek (2013) y Komárek y Anagnostidis (2007, 2008), y el catálogo online actualizado AlgaeBase (Guiry y Guiry, 2025) y Nordic Microalgae (Torstensson et al., 2024). También se consultó bibliografía específica de géneros y especies, que será citada más adelante.

Una vez elaborada la lista de especies, se procedió a crear, para cada una, una ficha de identificación basada en caracteres morfológicos, utilizando imágenes propias y de otros laboratorios como apoyo visual. Las especies son presentadas de acuerdo con su clasificación filogenética y fueron ordenadas alfabéticamente.

Existen varios manuales sobre la identificación de cianobacterias, tanto a nivel regional como internacional. Algunos de los más relevantes en

la región son los de Sant'Anna et al. (2006), Carvalho et al. (2013) y Tucci et al. (2019). A nivel internacional, se destacan el manual de Cronberg y Annadotter (2006), el reconocido Atlas Ilustrado de Hindák (2008) y el catálogo español (España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 2011).

Este catálogo también pretende convertirse en una herramienta útil para los técnicos, sirviendo como un manual de identificación que facilite el conocimiento y reconocimiento de las cianobacterias presentes en las aguas dulces de nuestro país. En él son presentadas un total de 58 especies, que pertenecen a 30 géneros y 14 familias, dentro de 6 órdenes.

Características morfológicas y funcionales de las cianobacterias

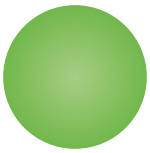
Las cianobacterias presentan una gran heterogeneidad morfológica y amplio rango de tamaños. Las formas más simples son unicelulares, de vida libre o encerradas dentro de una envoltura mucilaginosa. La evolución posterior resultó en la formación de colonias y de tricomas formados por conjuntos o hileras de células. Tricomas rodeados por una vaina son denominados filamentos y pueden presentar ramificaciones y células vegetativas diferenciadas (acinetos y heterocitos) (Komárek y Anagnostidis, 2007, 2008; Komárek, 2010).

Las especies se observan en el microscopio óptico con un aumento de hasta 1000 x, y se identifican en función del tamaño, la forma y la estructura de las células, colonias y filamentos. En esta sección se desarrollan las características que ayudan a identificarlas, y que aparecen en sus respectivas descripciones (imágenes: LATU).

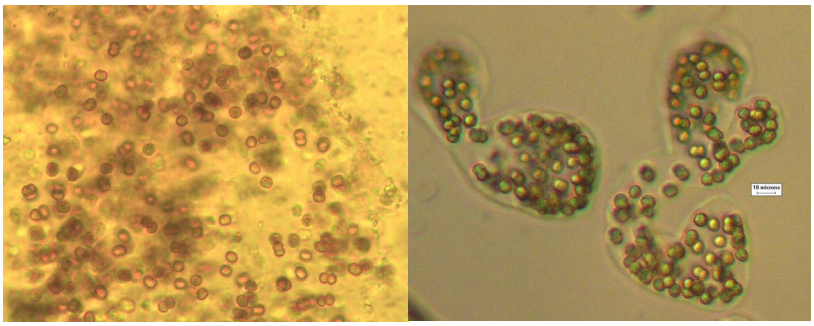
Formas celulares

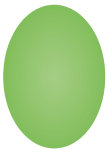
Las células pueden presentar diferentes formas (Figura 6), lo que facilita la identificación taxonómica, además de distintos componentes, como aerotopos (o vesículas de gas) y gránulos.

Figura 6. Formas celulares de los principales grupos de cianobacterias y su vista esquemática.

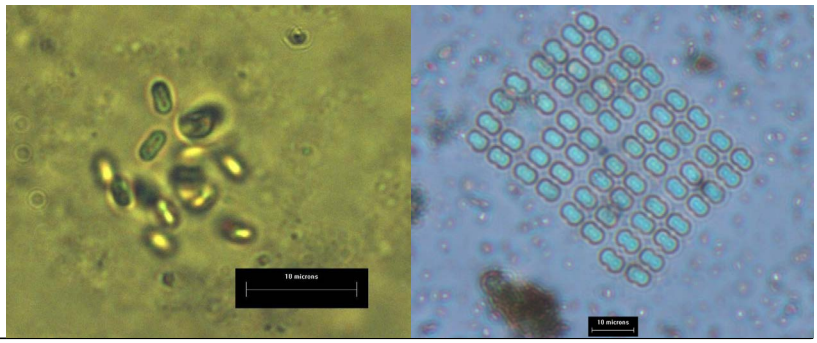


ESFÉRICAS
Ejemplo: *Microcystis*, *Aphanocapsa*



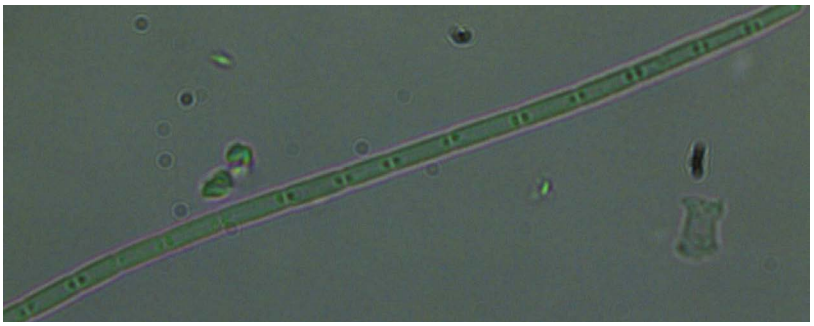


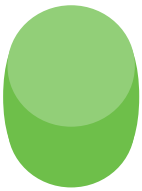
OVALES, ELIPSOIDES
Ejemplo: *Cyanoaggregatum*, *Merismopedia*, *Aphanothece*



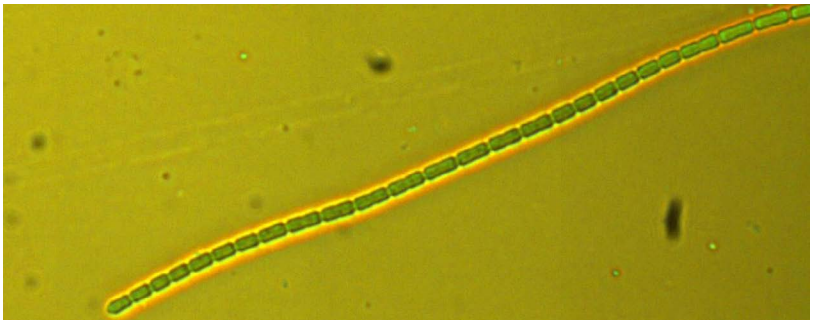


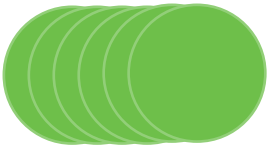
CILÍNDRICAS
Ejemplo: *Planktolyngbya Limnothrix*



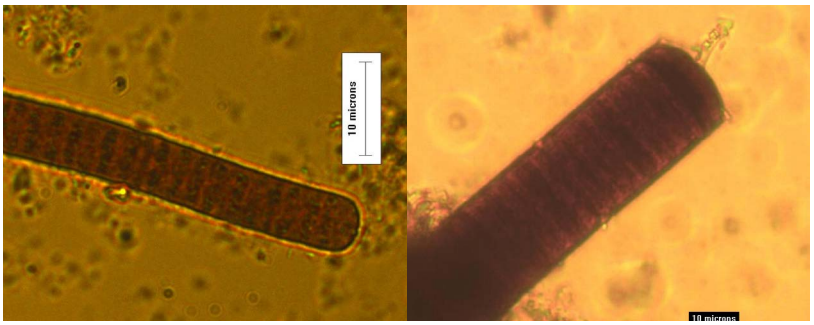


BARRIL
Ejemplo: *Pseudanabaena*, *Johanseninema*



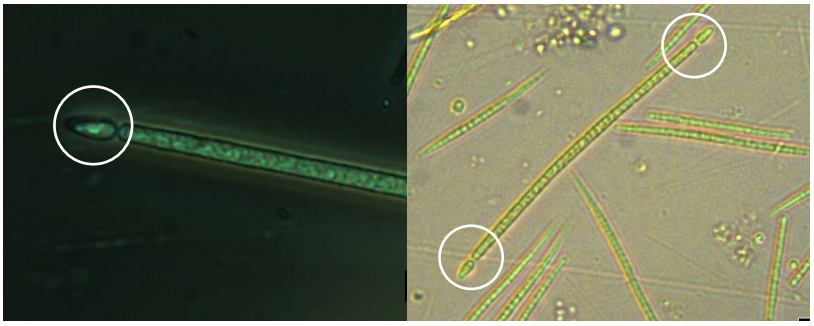


DISCOIDES
Ejemplo: *Oscillatoria*, *Limnoraphis*



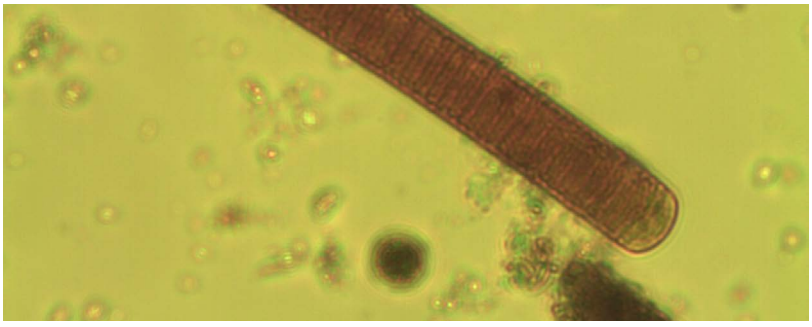


GOTA
Ejemplo: Heteocito de *Raphidiopsis raciborskii*





HEMISFÉRICAS
Ejemplo: Células apicales de *Oscillatoria* y *Planktothrix*



Formas de colonias y tricomas

Las colonias pueden ser planas cuando la división celular es en un único plano y forman una hilera de células (Figura 7). En relación con la disposición de estas células, puede ser regular, como en *Merismopedia* (Figura 7 A), o irregular, como en *Microcrocis* (Figura 7 B).

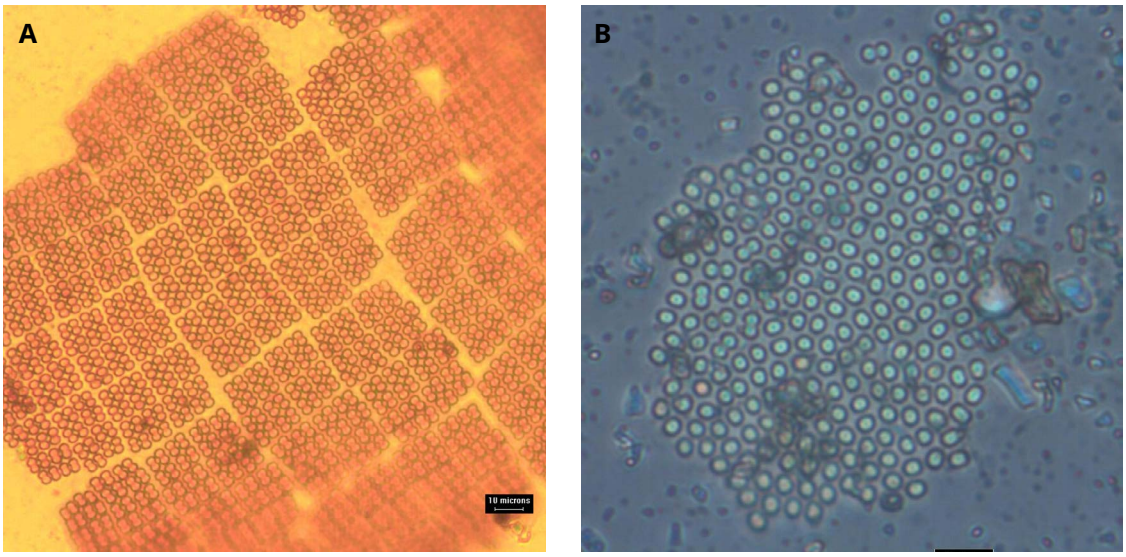


Figura 7. Colonias planas de cianobacterias mostrando la disposición regular (A) e irregular (B) de sus células. A) *Merismopedia glauca*. B) *Microcrocis* sp.

En cambio, pueden ser redondas o globulares cuando la división celular ocurre en tres planos, como en *Microcystis* o *Aphanocapsa* (Figura 8).

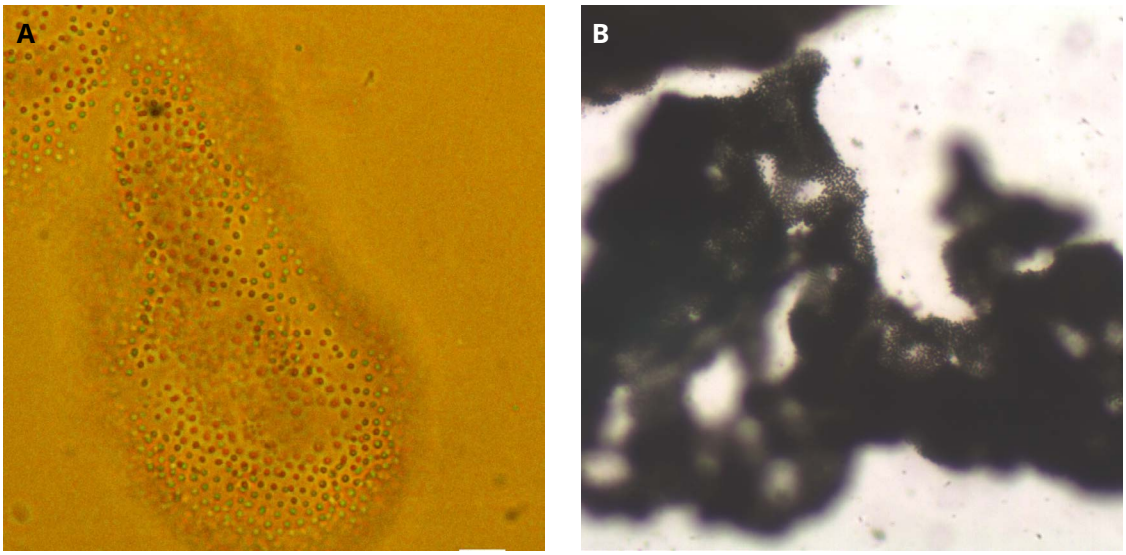


Figura 8. Colonias globulares. A) *Aphanocapsa*. B) *Microcystis aeruginosa*.

Las colonias o filamentos de cianobacterias pueden presentar una envoltura gelatinosa llamada mucílago (Figura 9). Esta es formada de polisacáridos complejos y excretados por las propias células. En algunas especies es refringente, mientras que en otras es indistinguible.

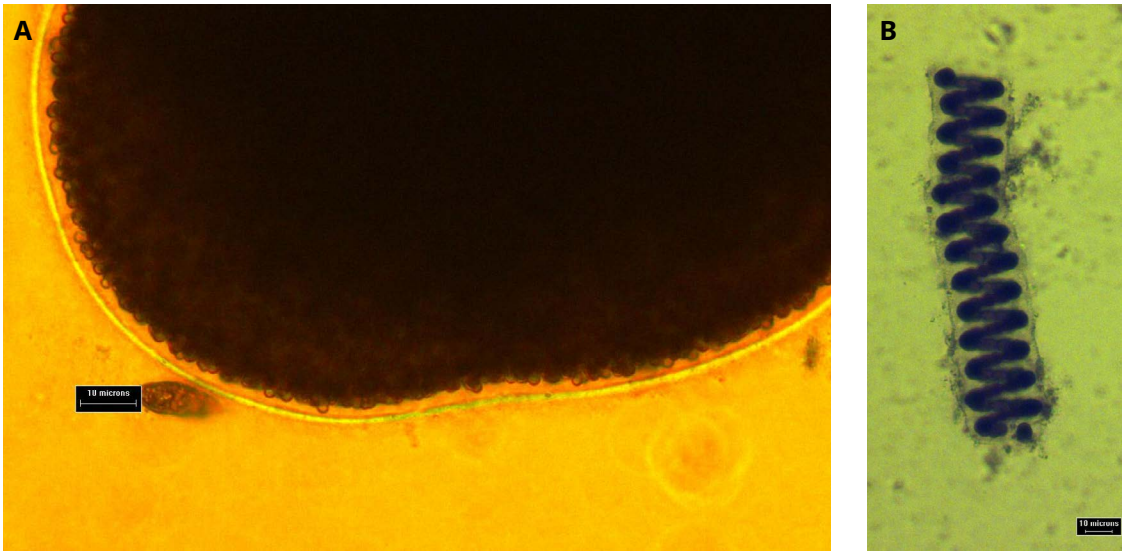


Figura 9. A) Colonia de *Microcystis flos-aquae* mostrando el mucílago refringente envolvente. B) *Dolichospermum uruguayense.*

Además, células y tricomas pueden estar rodeadas de vainas (Figura 10). Estas son capas mucilaginosas excretadas por la célula, que tienen diferentes formas y espesor.

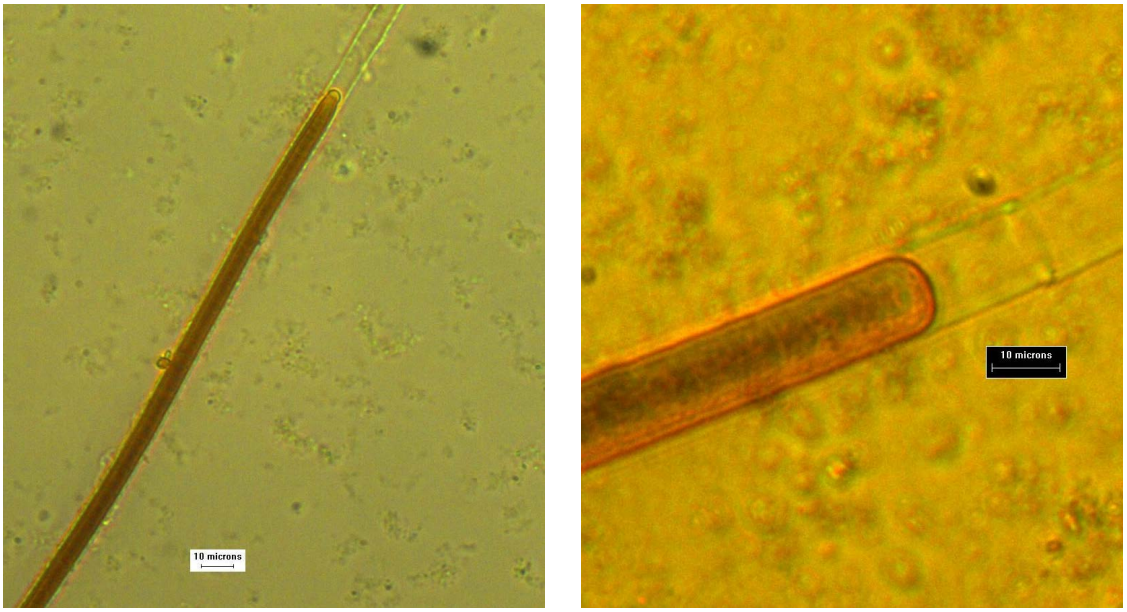


Figura 10. Tricomas de *Phormidium uncinatum*, mostrando su vaina.

Células diferenciadas

Algunas células vegetativas que componen las cianobacterias se diferencian en acinetos y heterocitos para cumplir funciones de resistencia y propagación (Figura 11).



Figura 11. Heterocito y acinete en un mismo tricoma (flechas).

Los acinetos son formados a partir del almacenamiento de sustancias de reserva. Presentan la pared celular engrosada con muchas capas y son de mayor tamaño que las células vegetativas (Figura 12).

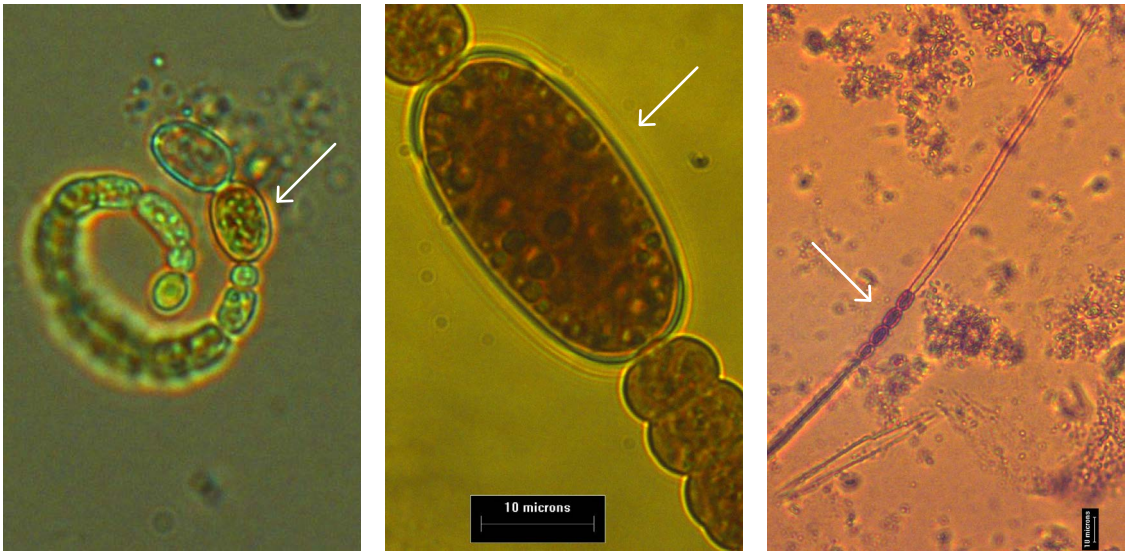


Figura 12. Acinetos (flechas).

Los heterocitos formados a partir de células vegetativas tienen anchas paredes celulares, pueden presentar vaina mucilaginosa y contienen un sistema enzimático que permite la asimilación de nitrógeno gaseoso (Figura 13).

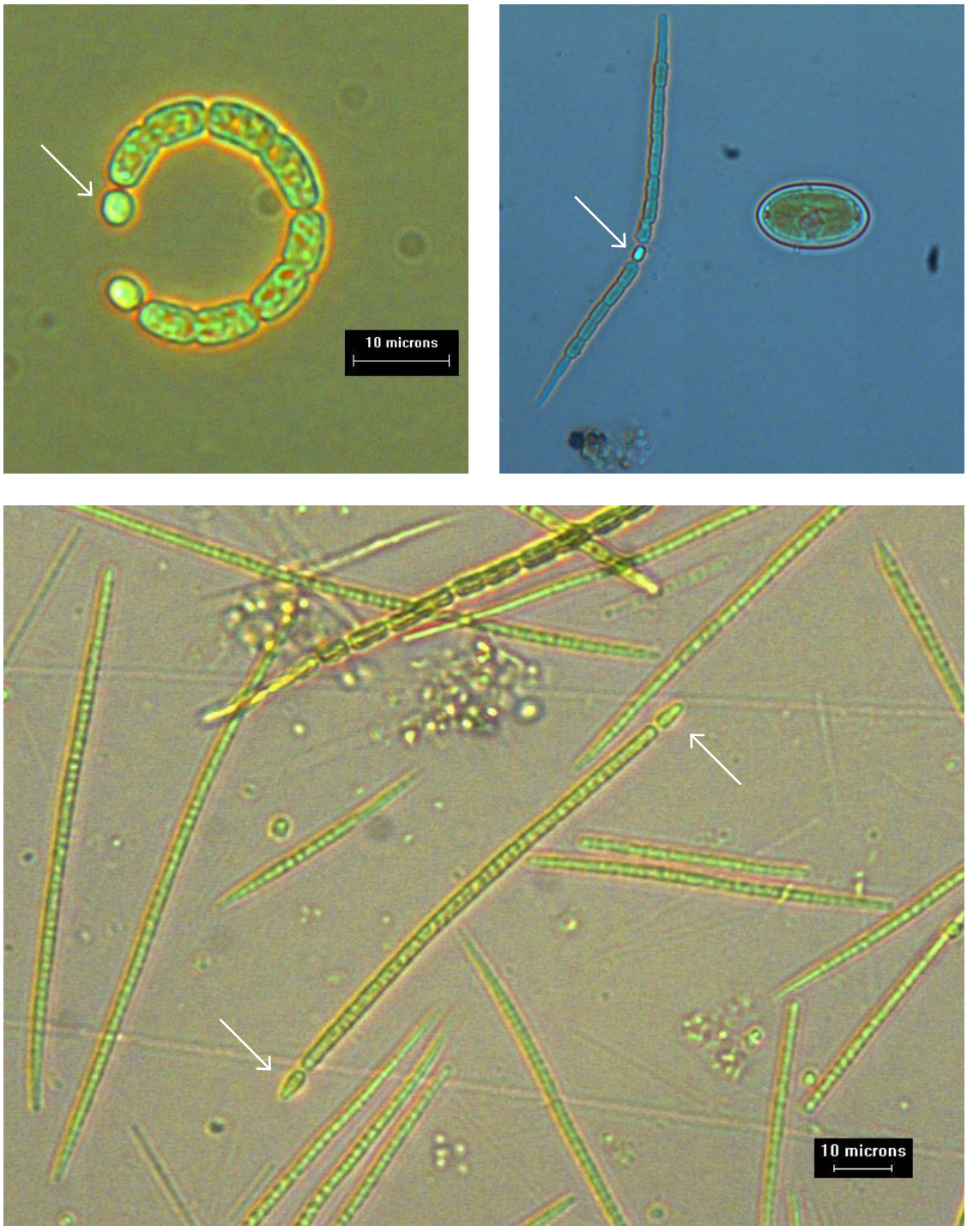


Figura 13. Heterocitos (flechas).

Células terminales

Las características de los extremos de los tricomas y filamentos son importantes para identificar géneros y especies. Las células terminales se diferencian de las restantes células vegetativas en forma y tamaño (Figura 14), e incluso pueden presentar heterocitos terminales (Figura 14 C). También pueden tener estructuras de cobertura finas y externas denominadas caliptras (Figura 15). Estas últimas son formadas por restos de vainas mucilaginosas o de células muertas.



Figura 14. Diferentes formas de células terminales. A) *Raphidiopsis mediterránea*. B) *Cuspidothrix issatschenkoi*. C) *Raphidiopsis raciborskii* y *C. issatschenkoi*.

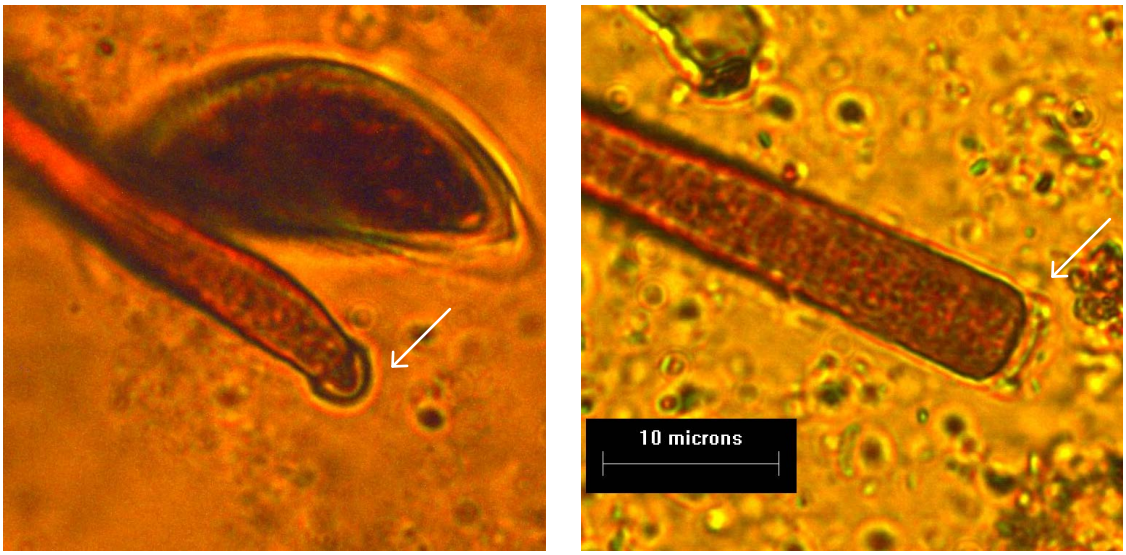


Figura 15. Caliptra (flechas).

Biovolumen de cianobacterias

El biovolumen celular es un promedio de las medidas de las células para cada especie y se realiza con base en las formas geométricas que más se aproximan a la forma de la célula (Tabla 3).

Trabajos como los de Edler (1979), Hillebrand et al. (1999) y Sun y Liu (2003) presentaron fórmulas para ser utilizadas en varios taxones. Algunos trabajos traen propuestas de nuevos modelos geométricos para calcular el biovolumen de especies particulares (por ejemplo, Konoplya y Soares, 2011), lo que evidencia la necesidad de una mejora constante de los cálculos. Aun otros sugieren la necesidad de estandarizar los cálculos debido a la influencia de los fijadores en la reducción del biovolumen de las algas (Hawkins et al., 2005).

En 2016, surge la Norma UNE-EN 16695:2016 (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2016) con el objetivo de estandarizar el método de determinación del biovolumen del fitoplancton a fin de permitir la comparación de datos. Además, los valores de biovolumen se utilizan en combinación con el número de células o concentración de clorofila *a*, en el marco de las directrices de la Organización Mundial de la Salud (2021) y en numerosas regulaciones nacionales e internacionales para la evaluación de riesgos de cianotoxinas.

Bonilla y O´Farrell (2023) recomiendan que los estudios de la ecología del fitoplancton y los monitoreos de cianobacterias estén basados sobre el uso del biovolumen, por considerar que es la mejor variable indicadora de biomasa de estos organismos, ya que el fitoplancton reportado en individuos por unidad de volumen puede llevar a errores de interpretación conceptuales, de los cuales el más grave es subestimar la biomasa de las floraciones.

El valor de biovolumen celular se multiplica por la densidad de la especie en la muestra, y la sumatoria resultante es el biovolumen de la muestra. Las medidas dentro de un filamento o colonia de cianobacterias solo deben realizarse en una célula vegetativa dentro de cada tricoma o colonia. Al menos 20 individuos de cada taxón deberían medirse para garantizar que el error estándar del volumen celular sea inferior al 10 %.

Según la Norma UNE-EN 16695:2016 (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2016), se define la fórmula estandarizada una vez para cada taxón. Dicha norma trae una lista de formas geométricas asociadas a cada taxón y basadas en niveles taxonómicos específicos o para zonas geográficas. Por tanto, siempre que sea posible, el biovolumen celular debe ser específico para los cuerpos de agua que se están monitoreando.

Para Uruguay, se generó una lista de las especies de cianobacterias presentes en los principales ríos del país con su biovolumen celular. Esta

metodología se utiliza en los monitoreos de calidad de agua y floraciones algales nocivas (FAN), y las medidas se van verificando para cada muestra en el momento que se realiza la identificación y conteo celular.

En monitoreos de rutina se recomienda utilizar estas listas de especies estandarizadas con biovolúmenes fijos, tal como hicieron el Ministerio de Ambiente y Salud en Nueva Zelanda en 2009 (Nueva Zelanda. Ministry for the Environment and Ministry of Health, 2009) y Fonseca et al. (2014) para la región tropical de Brasil. De igual manera, la guía de cianobacterias realizada por varios especialistas para los lagos de Concepción en Chile (Almanza et al., 2016) menciona que es un método dispendioso porque requiere contar y medir cada taxa al microscopio.

En esta guía, con el objetivo de estimar valores de biovolumen, se presenta una lista con las medidas del biovolumen celular, las fórmulas utilizadas para su cálculo y las formas geométricas de las principales especies de cianobacterias presentes en el país (Tabla 4). Allí se muestra el factor de biovolumen (mm^3).10^3 para que cuando se multiplique por la densidad (cel/ml) ya queden los valores según la normativa, en mm^3/L.

Tabla 3. Formas geométricas y fórmulas utilizadas para los cálculos de biovolumen de cianobacterias, según Edler (1979), Hillebrand et al. (1999) y la Norma UNE-EN 16695:2016 (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2016).

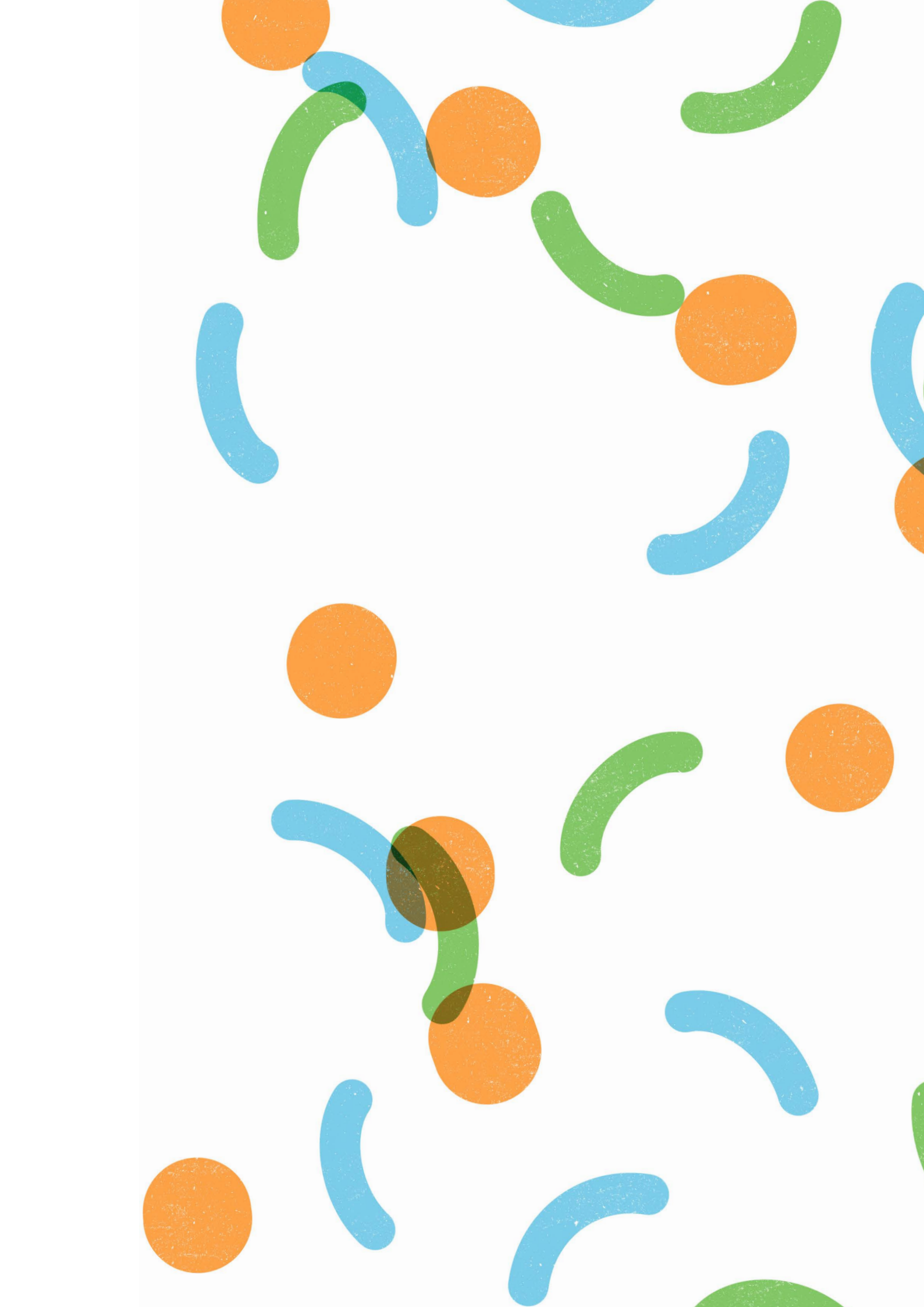
FORMA	FÓRMULA
Cilindro	$1/4x\pi xd^2xh$
Esfera	$1/6x\pi xd^3$
Oval	$1/6x\pi xd1xd2xh$

Tabla 4. Volumen celular estimado para cada especie a partir de la mediana de las medidas celulares (largo, ancho, espesor) tomada para cada una de las taxa (n >20) y factor de biovolumen para el cálculo de biovolumen en mm^3/L.

ESPECIE	VOLUMEN CELULAR (μm^3)	BIOVOLUMEN ($mm^3.10^3$)
Anabaenopsis elenkinii	105,69	1,06E-04
Anathece minutissima	0,91	9,12E-07
Aphanizomenon favaloroi	41,75	4,17E-05
Aphanizomenon gracile	53,71	5,37E-05

ESPECIE	VOLUMEN CELULAR (µm³)	BIOVOLUMEN (mm³.10³)
Aphanizomenon schindleri	48,99	4,90E-05
Aphanizomenon yezoense	25,15	2,51E-05
Aphanocapsa delicatissima	0,84	8,43E-07
Aphanocapsa koordersii	5,88	5,88E-06
Aphanocapsa planctonica	7,20	7,20E-06
Chroococcus dispersus	33,49	3,35E-05
Chroococcus minutus	161,64	1,62E-04
Coelosphaerium dubium	142,76	1,43E-04
Coelosphaerium evidentermarginatum	21,30	2,13E-05
Cuspidothrix issatschenkoi	56,64	5,66E-05
Dolichospermum circinale	479,11	4,79E-04
Dolichospermum crassum	201,09	2,01E-04
Dolichospermum planctonicum	939,89	9,40E-04
Dolichospermum uruguayense	316,16	3,16E-04
Dolichospermum viguieri	33,49	3,35E-05
Geitlerinema splendidum	24,84	2,48E-05
Jaaginema sp.	31,47	3,15E-05
Johanseninema constrictum	28,43	2,84E-05
Kamptonema formosum	96,85	9,68E-05
Komvophoron crassum	84,28	8,43E-05
Limnoraphis hieronymussi	292,65	2,93E-04
Limnospira maxima	226,54	2,27E-04
Limnothrix redekei	8,93	8,93E-06
Merismopedia glauca	23,55	2,36E-05
Merismopedia tenuissima	1,30	1,30E-06
Microcrocis pulchella	14,79	1,48E-05
Microcystis aeruginosa	132,74	1,33E-04

ESPECIE	VOLUMEN CELULAR (µm³)	BIOVOLUMEN (mm³.10³)
Microcystis botrys	77,91	7,79E-05
Microcystis flos-aquae	25,71	2,57E-05
Microcystis novacekii	87,07	8,71E-05
Microcystis panniformis	47,74	4,77E-05
Microcystis protocystis	109,68	1,10E-04
Microcystis wesenbergii	113,04	1,13E-04
Oscillatoria limosa	527,10	5,27E-04
Oscillatoria ornata	141,30	1,41E-04
Phormidium uncinatum	96,41	9,64E-05
Planktolyngbya limnetica	6,20	6,20E-06
Planktothrix isothrix	84,82	8,48E-05
Planktothrix suspensa	58,88	5,89E-05
Pseudanabaena biceps	147,19	1,47E-04
Pseudanabaena catenata	12,83	1,28E-05
Pseudanabaena galeata	3,08	3,08E-06
Pseudanabaena limnetica	2,88	2,88E-06
Pseudanabaena moniliformis	6,84	6,84E-06
Pseudanabaena mucicola	1,96	1,96E-06
Radiocistis fernandoi	194,52	1,95E-04
Raphidiopsis acuminato-crispa	15,70	1,57E-05
Raphidiopsis curvata	56,10	5,61E-05
Raphidiopsis mediterranea	43,72	4,37E-05
Raphidiopsis raciborskii	37,30	3,73E-05
Romeria gracilis	1,69	1,69E-06
Sphaerocavum brasiliense	19,85	1,99E-05
Sphaerospermopsis torquesregina	98,71	9,87E-05
Spirulina major	42,09	4,21E-05



Clasificación de cianobacterias y clave taxonómica

La taxonomía es el principal método utilizado para evaluar la diversidad biológica de organismos. Se basa no solo en la clasificación de taxones morfológicamente similares, sino en un sistema jerárquico que refleja las relaciones evolutivas y crea una red de hipótesis sobre su historia evolutiva (Komárek et al., 2014).

Las cianobacterias son consideradas como uno de los grupos más antiguos de la tierra, sin embargo, su clasificación es especialmente desafiante debido a su pequeño tamaño y a la falta de diferencias morfológicas evidentes (Schopf, 1996; Knoll, 2008).

Fueron agrupadas por Anagnostidis y Komárek (Anagnostidis y Komárek, 1985, 1990; Komárek y Anagnostidis, 1989, 1999, 2005; Komárek, 2003, 2006) principalmente con base en caracteres funcionales y morfológicos, como talo, modo de división celular y producción de células diferenciadas, en cuatro órdenes: Chroococcales, compuesto por organismos tanto coloniales como unicelulares, con mucílago y de formas irregulares; Nostocales, que comprende las formas filamentosas, sin ramificaciones verdaderas y con células diferenciadas como heterocitos y acinetos; Oscillatoriales, con organismos de forma filamentosa, y Stigonematales, con organismos filamentosos con ramificaciones verdaderas.

En los últimos años, el desarrollo de técnicas moleculares aplicadas al estudio de las relaciones filogenéticas entre taxa colaboró con la rápida reordenación de especies. Diversos caracteres morfológicos usualmente utilizados para definir taxones superiores (forma coccal vs. trical, estrechamiento, polaridad, tipos de ramificación o dimensiones) demostraron ser convergencias, es decir que pueden haberse perdido o surgido varias veces durante la evolución de las especies o los géneros (Wilmotte, 1994; Gugger y Hoffmann, 2004; Komárek, 2010, 2013; Schirrmeister et al., 2011; Shih et al., 2013; Komárek et al., 2014).

De esta forma, las nuevas clasificaciones intentan reflejar las relaciones evolutivas del grupo con enfoques integrativos, que combinan criterios moleculares, morfológicos y ecológicos (Komárek et al., 2014).

En esta guía se ha optado por seguir la clasificación taxonómica integrativa para la descripción de especies. Sin embargo, las claves de identificación siguen la estructuración taxonómica más sencilla, basada en caracteres fenotípicos, con el objetivo de que sea una herramienta de uso práctico en la rutina de laboratorio. Además, se incluyen los principales sinónimos que aparecen en la literatura de forma habitual, para facilitar su reconocimiento.

Cómo utilizar este catálogo

Dentro de los niveles de organización taxonómica que se utilizan en la taxonomía de cianobacterias, se ha decidido incorporar la información completa en cada ficha y una clave dicotómica asociada a aspectos morfológicos con base en tres grupos principales (Chroococcales, Oscillatoriales y Nostocales) para distinguir las especies. Por cuestiones prácticas, de los seis órdenes, la clave fue construida en los tres órdenes antiguos y las fichas están ordenadas alfabéticamente.

Claves de especies



1a Cianobacterias cocoides o coloniales (no forman filamentos verdaderos)..... **Clave 1**



2a Filamentos sin heterocitos ni acinetes..... **Clave 2**



2b Filamentos que forman heterocitos y/o acinetes ..... **Clave 3**

Clave 1

1a Colonias planas, con una única capa de células **1**

2a Colonias irregulares y células dispuestas en forma irregular ..... ***Microcrocis pulchella***

2b Colonias cuadradas o rectangulares y células dispuestas en filas regulares **3**

3a Células de diámetro <2 µm ..... ***Merismopedia tenuissima***

3b Células de diámetro de 4 a 6 µm ..... ***Merismopedia glauca***

1b Colonias esféricas, hemisféricas u ovaladas cilíndricas, con una o generalmente más de una capa de células **4**

4a Células dispuestas de forma regular dentro de la colonia ..... ***Coelosphaerium evidenter-marginatum***

4b Células dispuestas de forma irregular dentro de la colonia **5**

5a Células ovales o cilíndricas ..... ***Anathece minutissima***

5b Células esféricas, hemisféricas, obovoides o alargadas **6**

6a Colonias esféricas, ovales o levemente irregulares **7**

7a Células con aerotopos, de diámetro >2 µm, colonias huecas dispuestas en una capa de células **8**

8a Células de 2 a 4 µm de diámetro, dispersas poco densamente y de color amarronado o verdoso ..... ***Sphaerocavum brasiliense***

8b Células de 5 a 7 µm de diámetro, dispersas más o menos densamente y de color verde azulado claro ..... ***Coelosphaerium dubium***

7b Células sin aerotopos, de 0,5 a 1,5 µm de diámetro, colonias con células dispersas uniformemente en toda la colonia ..... ***Aphanocapsa delicatissima***

6b Colonias irregulares, globosas, lenticuladas, lobadas o alargadas **9**

9a Células sin aerotopos, con contenido homogéneo o granulado, de color grisáceo o verde azulado claro..... **10**

10a Células de 2 a 3 µm de diámetro, sin envoltura gelatinosa individual, colonias de cantidad celular variable ..... ***Aphanocapsa planctonica***

10b Células de 3 a 10 µm de diámetro, con envoltura gelatinosa individual, colonias de 2, 4, 8, 16 o 32 células..... **11**

11a Colonias levemente esféricas o con borde irregular, mucílago muy amplio alrededor de las células ..... ***Chroococcus dispersus***

11b Células solitarias o pequeñas colonias con borde esférico u oval..... ***Chroococcus minutus***

9b Células con aerotopos, con contenido granulado oscuro y de color verde azulado oscuro, verde oliva o amarronado **12**

12a Colonias con borde claramente delimitado, firme y refringente ..... ***Microcystis wesenbergii***

12b Colonias con borde irregular o difluente **13**

13a Mucílago estrecho (<1 µm) o sin exceder el margen de las células en la periferia de la colonia **14**

14a Colonias muy compactas, con células densamente agregadas .... ***Microcystis flos-aquae***

14b Colonias densas, con células parejamente distribuidas ..... ***Microcystis panniformis***

13b Mucílago amplio (>1 µm) en la periferia de la colonia..... **15**

15a Células dispuestas densamente en el centro de la colonia, con células solitarias en la periferia **16**

16a Células dispuestas densamente en el centro de la colonia, con células

solitarias en la periferia ..... ***Radiocystis fernandoi***

16b Células de 4 a 7 µm de diámetro, dispuestas en la periferia de forma irregular ..... ***Microcystis novacekii***

15b Células dispuestas de igual forma en toda la colonia **17**

17a Colonias irregulares, no lobadas, con células de 5 a 6,5 µm de diámetro, de color verde azulado, dispuestas muy poco densamente en el mucílago ..... ***Microcystis protocystis***

17b Colonias esféricas, lobadas, globosas, con células de 4 a 7 µm de diámetro, de color oscuro, con distribución densa en el mucílago ... **18**

18a Colonias clatreadas, con subcolonias y células con distribución levemente densa en la colonia ..... ***Microcystis aeruginosa***

18b Colonias no clatradas, con células agregadas irregularmente en grupos muy densos y esféricos de mucílago ..... ***Microcystis botrys***

Clave 2

1a Células con constricciones diferenciadas..... **2**

2a Células de ancho >3,5 µm..... **3**

3a Células discoides, células apicales hemisféricas..... ***Oscillatoria ornata***

3b Células no discoides, células apicales redondeadas..... **4**

4a Células con forma de barril..... ***Johanseninema constrictum***

4b Células con forma esférica o casi isodiamétricas ..... ***Komvophoron crassum***

2b Células de ancho <3,5 µm **5**

5a Tricomas formando curvas irregulares o hélices, sin envoltura o vaina ..... ***Romeria gracilis***

5b Tricomas rectos o levemente curvos, con envoltura mucilaginosa y sin vaina..... **6**

6a Células con aerotopos **7**

7a Células de 0,8 a 3 µm de ancho, de color verde brillante, pálido o azul grisáceo y 1 o 2 aerotopos polares .. .. ***Pseudanabaena galeata***

7b Células de 2 a 3 µm de ancho, de color verde azulado brillante o pálido y un aerotopo grande subterminal o algunos aerotopos pequeños ..... ***Pseudanabaena biceps***

6b Células sin aerotopos..... **8**

8a Tricomas cortos, con pocas células, 3 o 6 (cantidad de células <12), asociados al mucílago de otras microalgas..... ..... ***Pseudanabaena mucicola***

8b Tricomas con cantidad de células variables, sin asociación al mucílago de otras microalgas..... **9**

9a Células cilíndricas largas, de 2 a 4 µm de largo, con contenido homogéneo y separación leve entre las células..... ***Pseudanabaena limnetica***

9b Células de 3 a 6,5 µm de largo, claramente delimitadas unas de las otras **10**

10a Células sin separación, con pocos gránulos ..... ***Pseudanabaena moniliformis***

10b Células separadas y septos translúcidos, sin gránulos ..... ***Pseudanabaena catenata***

1b Células con constricciones leves o sin constricciones..... **11**

11a Tricomas de color verde azulado o verde oliva, células

apicales atenuadas **12**

12a Tricomas enrollados en hélices ..... ***Limnospira maxima***

12b Tricomas rectos o levemente arqueados **13**

13a Células más largas que anchas **14**

14a Contenido celular no homogéneo, células apicales redondeadas ..... ***Jaaginema*** sp.

14b Contenido celular homogéneo, células apicales puntiagudas, notablemente atenuadas ..... ***Geitlerinema splendidum***

13b Células más anchas que largas o isodiamétricas **15**

15a Células apicales cónicas obtusas, cónicas redondeadas o cónicas agudas, formando un gancho, sin caliptra y con vaina muy fina o ausente ..... ***Kamptonema formosum***

15b Células apicales capitadas, rectas, con vaina y caliptra obtusa o redondeada ..... ***Phormidium uncinatum***

11b Tricomas de color azul verdoso, amarronado, amarillo verdoso, verde claro, oliva o verde grisáceo, células apicales no atenuadas **16**

16a Células de ancho ≤5 µm **17**

17a Células apicales alargadas, hemisféricas o redondeadas cónicas, con 2 o 3 aerotopos ..... ***Planktothrix suspensa***

17b Células apicales no alargadas, redondeadas o cilíndricas **18**

18a Contenido celular con aerotopos dispuestos de forma apical ..... ***Limnothrix redekei***

18b Contenido celular sin aerotopos **19**

19a Tricomas rectos o levemente arqueados ..... ***Planktolyngbya limnetica***

19b Tricomas enrollados ..... ***Spirulina major***

16b Células de ancho ≥5 µm **20**

20a Contenido celular granulado, sin aerotopos..... ***Oscillatoria limosa***

20b Contenido celular sin gránulos, con aerotopos **22**

21a Tricoma con vaina firme, homogénea, incolora, diversos aerotopos..... ***Limnoraphis hieronymusii***

21b Tricoma sin vaina, gran cantidad de aerotopos..... ***Planktothrix isothrix***



Clave 3

1a Formación de acinetes sin formación de heterocitos..... **2**

2a Tricomas curvos sigmoidales o circulares irregulares, acinete de forma oval o de barril..... ***Raphidiopsis curvata***

2b Tricomas isopolares, cortos, rectos o con leve curva, acinete cilíndrico, elipsoidal o con forma de barril ... ***Raphidiopsis mediterranea***

1b Formación de acinetes y heterocitos **3**

3a Heterocitos terminales con formato de gota o esféricos..... **4**

4a Células de 5 a 9 µm de ancho, de forma ovoide alargada o con forma de huso y acinete elíptico a redondeado..... ***Anabaenopsis elenkinii***

4b Células de 2 a 3 µm de ancho, de forma cilíndrica o de barril y acinete cilíndrico oval **5**

5a Tricomas rectos o ligeramente curvados, células apicales cónicas, estrechas y redondeadas..... ***Raphidiopsis raciborskii***

5b Tricomas curvados en forma circular o sigmoideos, células apicales puntiagudas ..... ***Raphidiopsis acuminato-crispa***

3b Heterocitos intercalares con formato de barril, elípticos, elipsoidales, esféricos, cilíndricos, ovales o redondeados **6**

6a Tricomas atenuados hacia los ápices, células apicales afinadas, cilíndricas o cónicas **7**

7a Tricomas sin constricciones o apenas constrictos, acinetes alargados ..... ***Cuspidothrix issatschenkoi***

7b Tricomas constrictos, con acinetes cortos..... **8**

8a Tricomas rectos a levemente curvos, con células apicales capitadas o cilíndricas, no hialinas. Acinete con forma de cilindro, de 7,8 a 14,7 µm de largo y de 3,9 a 7,9 µm de ancho ..... ***Aphanizomenon gracile***

8b Tricomas rectos o levemente flexuosos, células apicales alargadas, cónicas, acuminadas y ligeramente hialinas. Acinete oval de 10,5 a 11,5 µm de largo y de 7 a 7,5 µm de ancho..... ***Aphanizomenon favaloroi***

6b Tricomas no atenuados hacia los ápices, células apicales no atenuadas, redondeadas o esféricas..... **9**

9a Tricomas rectos o apenas curvados **10**

10a Células vegetativas de ancho <4,5 µm y largo <11 µm y células terminales alargadas **11**

11a Células terminales no hialinas, sin vesículas de gas y ápice truncado ..... ***Aphanizomenon yezoense***

11b Células terminales hialinas, con vesículas de gas y ápice ampliamente redondeado o ligeramente capitado ..... ***Aphanizomenon schindleri***

10b Células vegetativas de ancho >4,5 µm y largo <12 µm y células terminales redondeadas, no alargadas..... ***12***

12a Células de 6 a 10 µm de ancho, heterocito con diámetro de 5 a 7,5 µm y acinete de 11 a 16 µm de ancho ..... ***Dolichospermum viguieri***

12b Células de 8 a 14 µm de ancho, heterocito con diámetro de 9 a 15 µm, acinete de 9 a 21 µm de ancho ..... ***Dolichospermum planctonicum***

9b Tricomas curvados o plegados en forma de espiral **13**

13a Tricomas con curvas plegadas en vueltas más o menos regulares **14**

14a Células vegetativas de 9 a 11 µm de ancho, acinetes ovales a cilíndricos, espirales de 40 a 70 µm de ancho y de 30 a 55 µm de alto ..... ***Dolichospermum crassum***

14b Células vegetativas de 7 a 11 µm de ancho, acinetes con formato de riñón, espirales de 19,6 a 31 µm de ancho y hasta 3 µm de alto ..... ***Dolichospermum uruguayense***

13b Tricomas con curvas y pliegues irregulares **15**

15a Acinetes esféricos, de 9,5 a 14,5 µm de diámetro, heterocitos adyacentes a los acinetes ..... ***Sphaerospermopsis torquesreginae***

15b Acinetes ovales, de 20 a 28 µm de largo y 15 a 21 µm de ancho, heterocitos distantes de los acinetes ..... ***Dolichospermum circinale***

Descripciones de especies presentes en Uruguay

Anabaenopsis elenkinii Miller, 1923

Anathece minutissima (West) Komárek, Kaštovský y Jezberová, 2011

Aphanizomenon favaloroi Otaño, 2012

Aphanizomenon gracile Lemmermann, 1907

Aphanizomenon schindleri Kling, Findlay y Komárek, 1994

Aphanizomenon yezoense Watanabe, 1991

Aphanocapsa delicatissima West y West, 1912

Aphanocapsa koordersii Strøm, 1923

Aphanocapsa planctonica (Smith) Komárek y Anagnostidis, 1995

Chroococcus dispersus (Keissler) Lemmermann, 1904

Chroococcus minutus (Kützing) Nägeli, 1849

Coelosphaerium dubium Grunow, 1865

Coelosphaerium evidenter-marginatum Azevedo y Sant'Anna, 1999

Cuspidothrix issatschenkoi (Usachev) Rajaniemi et al., 2005

Dolichospermum circinale (Rabenhorst ex Bornet y Flahault) Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

Dolichospermum crassum (Lemmermann) Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

Dolichospermum planctonicum (Brunnthaler) Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

Dolichospermum uruguayense Kozlíková-Zapomělová, Ferrari y Pérez, 2016

Dolichospermum viguieri (Denis y Frémy) Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

Geitlerinema splendidum (Greville ex Gomont) Anagnostidis, 1989

Jaaginema sp.

Johanseninema constrictum (Szafer) Hasler, Dvorák y Poulícková, 2014

Kamptonema formosum (Bory ex Gomont) Strunecký, Komárek y Smarda, 2014

Komvophoron crassum (Vozzhennikova) Anagnostidis y Komárek, 1988

Limnoraphis hieronymusii (Lemmermann) Komárek et al., 2013

Limnospira maxima (Setchell y Gardner) Nowicka-Krawczyk, Mühlsteinová y Hauer, 2019

Limnothrix redekei (Goor) Meffert, 1988

Merismopedia glauca (Ehrenberg) Kützing, 1845

Merismopedia tenuissima Lemmermann, 1898

Microcrocis pulchella (Buell) Geitler, 1942

Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing, 1846

Microcystis botrys Teiling, 1942

Microcystis flos-aquae (Wittrock) Kirchner, 1898

Microcystis novacekii (Komárek) Compère, 1974

Microcystis panniformis Komárek, Komárková-Legnerová, Sant'Anna, Azevedo y Senna, 2002

Microcystis protocystis Crow, 1923

Microcystis wesenbergii (Komárek) Komárek ex Komárek, 2006

Oscillatoria limosa Agardh ex Gomont, 1892

Oscillatoria ornata Kützing ex Gomont, 1892

Phormidium uncinatum Gomont ex Gomont, 1892

Planktolyngbya limnetica (Lemmermann) Komárková-Legnerová y Cronberg, 1992

Planktothrix isothrix (Skuja) Komárek y Komárková, 2004

Planktothrix suspensa (Pringsheim) Anagnostidis y Komárek, 1988

Pseudanabaena biceps Böcher, 1946

Pseudanabaena catenata Lauterborn, 1915

Pseudanabaena galeata Böcher, 1949

Pseudanabaena limnetica (Lemmermann) Komárek, 1974

Pseudanabaena moniliformis Komárek y Kling, 1991

Pseudanabaena mucicola (Naumann y Huber-Pestalozzi) Schwabe, 1964

Radiocystis fernandoi Komárek y Komárková-Legnerová, 1993

Raphidiopsis acuminato-crispa (Couvy y Bouvy) Aguilera, Berrendero Gómez, Kaštovský, Echenique y Salerno, 2018

Raphidiopsis curvata Fritsch y Rich, 1930

Raphidiopsis mediterranea Skuja, 1937

Raphidiopsis raciborskii (Woloszynska) Aguilera, Berrendero Gómez, Kaštovský, Echenique y Salerno, 2018

Romeria gracilis (Koczwara) Koczwara, 1932

Sphaerocavum brasiliense Azevedo y Sant'Anna, 2003

Sphaerospermopsis torquesreginae (Komárek) Werner, Laughinghouse IV, Fiore y Sant'Anna, 2012

Spirulina major Kützing ex Gomont, 1892

Especies poco frecuentes citadas para Uruguay

Anabaena sedowii Kossinskaja, 1933

Anabaenopsis ambigua Pandey y Mitra, 1962

Aphanizomenon platense Seckt, 1921

Aphanothece stagnina (Sprengel) Braun, 1863

Cuspidothrix elenkinii (Kisselev) Rajaniem et al., 2005

Cuspidothrix tropicalis (Horecká y Komárek) Rajaniem et al., 2005

Cyanoaggregatum brasiliense Werner, Sant'Anna y Azevedo, 2008

Dolichospermum heterosporum (Nygaard) Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

Dolichospermum pseudocompactum (Watanabe) Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

Dolichospermum spiroides (Klebahn) Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

Komvophoron minutum (Skuja) Anagnostidis y Komárek, 1988

Leptolyngbya valderiana (Gomont) Anagnostidis y Komárek, 1988

Limnospira platensis (Gomont) K. R. d. S. Santos y Hentschke, 2023

Microcystis microcystiformis (Hindák) Joosten, 2006

Nodularia spumigena Mertens ex Bornet y Flahault, 1888

Phormidium acula (Brühl y Biswas) Anagnostidis y Komárek, 1988

Planktolyngbya brevicellularis Cronberg y Komárek, 1994

Planktolyngbya holsatica (Lemmermann) Anagnostidis y Komárek, 1988

Planktothrix agardhii (Gomont) Anagnostidis y Komárek, 1988

Raphidiopsis catemaco (Komáreková-Legnerová y Tavera) Aguilera, Berrendero Gómez, Kaštovský, Echenique y Salerno, 2018

Pseudanabaena raphidioides (Geitler) Anagnostidis y Komárek, 1988

Snowella lacustris (Chodat) Komárek y Hindák, 1988

Sphaerospermopsis aphanizomenoides (Forti) Zapomelová, et al. 2010

Especie marina citada para Uruguay

Trichodesmium erythraeum Ehrenberg ex Gomont, 1892



Cátalogo ilustrado

Clase Cyanophyceae



ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Nodulariaceae

GÉNERO
Anabaenopsis
Miller, 1923

- Células cilíndricas, con forma de barril o casi esféricas, usualmente largas, raramente isodiamétricas o más cortas que anchas. Pueden o no tener aerotopos.
- Pueden variar de 2,5 a 10 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Heterocitos intercalares, solitarios o en pares, esféricos u ovales.
- Acinetes intercalares, usualmente distantes de los heterocitos, solitarios, en pares o menos frecuentemente hasta 5 seguidos, cilíndricos, ovales o esféricos.
- Tricomas solitarios, enrollados irregularmente, a veces formando espirales, sin vaina, generalmente no atenuados hacia los extremos, constrictos entre las células, usualmente con heterocitos terminales.

REFERENCIA
(Komárek, 2013)

ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Nodulariaceae

GÉNERO
Anabaenopsis
Miller, 1923

ESPECIE
Anabaenopsis elenkinii
Miller, 1923



Filamentos de *Anabaenopsis elenkinii*, 1000 x.

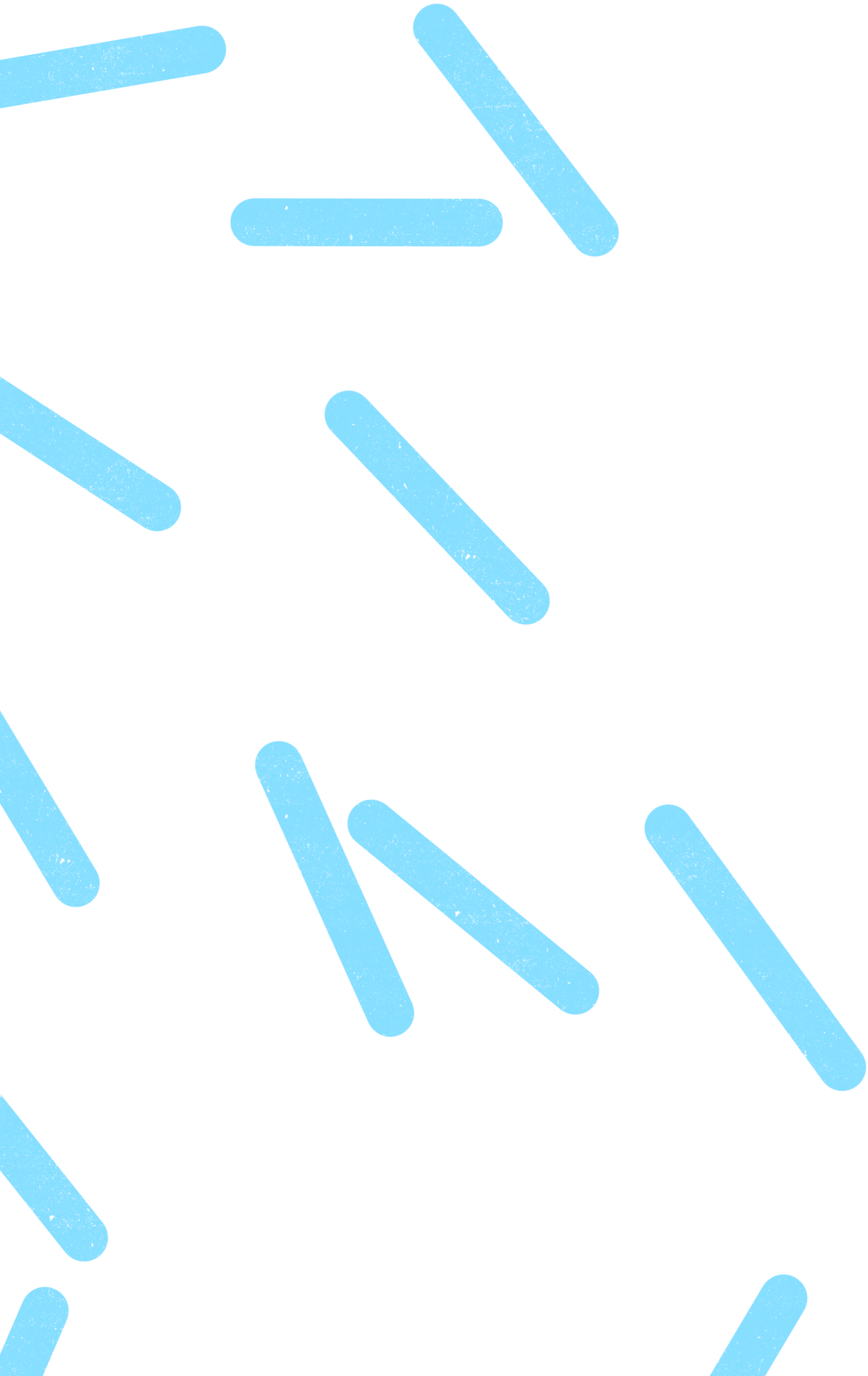
ESPECIE		***ANABAENOPSIS ELENKINII***
Tricomas		Solitarios, enrollados irregularmente, con 2 a 5 vueltas de 18 a 30 µm de ancho y 16 a 20 m de alto. Con constricciones entre las células. Entre heterocitos hay un máximo de 8 células.
Células vegetativas	Forma y características	Ovoides alargadas, con forma de huso con extremos achatados, usualmente con aerotopos.
	Ancho (µm)	De 5 a 9.
	Largo (µm)	De 4 a 6.
Heterocitos	Forma y características	Esféricos o apenas alargados, secundariamente apicales.
	Diámetro (µm)	De 3 a 10.
Acinetes	Forma y características	Solitarios, raramente en pares, casi esféricos a apenas ovales y distantes de los heterocitos.
	Ancho (µm)	De 8 a 13.
	Largo (µm)	De 9 a 17.
Registro		Río Negro, lago Chacón, lago del Parque Rodó.



Filamentos de *Anabaenopsis elenkinii*, 1000 x.



Filamentos de *Anabaenopsis elenkinii*, 400 x.



ORDEN
Synechococcales

FAMILIA
Prochlorococcaceae

GÉNERO
Anathece
(Komárek y Anagnostidis) Komárek,
Kaštovský y Jezberová, 2011

- Células ovaladas a cilíndricas con ápices redondeados, rectas o apenas arqueadas, sin envoltura mucilaginosa individual.
- Pueden variar de 0,8 a 2 µm de largo por 0,3 a 2 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Colonias irregulares, con células irregulares y poco densamente distribuidas, de color verde pálido o verde azulado. A veces se desintegra en células solitarias.
- Mucílago fino, incoloro, homogéneo y difluente.

REFERENCIA
(Komárek et al., 2011)

OBSERVACIONES
Este género puede ser confundido con *Aphanothece*, del cual deriva. Se las diferencia porque las células en *Anathece* son menores (de 0,8 a 2 µm por 0,3 a 2 µm) *vs. Aphanothece* (de 0,8 a 12 µm por 0,5 a 5 µm), porque son generalmente planctónicas (*vs.* benctónicas) y el mucílago es poco evidente (*vs.* muy evidente).

ORDEN
Synechococcales

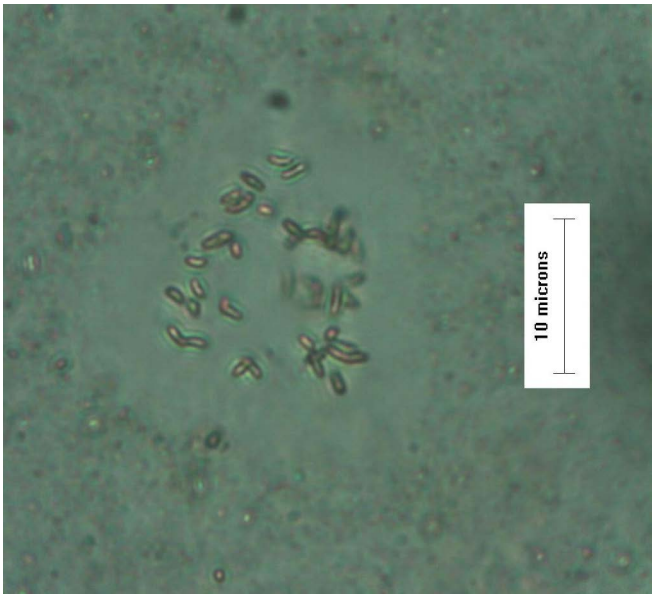
FAMILIA
Prochlorococcaceae

GÉNERO
Anathece
(Komárek y Anagnostidis) Komárek, Kaštovský y Jezberová, 2011

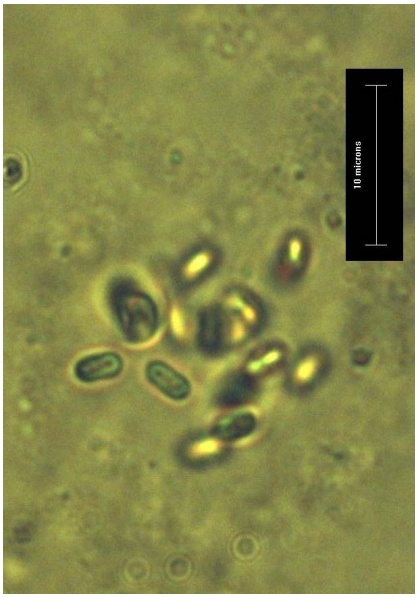
ESPECIE
Anathece minutissima
(West) Komárek, Kaštovský y Jezberová, 2011

SINÓNIMO
Aphanothece minutissima (West) Komárková-Legnerová y Cronberg, 1994;
Microcystis minutissima West, 1912

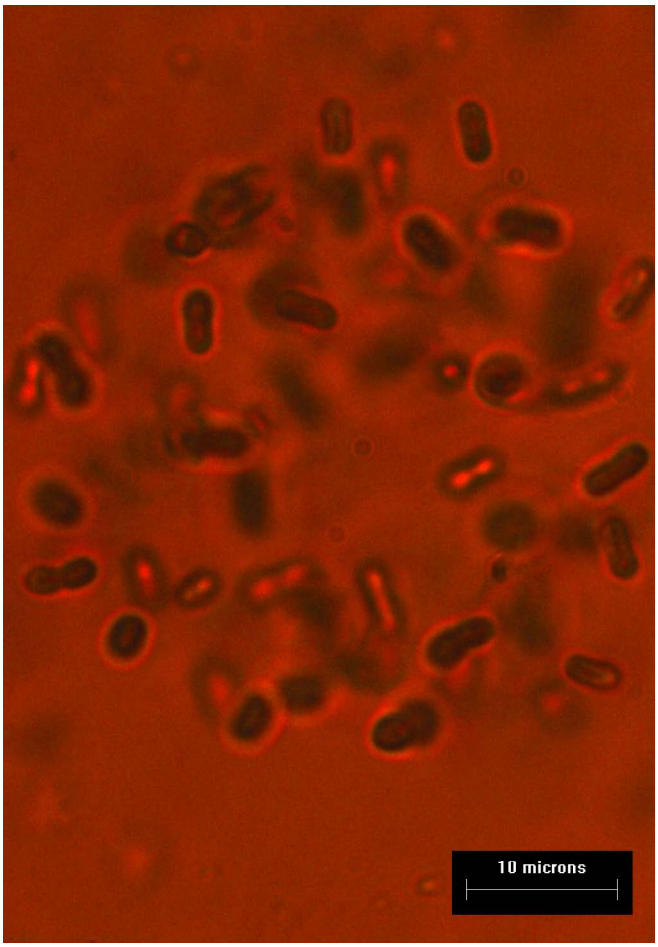
ESPECIE		***ANATHECE MINUTISSIMA***
Colonias		Irregulares, redondeadas o alargadas. La disposición de las células es irregular, con células más o menos densamente agregadas, incluyendo variaciones dentro de la colonia (“agrupamiento nebuloso”).
Mucílago		Fino, usualmente ancho, transparente y homogéneo, con borde más o menos visible y margen difluente.
Células vegetativas	Forma y características	Ovaladas a cilíndricas con ápices redondeados.
	Ancho (µm)	De 0,8 a 1,6.
	Largo (µm)	De 1 a 4.
Observaciones		Las células se disponen desordenadas dentro del mucílago, no tienen aerotopos y son de color verde pálido homogéneo.
Registro		Río Uruguay.



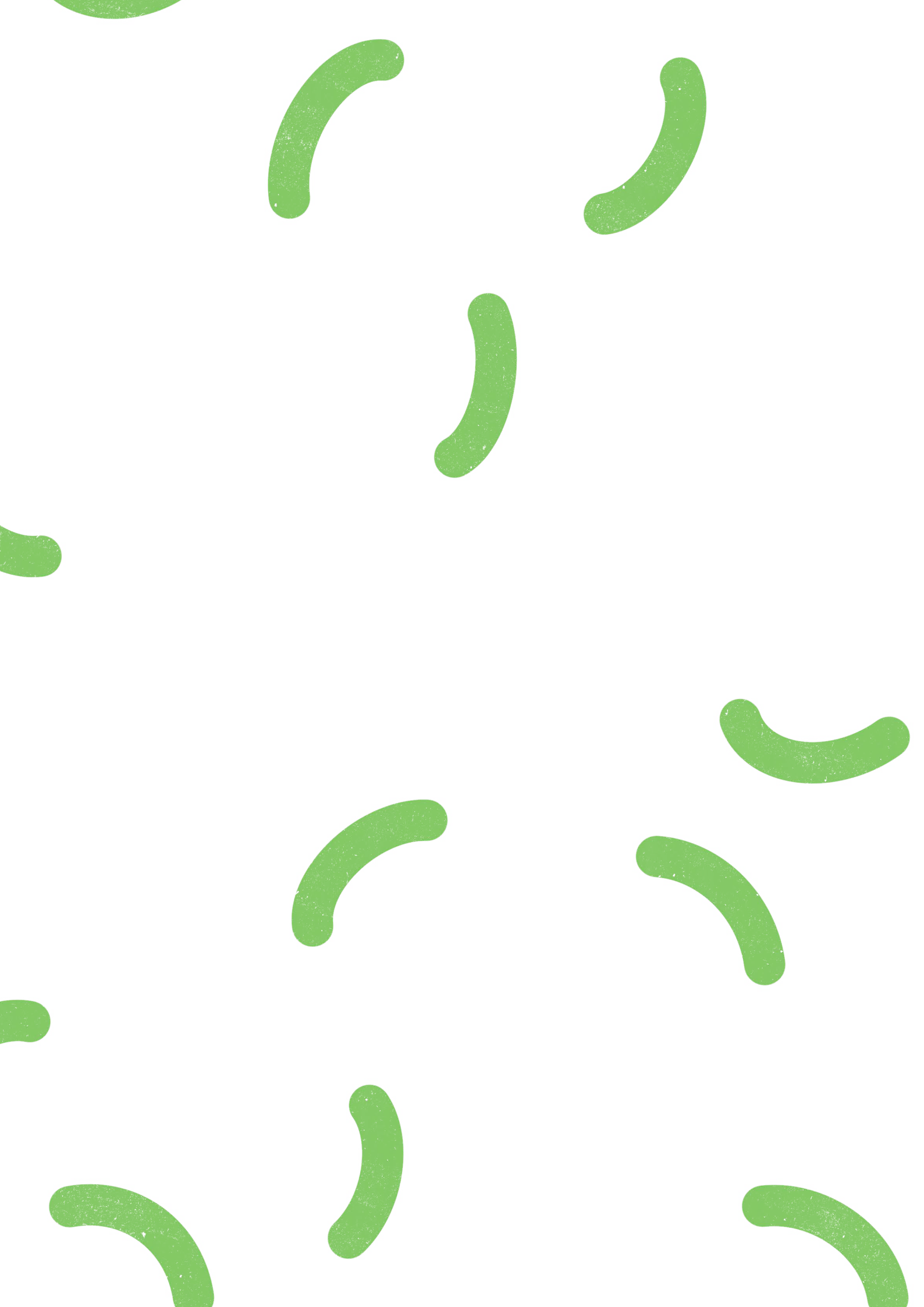
Colonia de *Anathece minutissima,* 400 x.



Colonia de *Anathece minutissima,* 1000 x.



Colonia de *Anathece minutissima,* 1000 x.



ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Aphanizomenon
Morren ex Bornet y Flahault, 1888

- Tricomas raramente solitarios, pueden formar aglomeraciones macroscópicas. Generalmente rectos o apenas curvados, sin vaina y sin constricciones entre células, a veces apenas constrictas. No se estrechan o se estrechan levemente en los extremos.
- Células cilíndricas, a veces en forma de barril, más o menos isodiamétricas, o apenas más largas que anchas. Con aerotopos. Células terminales, en tricomas maduros, varias veces más largas que anchas, con el extremo redondeado o achatado.
- Heterocitos intercalares, cilíndricos, raramente ovales, del mismo ancho que las células vegetativas. Generalmente solo uno por tricoma.
- Acinetes intercalares, cilíndricos, distantes de los heterocitos. Varias veces más largos que las células vegetativas.

REFERENCIA
(Komárek, 2013)

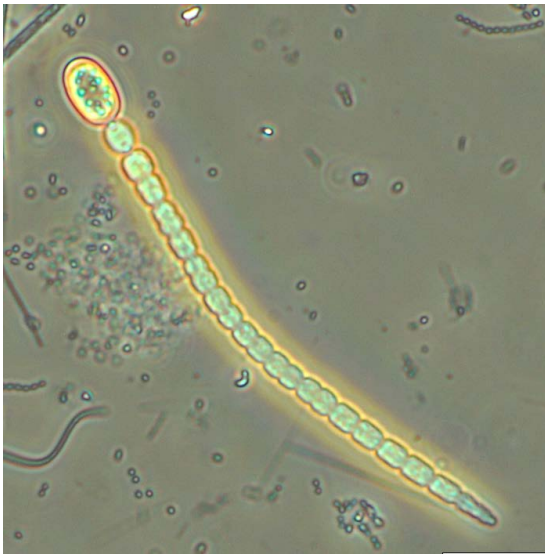
ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Aphanizomenon
Morren ex Bornet y Flahault, 1888

ESPECIE
Aphanizomenon favaloroi
Otaño, 2012

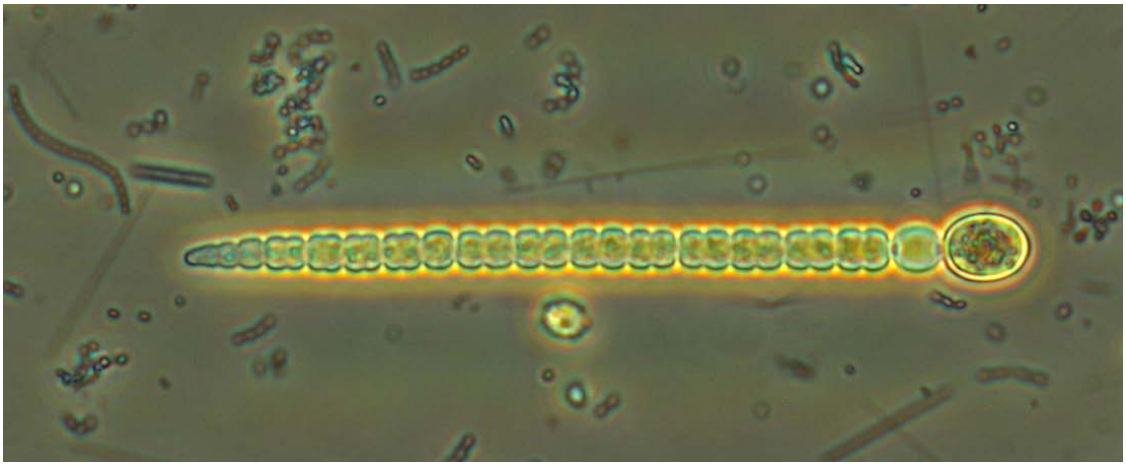
ESPECIE		***APHANIZOMENON FAVALOROI***
Tricomas		Tricomas, solitarios, rectos o ligeramente flexuosos, constrictos en los septos, de hasta 3,5 µm de ancho en la parte media, atenuados en los ápices.
Células vegetativas	Forma y características	Células intercalares doliformes (barril), ligeramente alargadas, llenas de vacuolas gaseosas; células apicales alargadas, cónicas, acuminadas, ligeramente hialinas, de 3,0 a 13,0 µm de longitud y 1,5 a 2,5 µm de diámetro.
	Ancho (µm)	De 1,8 a 3,5.
	Largo (µm)	De 3 a 6,5.
Heterocitos	Forma y características	Ovalados.
	Ancho (µm)	De 5,5 a 10.
	Largo (µm)	De 4 a 5,5.
Acinetes	Forma y características	Ovalados, próximos a los heterocitos o adyacentes.
	Ancho (µm)	De 7 a 7,5.
	Largo (µm)	De 10,5 a 11,5.
Registro		Río Uruguay y tajamar en Colonia.



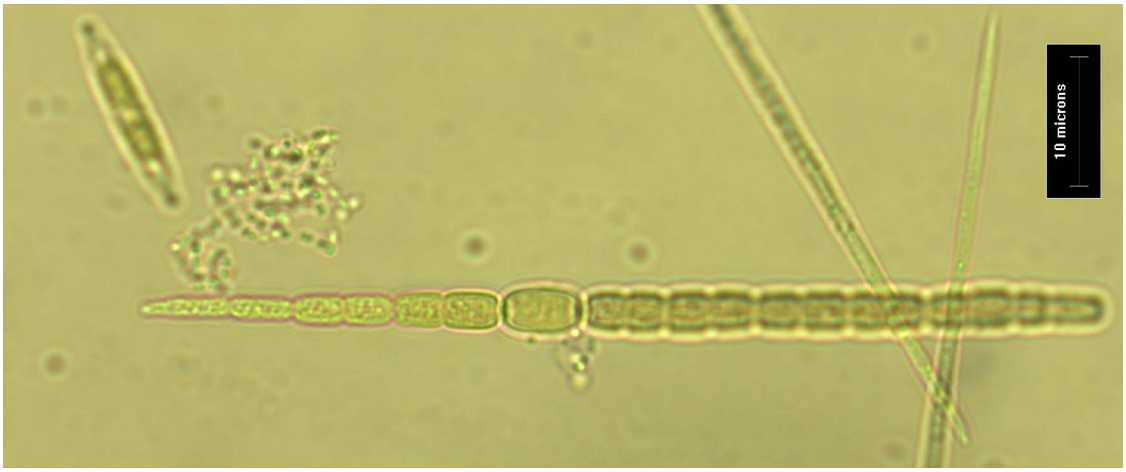
Filamento de *Aphanizomenon favaloroi*, 400 x.



Filamento de *Aphanizomenon favaloroi* y *Aphanizomenon schindleri*, 400 x.



Filamento de *Aphanizomenon favaloroi*, 1000 x.



Filamento de *Aphanizomenon favaloroi*, 1000 x.

ORDEN
Nostocales

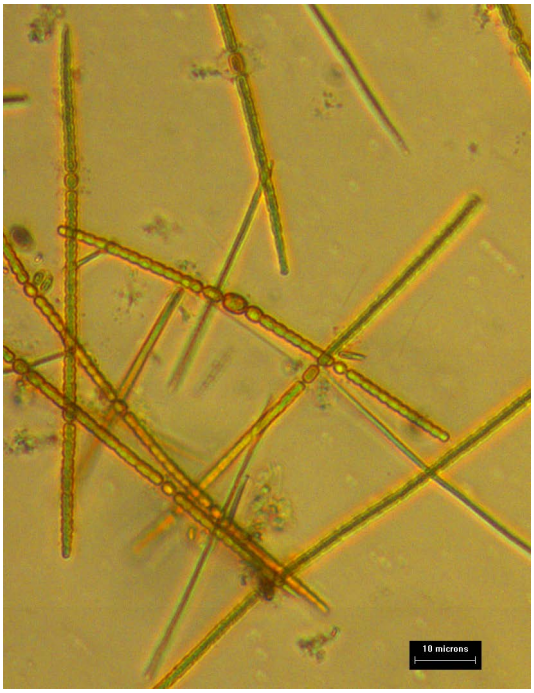
FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Aphanizomenon
Morren ex Bornet y Flahault, 1888

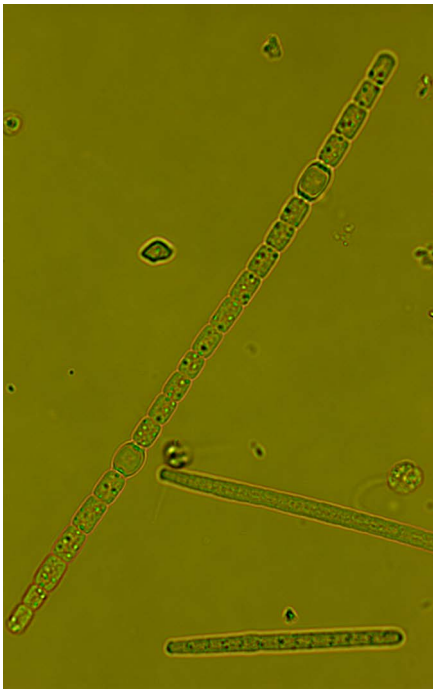
ESPECIE
Aphanizomenon gracile
Lemmermann, 1907

SINÓNIMO
Anabaena flos-aquae var. *gracilis* Lemmermann, 1898;
Aphanizomenon flos-aquae var. *gracile* Lemmermann, 1898;
Aphanizomenon flos-aquae f. *gracile* (Lemmermann) Elenkin, 1938

ESPECIE		***APHANIZOMENON GRACILE***
Tricomas		Solitarios, rectos a levemente curvados, constrictos y gradualmente más finos hacia los ápices.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas alargadas, de color azul verdoso, con aerotopos. Células apicales capitadas o cilíndricas con el ápice redondeado.
	Ancho (µm)	De 3,4 a 5.
	Largo (µm)	De 3,5 a 4.
Heterocitos	Forma y características	Elípticos, con los ápices achatados o truncados.
	Ancho (µm)	De 2,5 a 5.
	Largo (µm)	De 5 a 7.
Acinetes	Forma y características	Solitarios o raramente en pares (hasta 4 en fila), con formato de cilindros cortos, con extremos redondeados. Separados por una a 4 células vegetativas de los heterocitos, en posición subsimétrica dentro del tricoma.
	Ancho (µm)	De 3,9 a 7,9.
	Largo (µm)	De 7,8 a 14,7.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, lago del Parque Rodó, tajamar en Colonia y laguna del Sauce.



Filamento de *Aphanizomenon gracile*, 200 x.



Filamento de *Aphanizomenon gracile*, 1000 x.



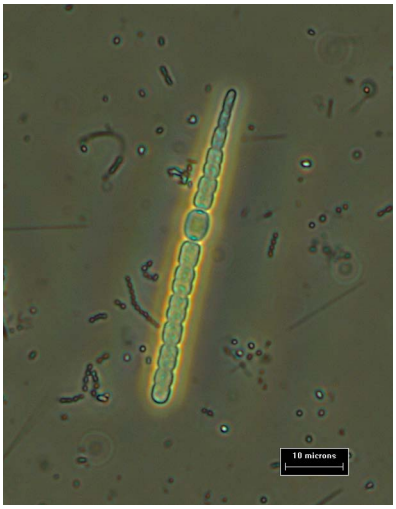
Filamento de *Aphanizomenon gracile*, 1000 x.

ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Aphanizomenon
Morren ex Bornet y Flahault, 1888

ESPECIE
Aphanizomenon schindleri
Kling, Findlay y Komárek, 1994



Filamento de *Aphanizomenon schindleri*, 400 x.

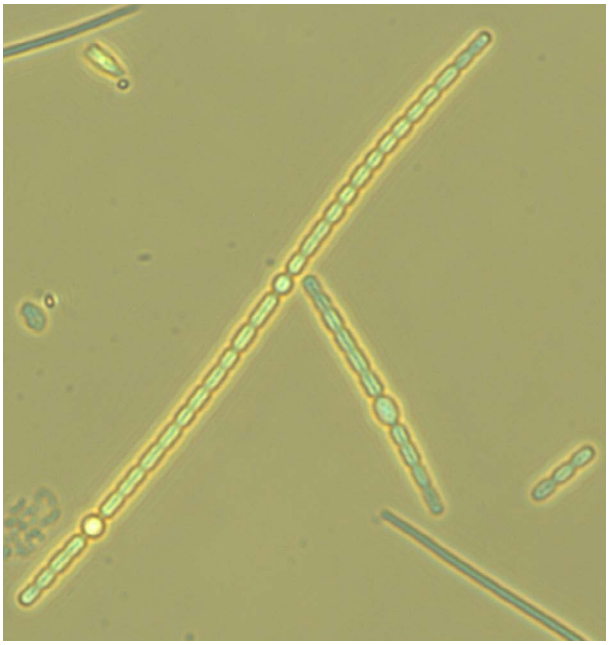
ESPECIE		***APHANIZOMENON SCHINDLERI***
Tricomas		Solitarios, rectos a flexuosos, cilíndricos hasta los ápices, con constricciones en la parte transeversal. Con mucílago envolvente.
Células vegetativas	Forma y características	Largas, en forma de barril alargado a cilíndricas. Células intercalares cilíndricas, llenas de vacuolas gaseosas. Célula terminal levemente alargada, hialina por contener vesícula de gas y con ápice ampliamente redondeado o ligeramente capitado.
	Ancho (µm)	De 1,6 a 4,2.
	Largo (µm)	De 4 a 11.
Heterocitos	Forma y características	Intercalares esféricos o en forma de barril (nunca terminales). Nunca se encuentran uno al lado del otro.
	Ancho (µm)	De 2,1 a 6,5.
	Largo (µm)	De 2,8 a 8,6.
Acinetes	Forma y características	Solitarios, intercalares, redondos en los filamentos jóvenes y oval-cilíndricos en los filamentos más viejos. A veces 2 acinetes adyacentes.
	Ancho (µm)	De 7 a 12,6.
	Largo (µm)	De 13 a 22.
Registro		Río Uruguay y tajamar en Colonia.



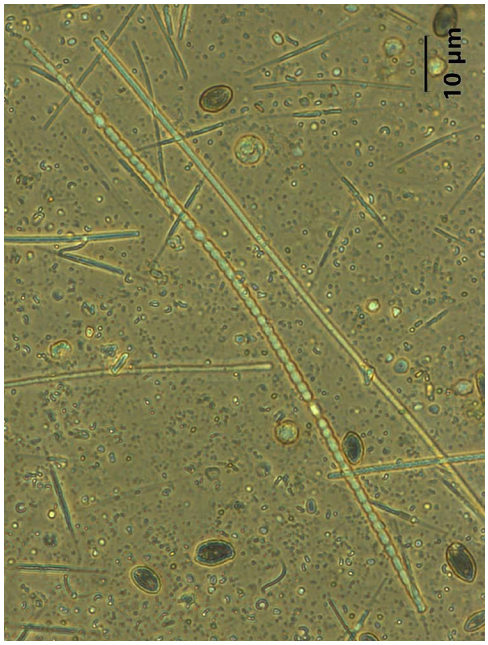
Filamento de *Aphanizomenon schindleri*, 400 x.



Filamento de *Aphanizomenon schindleri* y *Jaaginema* sp., 400 x.



Filamento de *Aphanizomenon schindleri*, 400 x.



Filamento de *Aphanizomenon schindleri* y *Jaaginema* sp., 200 x.

ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

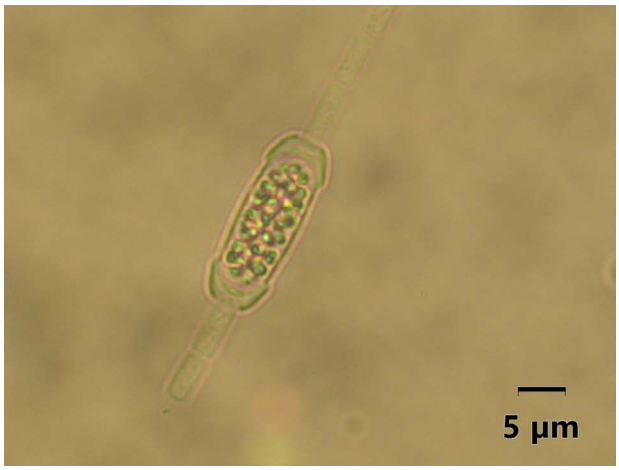
GÉNERO
Aphanizomenon
Morren ex Bornet y Flahault, 1888

ESPECIE
Aphanizomenon yezoense
Watanaba, 1991

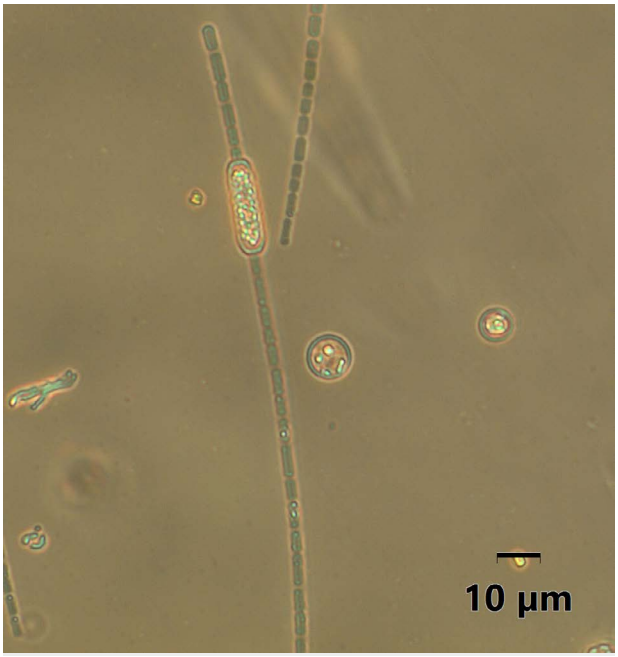


Filamento de *Aphanizomenon yezoense*, 200 x.

ESPECIE		***APHANIZOMENON YEZOENSE***
Tricomas		Solitarios o agrupados en paralelo, rectos, cilíndricos, no constrictos en las paredes transversales o muy ligeramente constrictos, no atenuados o ligeramente afinados hacia el extremo. Filamentos de tamaño muy largo hasta, 300 µm.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas con pequeños aerotopos. Celulas terminales largas, cilíndricas, ligeramente redondeadas en los extremos y ápice.
	Ancho (µm)	De 2 a 4.
	Largo (µm)	De 4 a 10.
Heterocitos	Forma y características	Cilíndricos, intercalados. 1 o 2 en el tricoma, ligeramente ovales.
	Ancho (µm)	De 2 a 5.
	Largo (µm)	De 3 a 11.
Acinetes	Forma y características	Solitarios, largos, cilíndricos, raramente se desarrollan.
	Ancho (µm)	De 4,5 a 7.
	Largo (µm)	De 20 a 48.
Registro		Lago urbano Chacón y tajamar en Colonia.



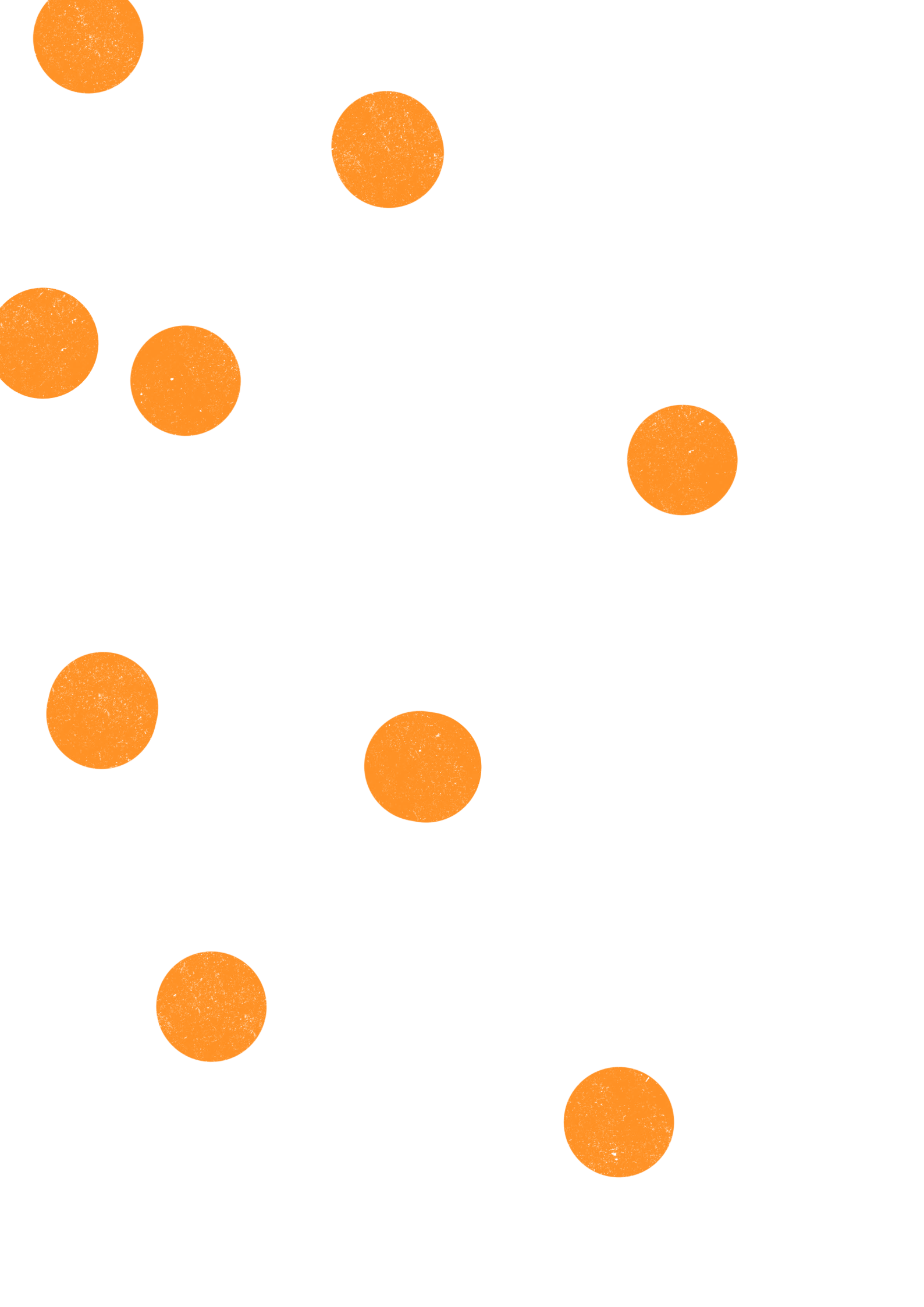
Filamento de *Aphanizomenon yezoense*, 200 x.



Filamento de *Aphanizomenon yezoense*, 400 x.



Filamento de *Aphanizomenon yezoense*, 1000 x.



ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Aphanocapsa
Nägeli, 1849

- Células esféricas, sin aerotopos y de color verde claro dispuestas irregularmente en el mucílago.
- Pueden variar de 0,4 a 12 µm de diámetro, dependiendo de la especie.
- Las colonias pueden ser más o menos esféricas, irregulares o achatadas, con mucílago transparente e incoloro con margen no nítido.

REFERENCIAS

(Komárek y Anagnostidis, 2008)

Se podrían confundir con células del género *Aphanothece* (de 0,8 a 12 de largo) por su tamaño, pero se diferencian por el formato esférico (*vs.* ovalado) y el mucílago de la colonia poco nítido (*vs.* bien delimitado).

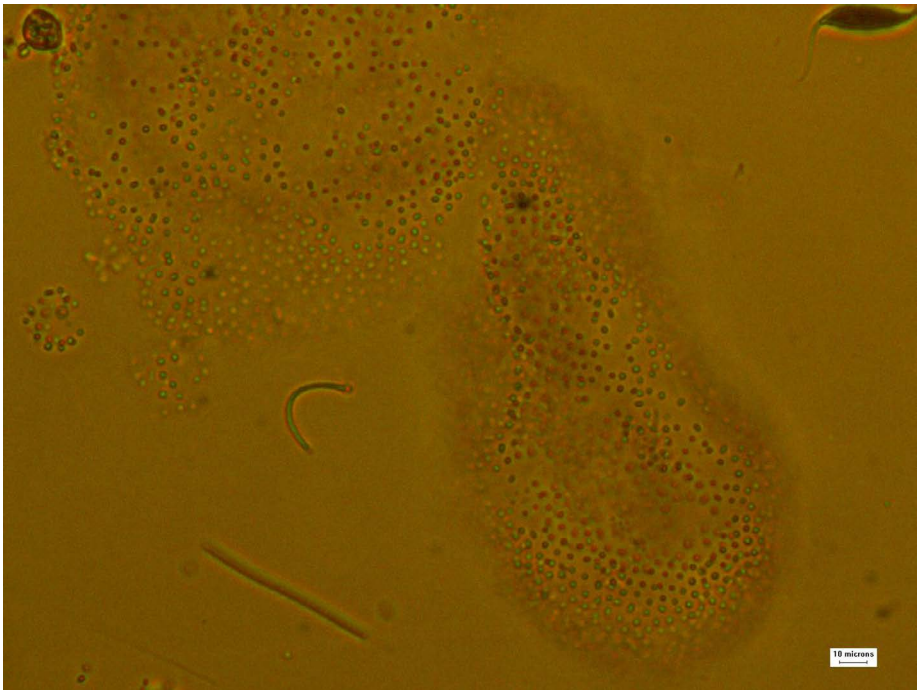
ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

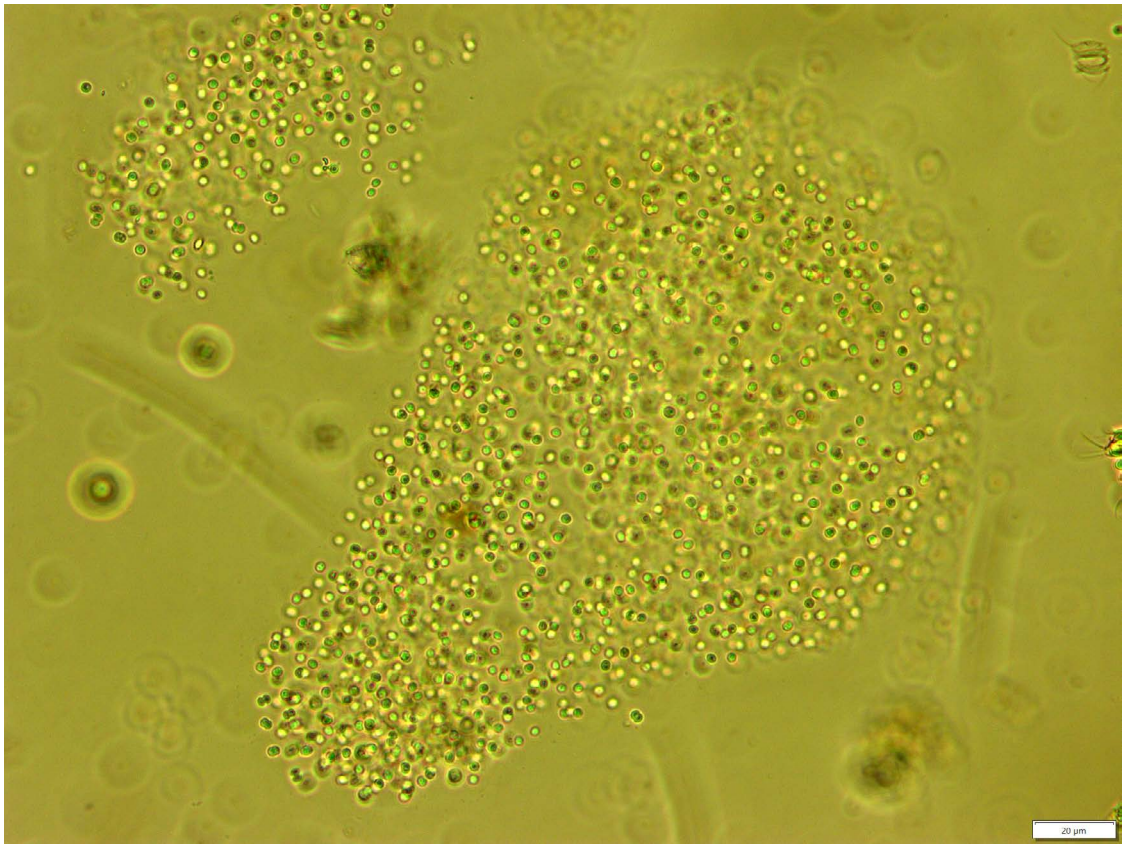
GÉNERO
Aphanocapsa
Nägeli, 1849

ESPECIE
Aphanocapsa delicatissima
West y West, 1912

ESPECIE		***APHANOCAPSA DELICATISSIMA***
Colonias		Esféricas, elípticas o más o menos irregulares, de hasta 50 µm de diámetro. Células muy distanciadas, dispersas uniformemente.
Mucílago		Incoloro o apenas amarillento, homogéneo y difluente.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas, diminutas, de color grisáceo o verde azulado claro. Sin aerotopos.
	Diámetro (µm)	De 0,5 a 1,2.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, lago de las canteras del Parque Rodó, laguna de Rocha.



Colonia de *Aphanocapsa delicatissima*, 200 x.



Colonia de *Aphanocapsa delicatissima*, 1000 x.

ORDEN
Chroococcales

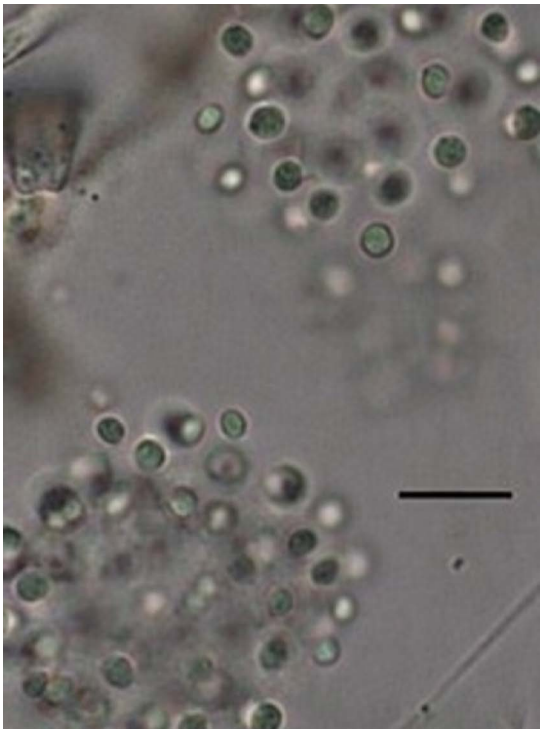
FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Aphanocapsa
Nägeli, 1849

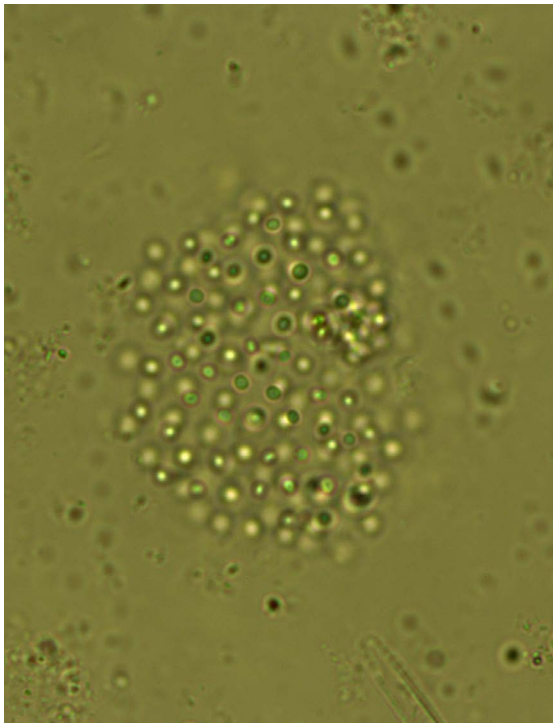
ESPECIE
Aphanocapsa koordersii
Strøm, 1923

SINÓNIMO
Microcystis koordersii (Strøm) Elenkin, 1938

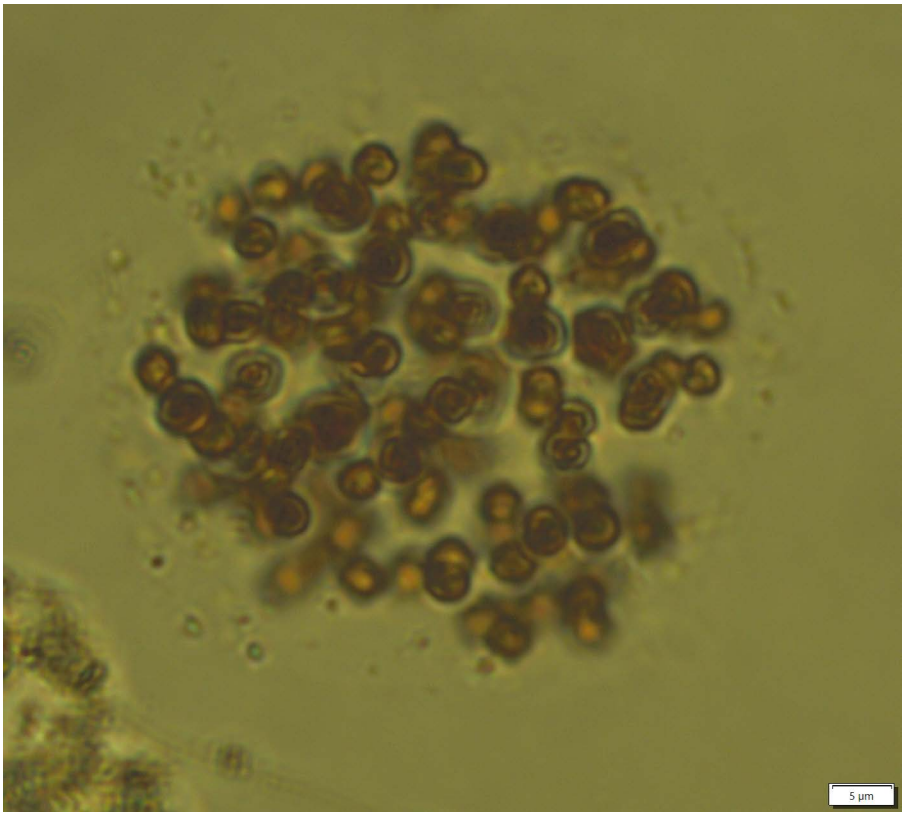
ESPECIE		***APHANOCAPSA KORDERSII***
Colonias		Esféricas o hemisféricas después de la división, sin aerotopos y de color verde claro.
Mucílago		Incoloro, hialino y difuso.
Células vegetativas	Forma y características	Dispuestas irregularmente en el mucílago, poco densas.
	Diámetro (µm)	De 2 a 3.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Fuente: Felisberto y Souza, 2014.
Barra de escala 10 µm.



Colonia de *Aphanocapsa koordersii*, 1000 x.



Colonia de *Aphanocapsa koordersii*, 1000 x. Barra de escala 5 µm.

ORDEN
Chroococcales

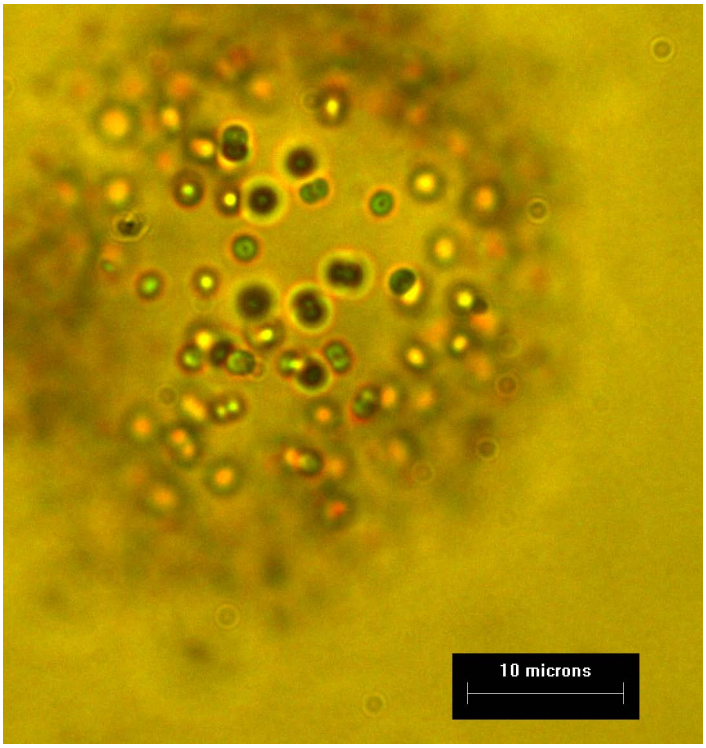
FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Aphanocapsa
Nägeli, 1849

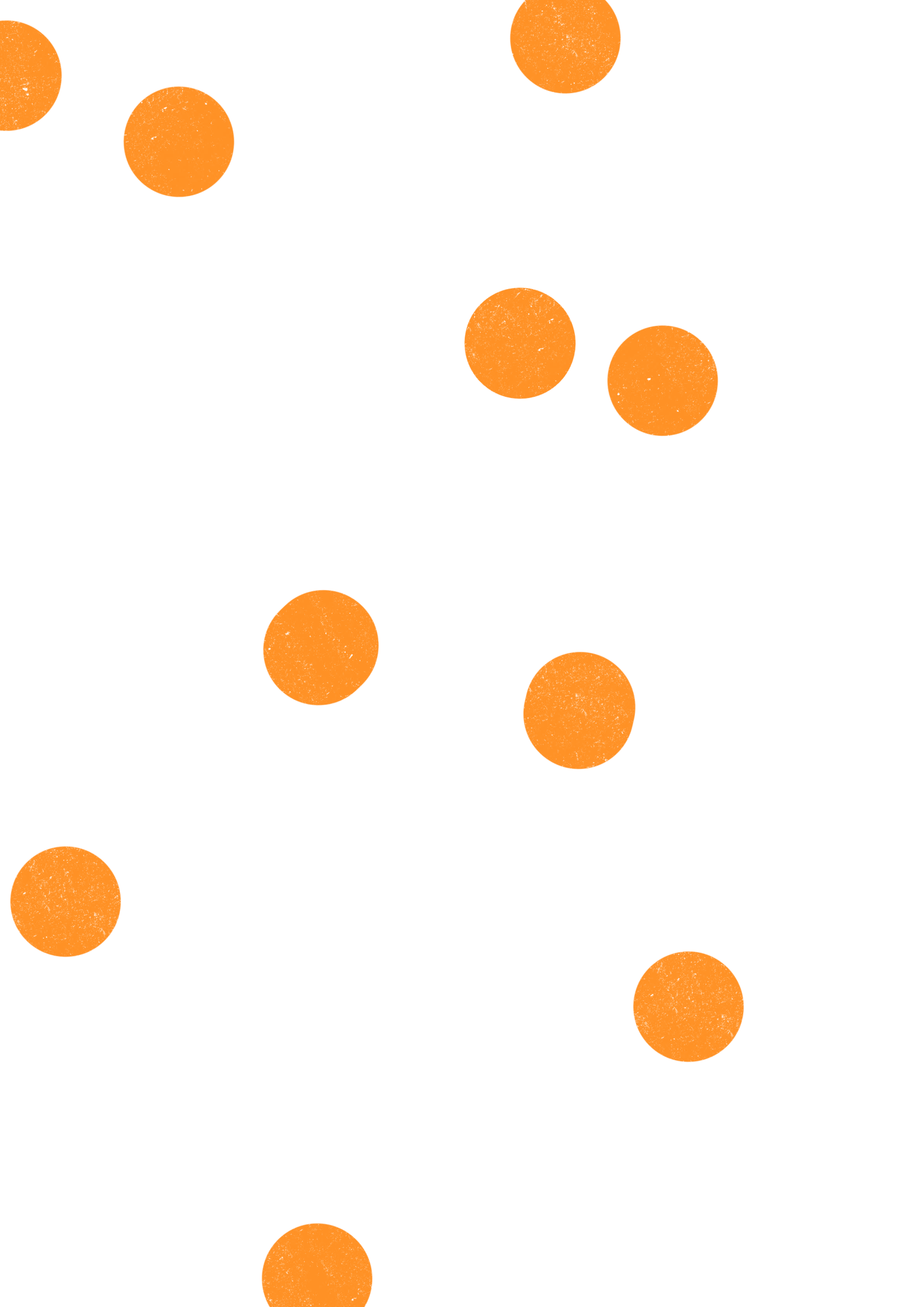
ESPECIE
Aphanocapsa planctonica
(Smith) Komárek y Anagnostidis, 1995

SINÓNIMO
Microcystis pulverea f. delicatissima (West y West) Elenkin, 1938;
Microcystis delicatissima (West y West) Starmach, 1966

ESPECIE		***APHANOCAPSA PLANCTONICA***
Colonias		Irregulares.
Mucílago		Incoloro, homogéneo, raramente difluente, usualmente bien delimitado.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas, de color grisáceo o verde azulado claro.
	Diámetro (µm)	De 2 a 3.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Colonia de *Aphanocapsa planctonica*, 1000 x.



ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Chroococcaceae

GÉNERO
Chroococcus
Nägeli, 1849

- Células al comienzo subesféricas, apenas ovales o esféricas, de color verde azulado, amarillento, violeta o grisáceo claros, con aerotopos y con contenido celular homogéneo.
- Pueden variar de 0,7 a 50 µm de diámetro, dependiendo de la especie.
- Colonias formadas por un grupo de células (generalmente de 2 a 16) rodeadas por envoltura mucilaginosa, irregulares o más o menos esféricas, con las células distribuidas irregularmente. A veces las células se pueden agregar en paquetes de 2 a 8.
- Mucílago incoloro o amarillento, a veces lamelado y bien delimitado (no siempre). Las células tienen envoltura individual.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008)

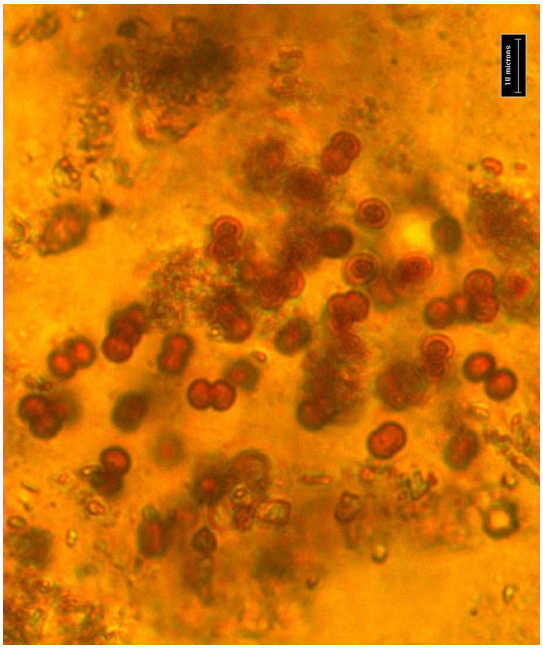
ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Chroococcaceae

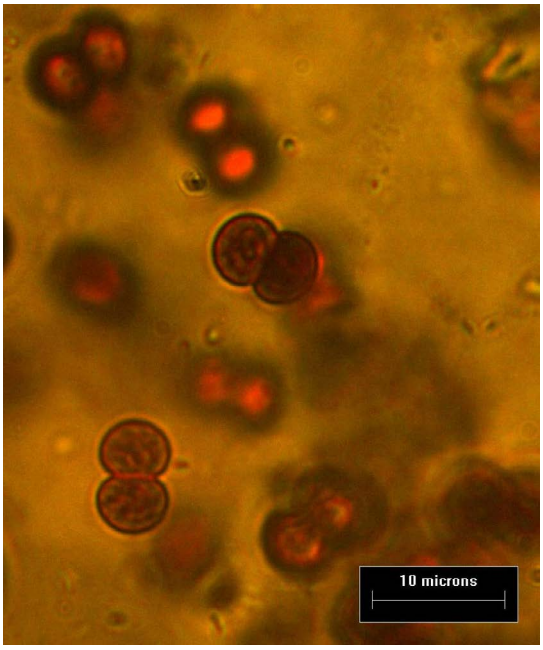
GÉNERO
Chroococcus
Nägeli, 1849

ESPECIE
Chroococcus dispersus
(Keissler) Lemmermann, 1904

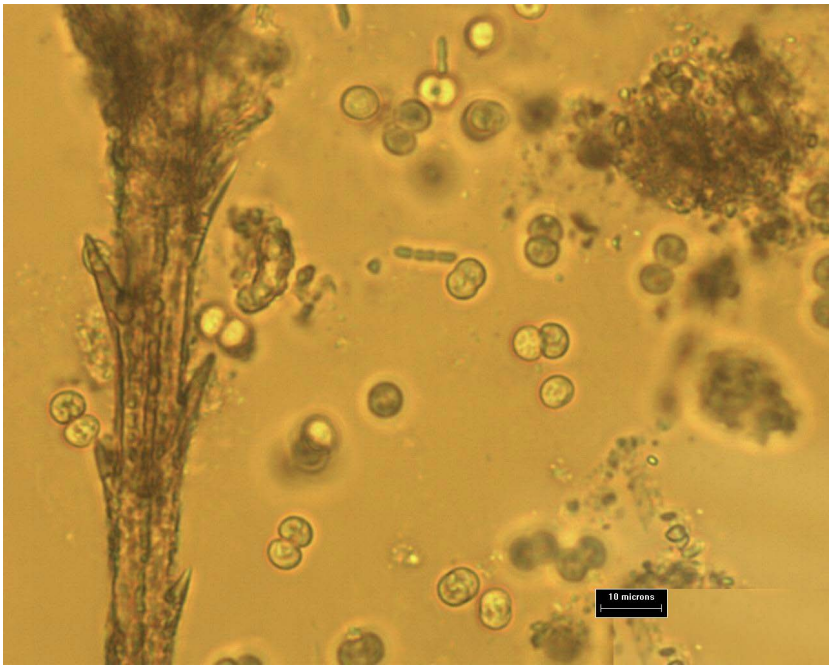
ESPECIE		***CHROOCOCCUS DISPERSUS***
Colonias		Más o menos esféricas o con el borde irregular, de 4, 16 o hasta 32 (raramente más) células esparcidas irregularmente (o a veces en grupos de hasta 16), distanciadas unas de otras, pero en el mismo mucílago.
Mucílago		Incoloro, a veces muy amplio alrededor de las células, de 1 a 2 µm. En el margen es bien delimitado o difluente.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas o hemisféricas, de color verde azulado o grisáceo claros, sin aerotopos y con contenido celular homogéneo.
	Diámetro (µm)	De 3 a 5,3.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Colonia de *Chroococcus dispersus*, 400 x.



Colonia de *Chroococcus dispersus*, 1000 x.



Colonia de *Chroococcus dispersus*, 400 x.

ORDEN
Chroococcales

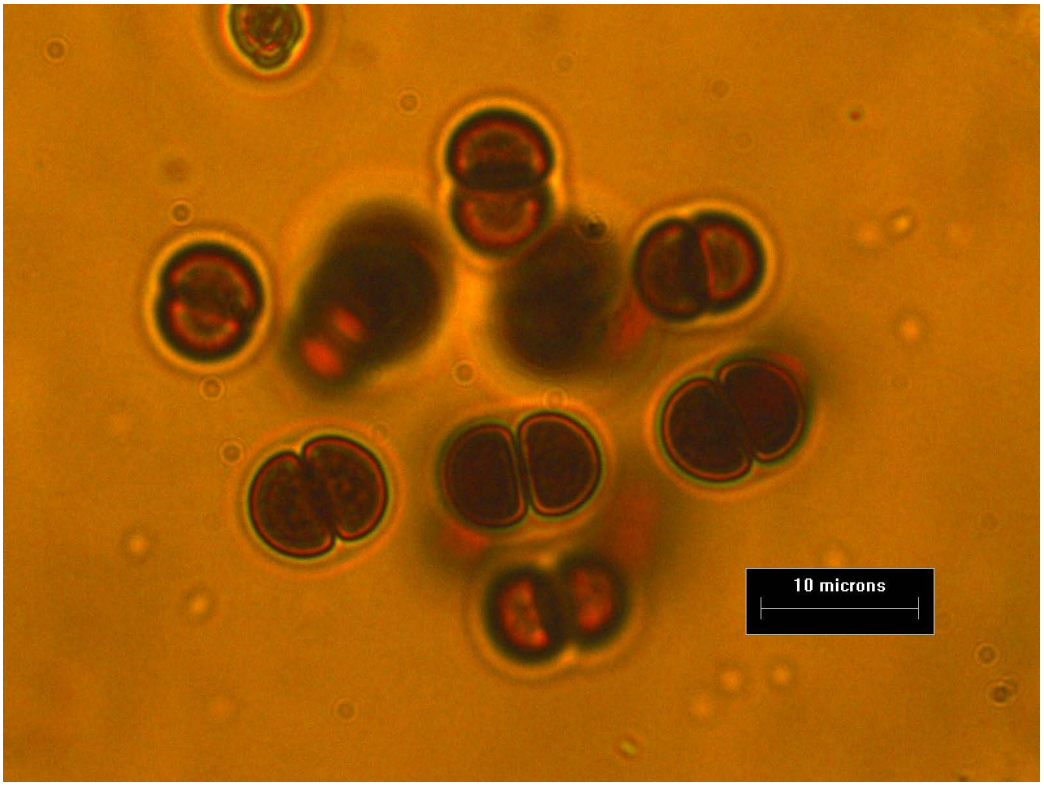
FAMILIA
Chroococcaceae

GÉNERO
Chroococcus
Nägeli, 1849

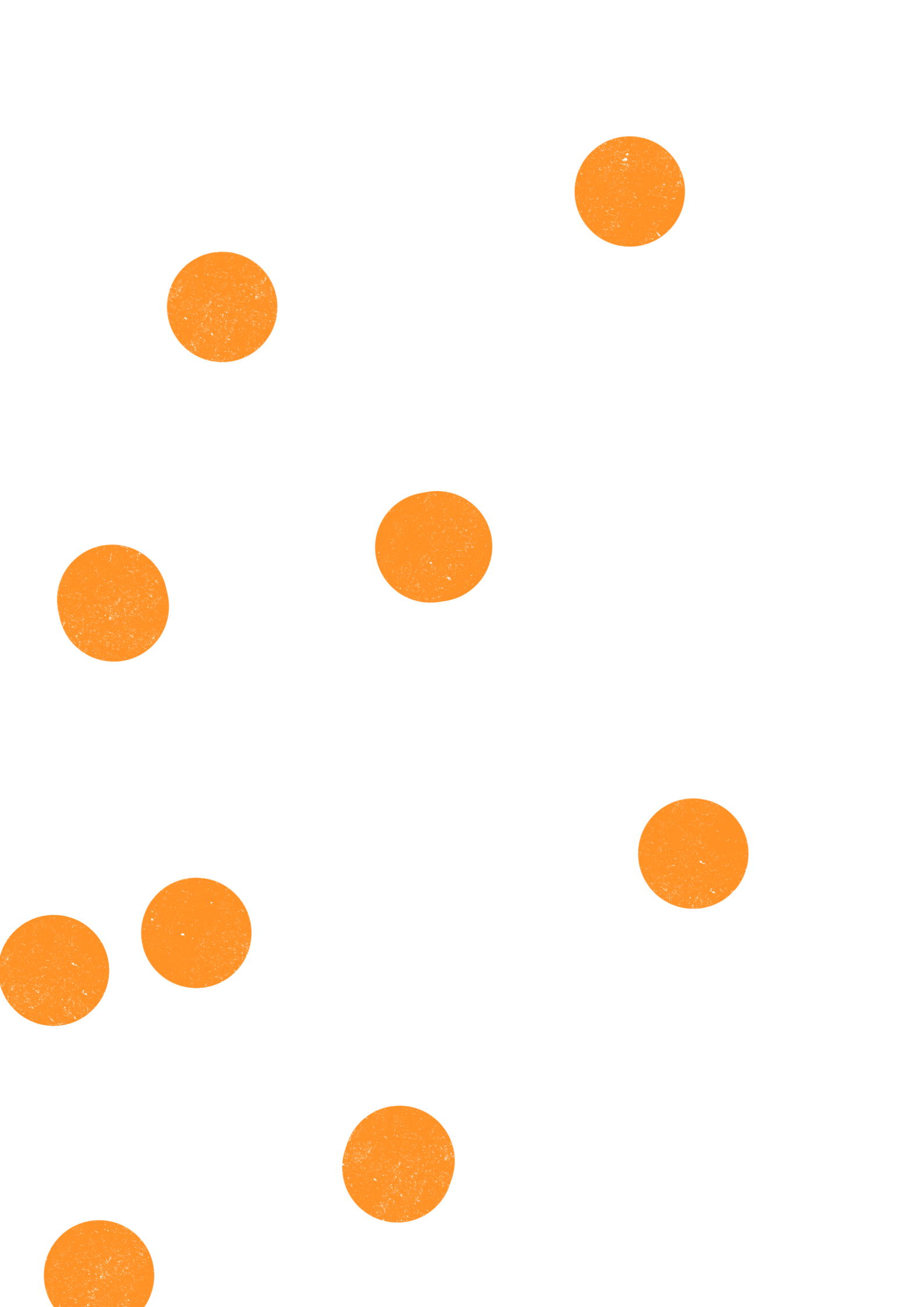
ESPECIE
Chroococcus minutus
(Kützing) Nägeli, 1849

SINÓNIMO
Protococcus minutus Kützing, 1843;
Pleurococcus minutus (Kützing) Trevisan, 1848;
Gloeocapsa minuta (Kützing) Hollerbach, 1936

ESPECIE		***CHROOCOCCUS MINUTUS***
Colonias		Células solitarias o pequeñas colonias de 2 a 8 células, con el margen ancho, más o menos esférico u oval, homogéneo y delimitado.
Mucílago		Con envoltura bien distinguida, no laminada.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas o hemisféricas, de color verde azulado o grisáceo claros, sin aerotopos y con contenido celular homogéneo o granulado. Presenta diversos mofotipos y ecotipos.
	Diámetro (µm)	De 5 a 10.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Colonia de *Chroococcus minutus*, 1000 x.



ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Coelosphaerium
Nägeli, 1849

- Células esféricas o hemisféricas después de la división, usualmente poco separadas entre sí, distribuidas más o menos en una capa en la periferia de la colonia.
- Pueden variar de 1 a 7 µm de diámetro, dependiendo de la especie.
- Colonias esféricas u ovales, a veces compuestas por subcolonias.
- Mucílago fino, incoloro y usualmente sin forma definida, limitado solo a la capa periférica de células o formando un margen gelatinoso alrededor de estas.

REFERENCIA
(Azevedo y Sant'Anna, 1999)

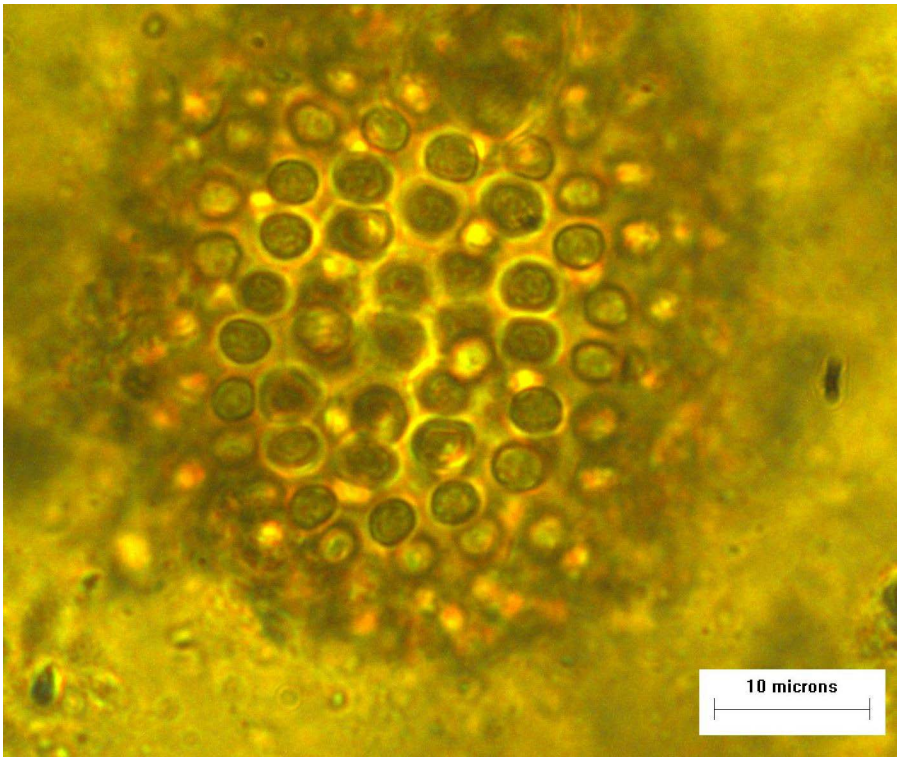
ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

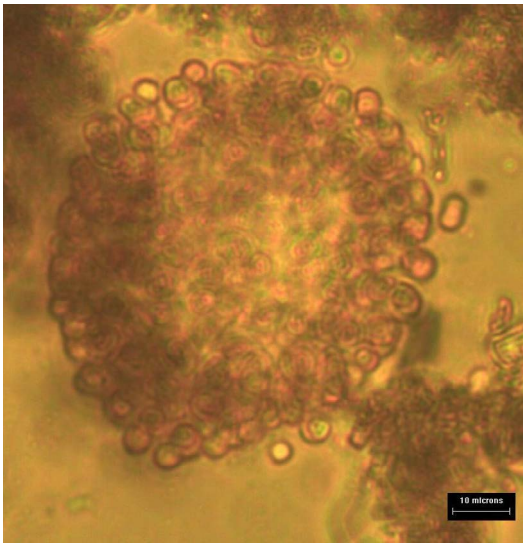
GÉNERO
Coelosphaerium
Nägeli, 1849

ESPECIE
Coelosphaerium dubium
Grunow, 1865

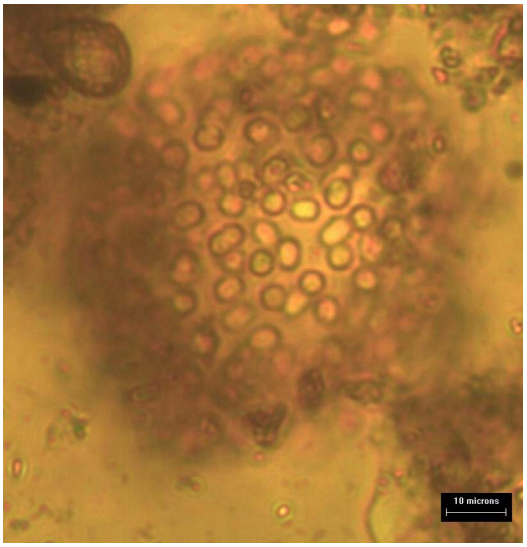
ESPECIE		***COELOSPHAERIUM DUBIUM***
Colonias		Exactamente esféricas o apenas ovales, a veces compuestas de 2 a 3 subcolonias, con hasta 150 µm de diámetro y células más o menos densas, dispuestas en una capa.
Mucílago		Incoloro y con forma definida, no refractario en los márgenes, extendiéndose hasta 8 µm más allá de la capa de células.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas, de color verde azulado claro, con aerotopos.
	Diámetro (µm)	De 5 a 7.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Colonia de *Coelosphaerium dubium*, 1000 x.



Colonia de *Coelosphaerium dubium*, 200 x.



Colonia de *Coelosphaerium dubium*, 200 x.

ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

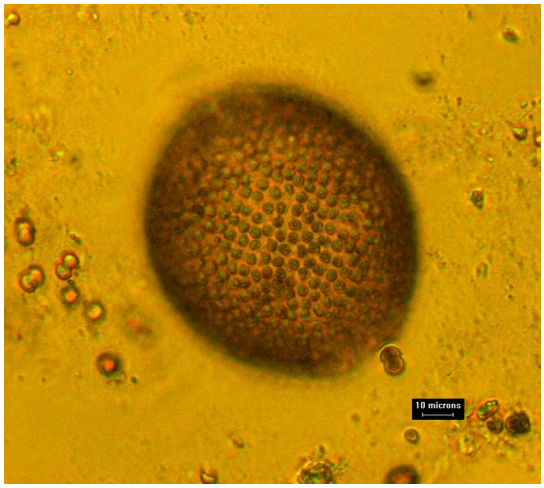
GÉNERO
Coelosphaerium
Nägeli, 1849

ESPECIE
Coelosphaerium evidenter-marginatum
Azevedo y Sant'Anna, 1999

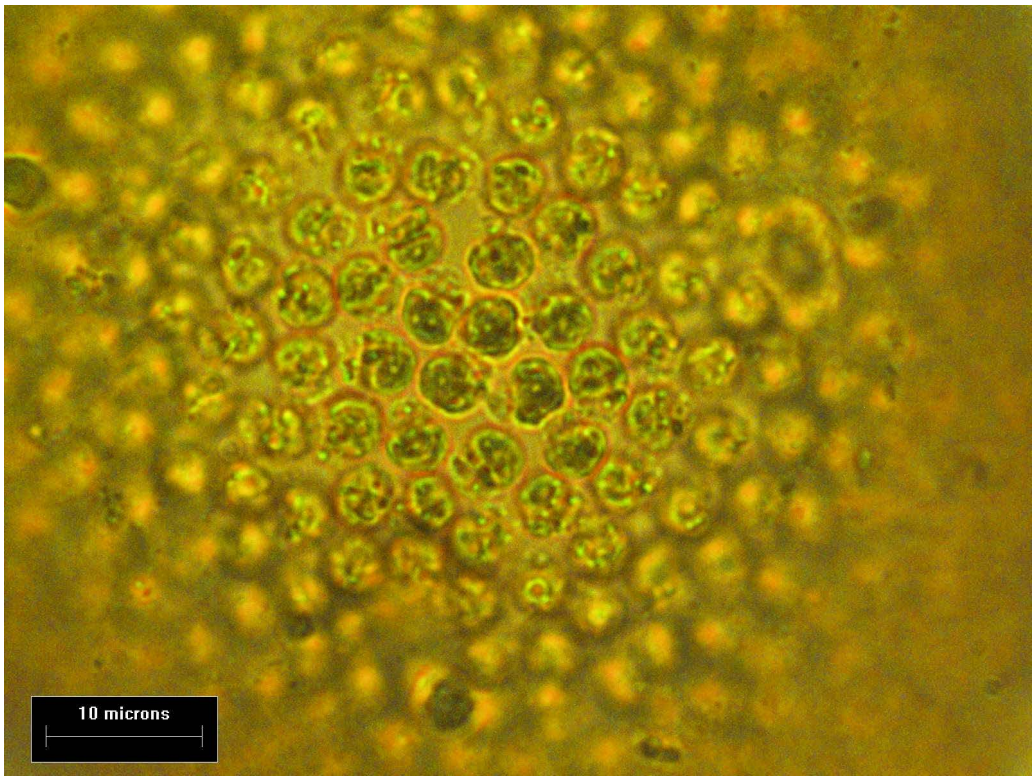
ESPECIE		*COELOSPHAERIUM EVIDENTER-MARGINATUM*
Colonias		Huecas, esféricas cuando jóvenes e irregulares cuando adultas.
Mucílago		Inconspicuo y con forma definida.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas, de color verdoso, sin aerotopos, regularmente distribuidas en la superficie de la colonia.
	Diámetro (µm)	De 2,5 a 3,5.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Colonia de *Coelosphaerium evidenter-marginatum*, 400 x.



Colonia de *Coelosphaerium evidenter-marginatum*, 400 x.



Colonia de *Coelosphaerium evidenter-marginatum*, 1000 x.



ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Cuspidothrix
Rajaniemi et al., 2005

- Células cilíndricas o con forma de barril, isodiamétricas o más largas que anchas, con contenido celular fino y facultativamente con aerotopos. Células apicales alargadas y puntiagudas.
- Heterocitos intercalares, solitarios. Pueden ser cilíndricos o elipsoidales.
- Acinetes intercalares y solitarios, raramente de a dos. Pueden o no estar cerca del heterocisto. Alargados y más o menos cilíndricos. Generalmente 1 o 2 por tricoma.
- Tricomas subsimétricos. Sin constricciones o apenas constrictos entre las células. Hasta 6 µm de ancho. Solitarios, libres, cilíndricos rectos o curvados, raramente torneados. Sin vaina, a veces con un envoltorio muy delgado. Más angosto hacia los extremos, siempre terminando en punta (puede ser fina o redondeada).

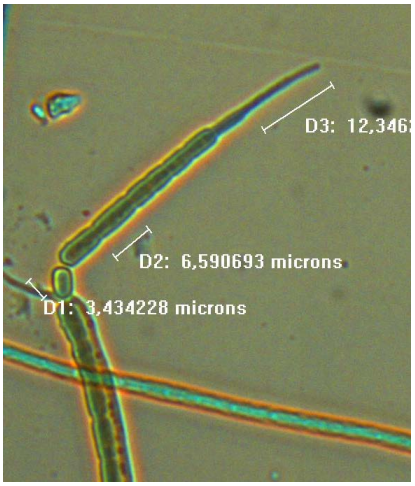
REFERENCIA
(Komárek, 2013)

ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Cuspidothrix
Rajaniemi et al., 2005

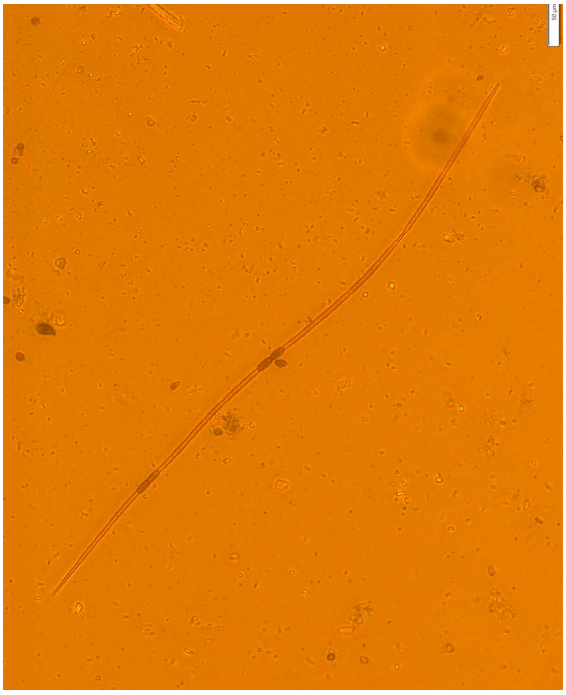
ESPECIE
Cuspidothrix issatschenkoi
(Usachev) Rajaniemi et al., 2005



Filamento de *Cuspidothrix issatschenkoi*, 400 x.

SINÓNIMO
Aphanizomenon issatschenkoi (Usachev) Proshkina-Lavrenko, 1968;
Anabaena issatschenkoi Usachev, 1938

ESPECIE		***CUSPIDOTHRIX ISSATSCHENKOI***
Tricomas		Rectos o levemente curvados, isopolares, de hasta 500 µm de largo. Células cilíndricas en el centro, que se van estrechando hacia los extremos. Sin constricciones entre las células, o apenas constrictos. La conexión telescópica de las células terminales en un tricoma son características.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas alargadas, de color azul verdoso, con aerotopos dispersos. Células apicales afinadas y puntiagudas.
	Ancho (µm)	De 2 a 3.
	Largo (µm)	De 4 a 8.
Heterocitos	Forma y características	Intercalares, solitarios, cilíndricos. De 1 a 3 por tricoma.
	Ancho (µm)	De 2 a 3.
	Largo (µm)	De 6 a 11.
Acinetes	Forma y características	Solitarios o hasta 2 o 3 contiguos, distantes de los heterocitos. Alargados con bordes redondeados.
	Ancho (µm)	De 2 a 4,5.
	Largo (µm)	De 2 a 20.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, laguna del Sauce, tajamar en Canelones, tajamar en Colonia.



Filamento de *Cuspidothrix issatschenkoi*, 100 x.

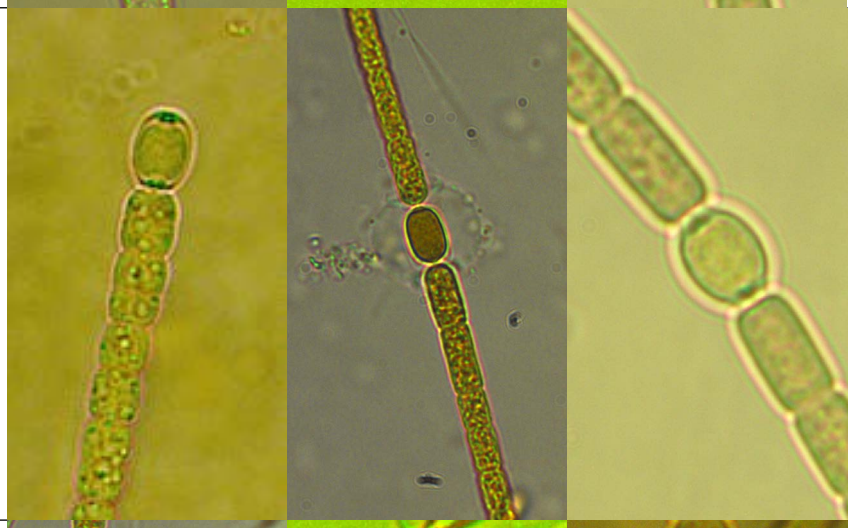


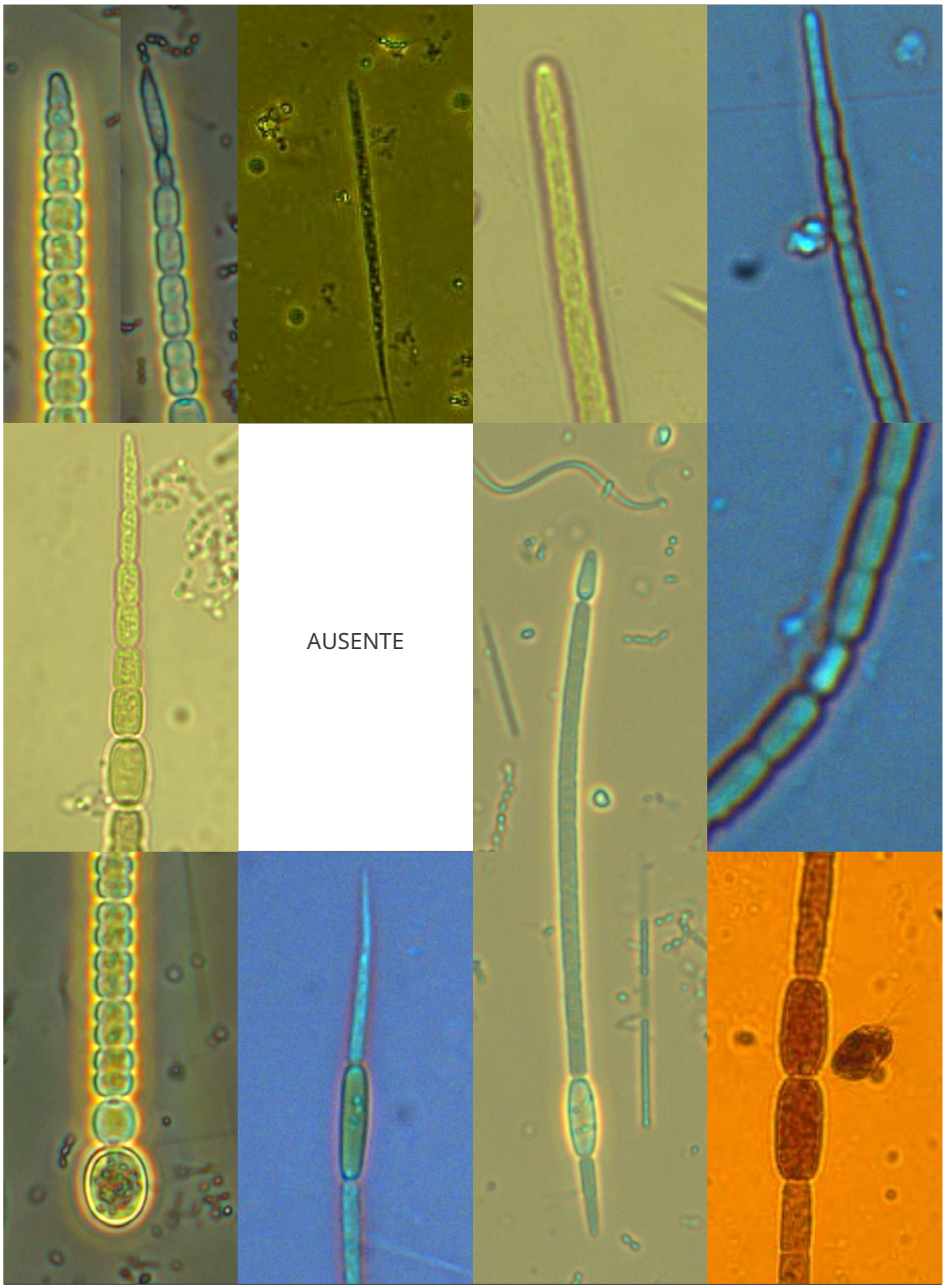
Filamento de *Cuspidothrix issatschenkoi*, 200 x.



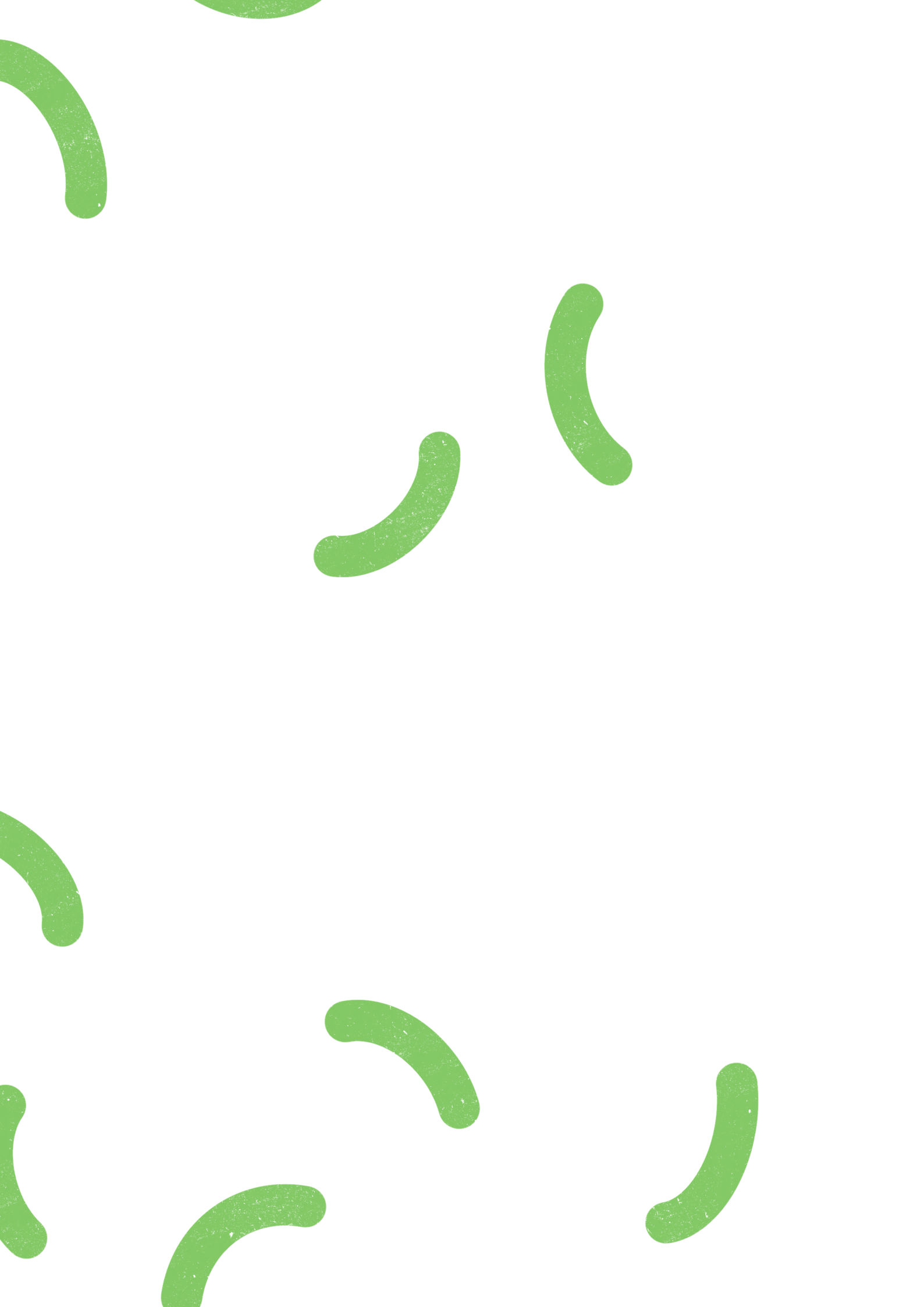
Filamento de *Cuspidothrix issatschenkoi*, 1000 x.

Ficha comparativa de filamentos de Nostocales

CÉLULA TERMINAL			
HETEROCITO			
ACINETE			
	Aphanizomenon gracile	*Aphanizomenon yezoense*	*Aphanizomenon schindleri*



Aphanizomenon favaloroi	*Raphidiopsis mediterránea*	*Raphidiopsis raciborskii*	*Cuspidothrix issatschenkoi*



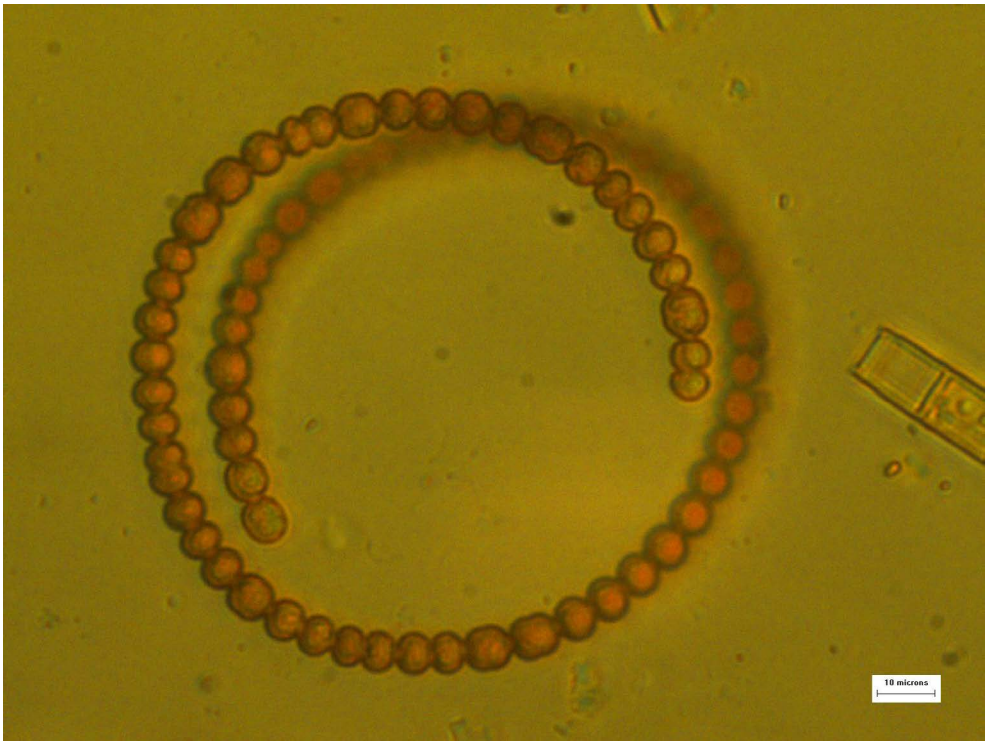
ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

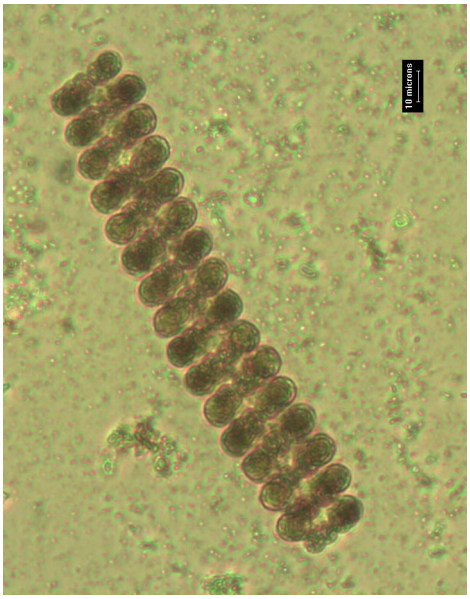
GÉNERO
Dolichospermum
(Ralfs ex Bornet y Flahault)
Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

- Células esféricas, a veces en forma de barril a casi cilíndricas con bordes redondeados, usualmente isodiamétricas, raramente más largas que anchas. Con aerotopos. Células terminales similares a las vegetativas.
- Heterocitos siempre intercalares, esféricos, raramente ovales o en forma de barril, más o menos del mismo ancho que las células vegetativas. Solitarios, usualmente equidistantes entre ellos en los tricomas bien desarrollados.
- Acinetes intercalares, cilíndricos, ovales, ovoides o esféricos, distantes de los heterocitos. Solitarios, pero puede haber varios juntos (hasta 5).
- Tricomas solitarios, rectos, apenas curvados, flexibles, curvados o plegados en forma de espiral. Sin vaina, pero a veces con una envoltura mucilaginosa incolora y no definida. Con constricciones entre células. Son cilíndricos y no se estrechan en los extremos.

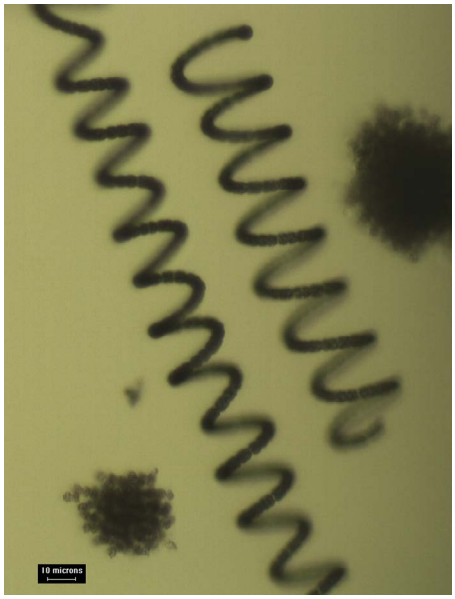
REFERENCIA
(Komárek, 2013)



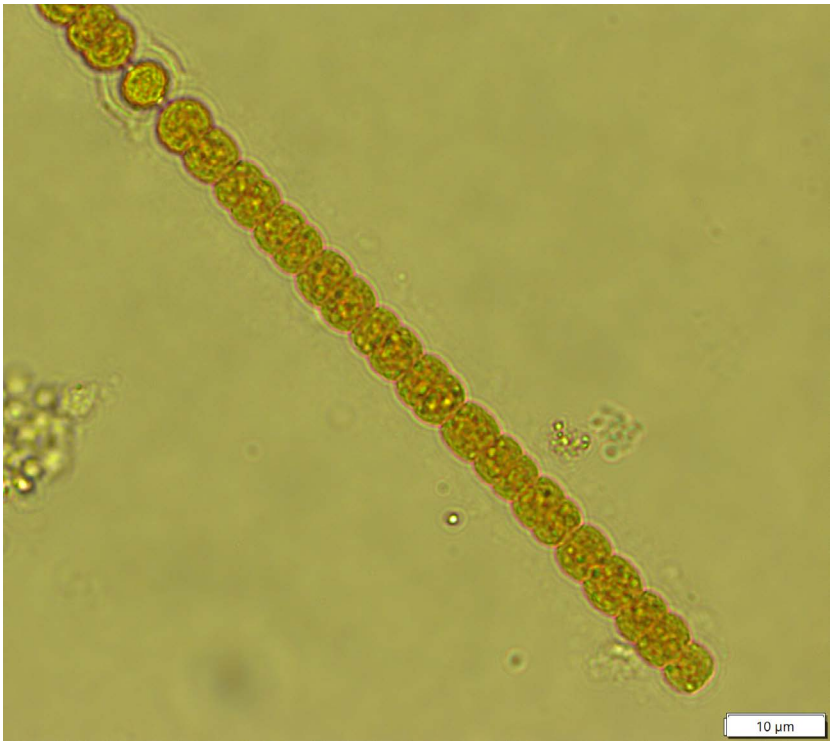
Filamento de *Dolichospermum circinale*, 400 x.



Filamento de *Dolichospermum uruguayense*, 200 x.



Filamento de *Dolichospermum crassum*, 100 x.



Filamento de *Dolichospermum viguieri*, 1000 x.



Filamento de *Dolichospermum planctonicum*, 200 x.

ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

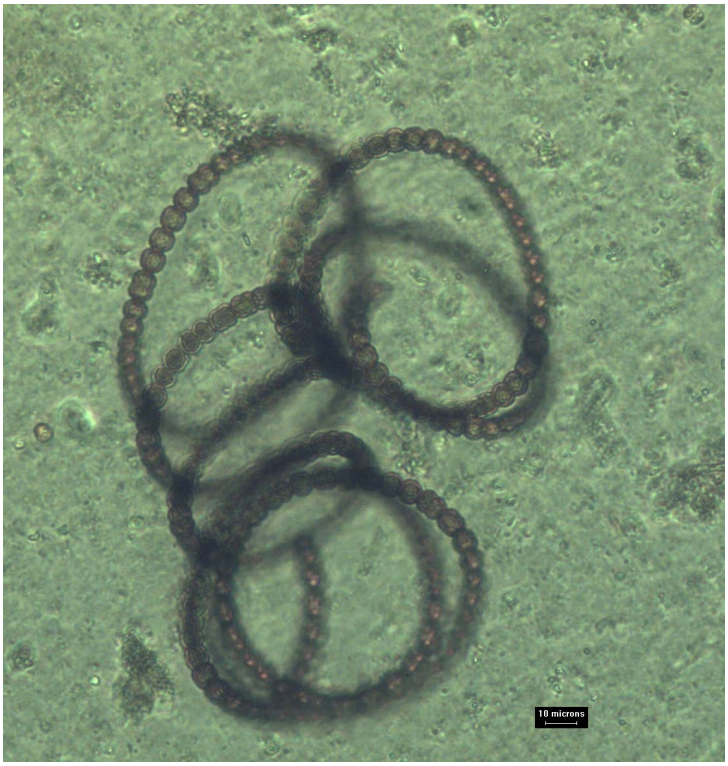
GÉNERO
Dolichospermum
(Ralfs ex Bornet y Flahault)
Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

ESPECIE
Dolichospermum circinale
(Rabenhorst ex Bornet y Flahault)
Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

ESPECIE		***DOLICHOSPERMUM CIRCINALE***
Tricomas		Solitarios, a veces enredados en pequeños grupos, isopolares, irregularmente torneados o más o menos en un espiral irregular. En algunos casos con cobertura mucilaginosa.
Células vegetativas	Forma y características	Más o menos esféricas, con numerosos aerotopos. Las células apicales son redondeadas, no diferenciadas en tamaño y forma del resto de las células.
	Diámetro (µm)	De 8 a 11.
Heterocitos	Forma y características	Esféricos o raramente ovales, de similar ancho o apenas mayor que las células vegetativas. Intercalares y solitarios.
	Diámetro (µm)	De 9 a 12.
Acinetes	Forma y características	Intercalares, distantes de los heterocitos, solitarios o raramente de a 2. Ovales, ocasionalmente apenas asimétricos o con los extremos más estrechos.
	Ancho (µm)	De 15 a 21.
	Largo (µm)	De 20 a 28.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, laguna Merín, tajamar en Canelones.



Filamento de *Dolichospermum circinale*, 100 x.



Filamento de *Dolichospermum circinale*, 100 x.

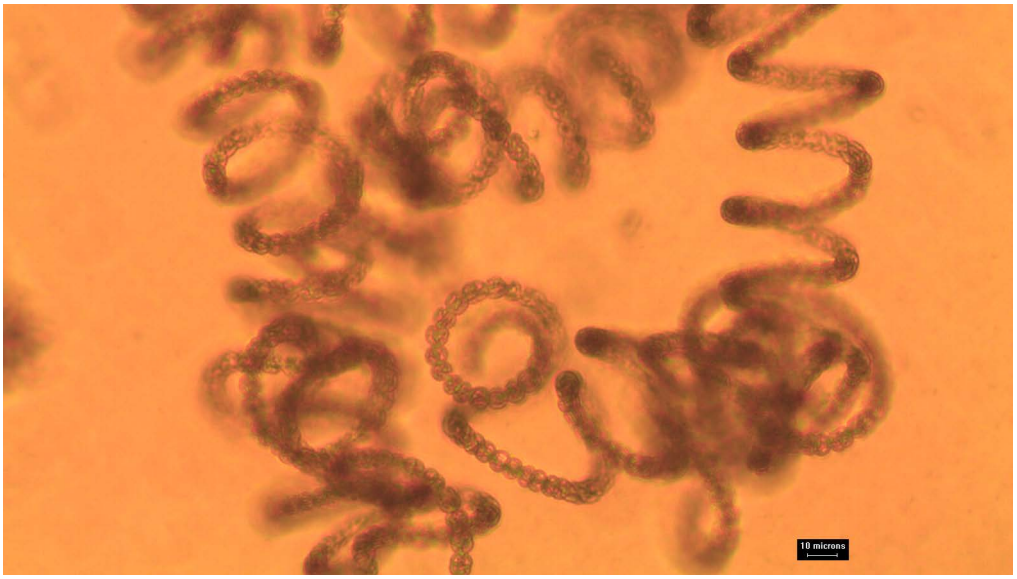
ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Dolichospermum
(Ralfs ex Bornet y Flahault)
Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

ESPECIE
Dolichospermum crassum
(Lemmermann) Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

ESPECIE		***DOLICHOSPERMUM CRASSUM***
Tricomas		Solitarios, filamentos regularmente espiralados en el mismo diámetro. Cada espiral puede variar de 40 a 70 µm de ancho por 30 a 55 µm de alto. Con constricciones claras entre las células. A veces con envoltura mucilaginosa dispersa.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas o en forma de barril, más o menos isodiamétricas o apenas más anchas que largas, con numerosos aerotopos. Las células apicales son esféricas, no diferenciadas en tamaño y forma del resto de las células.
	Diámetro (µm)	De 6 a 8 de largo por 9 a 11 de ancho.
Heterocitos	Forma y características	Esféricos o a veces con las puntas achatadas, intercalares y solitarios.
	Diámetro (µm)	De 9 a 14.
Acinetes	Forma y características	Intercalares, distantes de los heterocitos, solitarios o raramente de a 2 o 3, ovales a cilíndricos.
	Ancho (µm)	De 13 a 25.
	Largo (µm)	De 15 a 42.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Filamento de *Dolichospermum crassum*, 200 x.



Filamento de *Dolichospermum crassum*, 200 x.



Filamento de *Dolichospermum crassum*, 200 x.

ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

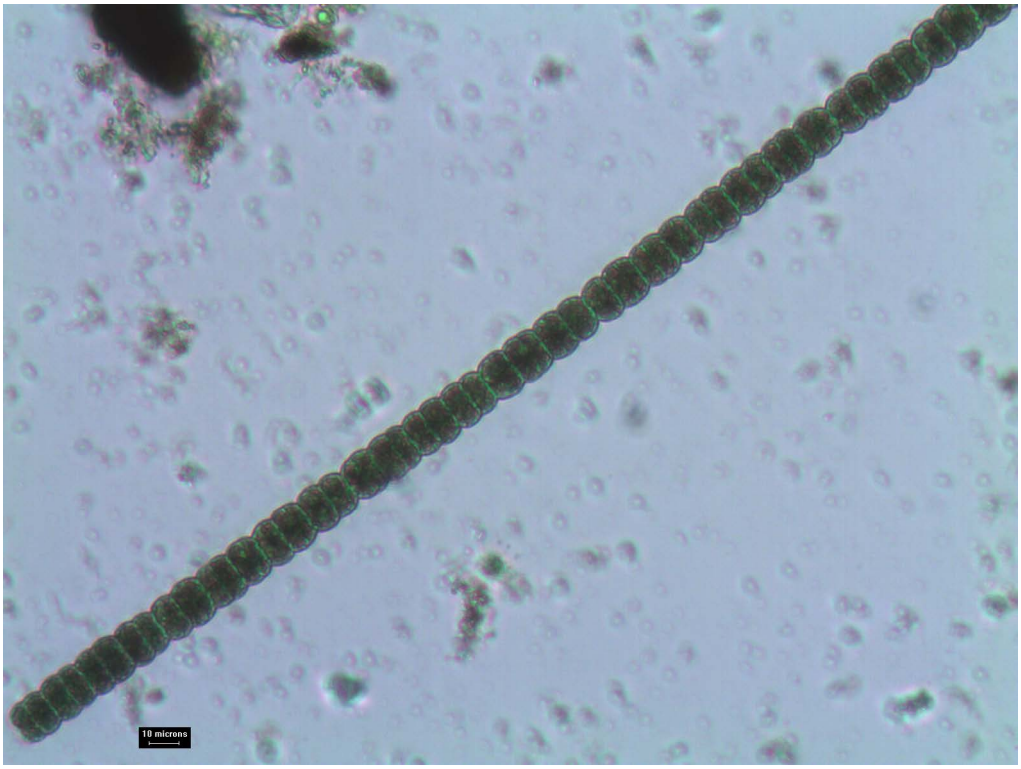
GÉNERO
Dolichospermum
(Ralfs ex Bornet y Flahault)
Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

ESPECIE
Dolichospermum planctonicum
(Brunnthaler) Wacklin, Hoffmann y Komárek 2009

ESPECIE		***DOLICHOSPERMUM PLANCTONICUM***
Tricomas		Solitarios, rectos o levemente curvados. Constrictos en las paredes transversales, con mucílago difuso. No atenuados hacia los extremos.
Células vegetativas	Forma y características	Con forma de barril, de color verde-azul, con numerosos aerotopos. Células terminales más redondeadas que el resto.
	Ancho (µm)	De 8 a 14.
	Largo (µm)	De 6 a 12.
Heterocitos	Forma y características	Intercalares, solitarios, redondeados a esféricos, rara vez ovoides.
	Diámetro (µm)	De 9 a 15.
Acinetes	Forma y características	Intercalares, solitarios o menos frecuentemente de a 2 o hasta 3 juntos, distantes de los heterocitos. Ovales o cilíndricos, anchos y con los bordes redondeados.
	Ancho (µm)	De 9 a 21.
	Largo (µm)	De 15 a 37.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, Río Yi.



Filamento de *Dolichospermum planctonicum*, 400 x.



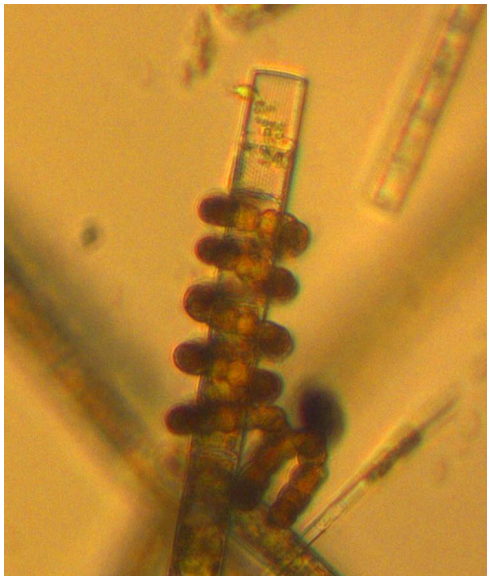
Filamento de *Dolichospermum planctonicum*, 200 x.

ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Dolichospermum
(Ralfs ex Bornet y Flahault)
Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

ESPECIE
Dolichospermum uruguayense
Kozlíková-Zapomělová,
Ferrari y Pérez, 2016

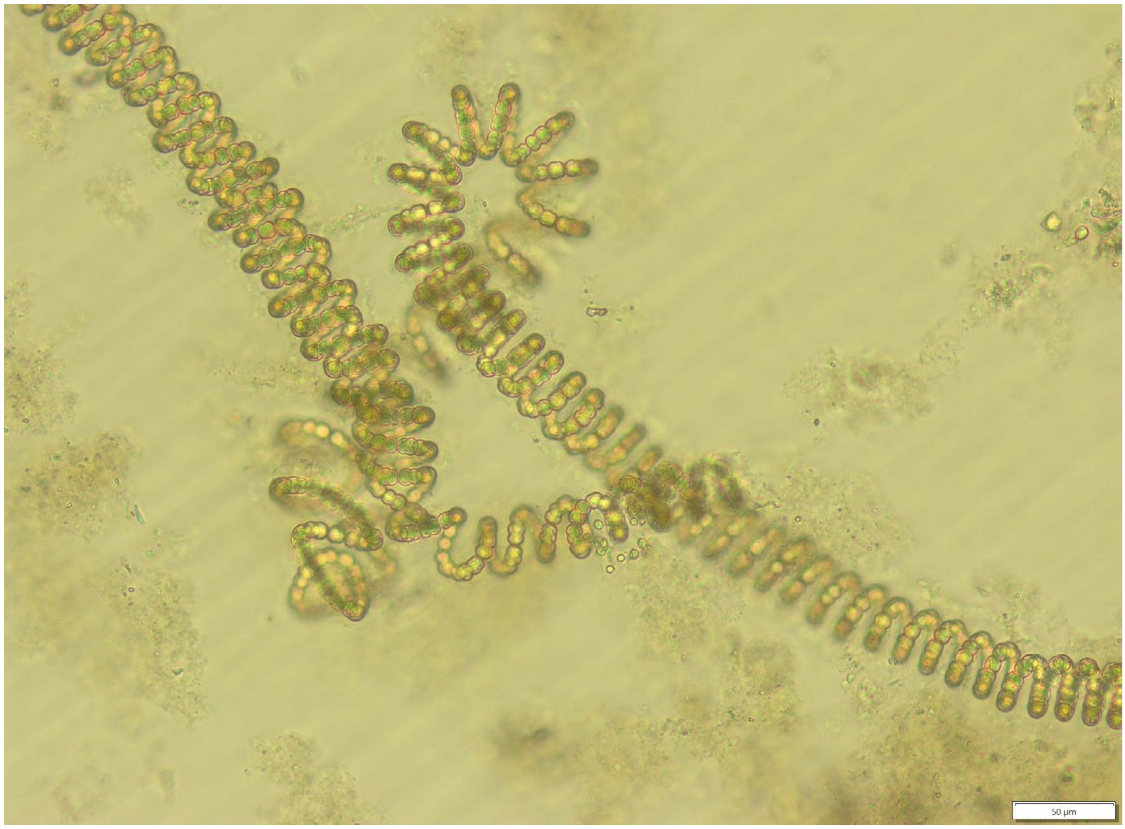


Filamento de *Dolichospermum uruguayense*, 200 x.

ESPECIE		***DOLICHOSPERMUM URUGUAYENSE***
Tricomas		En espiral, de longitud variable, no atenuados hacia los extremos, puede presentar vaina mucilaginosa. Solitarios o en parejas, esporádicamente de a 3, un filamento retorcido dentro de otro. Contraído en las paredes celulares. Cada espiral en filamentos solitarios puede variar de 19,6 a 31 µm de ancho y hasta 3 µm de alto.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas o en forma de barril, con contenido celular granular y aerotopos. Células terminales no diferenciadas.
	Diámetro (µm)	De 7 a 11.
Heterocitos	Forma y características	Intercalares, solitarios, redondeados a esféricos.
	Diámetro (µm)	De 8 a 12.
Acinetes	Forma y características	Con forma de riñón, distantes de los heterocitos.
	Ancho (µm)	De 10 a 12,5.
	Largo (µm)	De 22 a 25.
Observaciones		Cada vuelta del espiral está formada por 8 a 11 células.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, Río de la Plata. El primer registro de la especie fue encontrado en el Río Uruguay, 2016 (Kozlíková-Zapomělová, Ferrari y Pérez, 2016).



Filamento de *Dolichospermum uruguayense*, 100 x.



Filamento de *Dolichospermum uruguayense*, 200 x.

ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Dolichospermum
(Ralfs ex Bornet y Flahault)
Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009

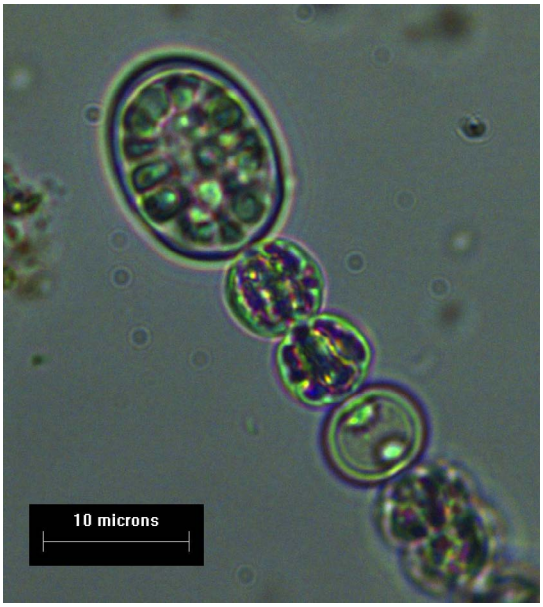
ESPECIE
Dolichospermum viguieri
(Denis y Frémy) Wacklin, Hoffmann y Komárek, 2009



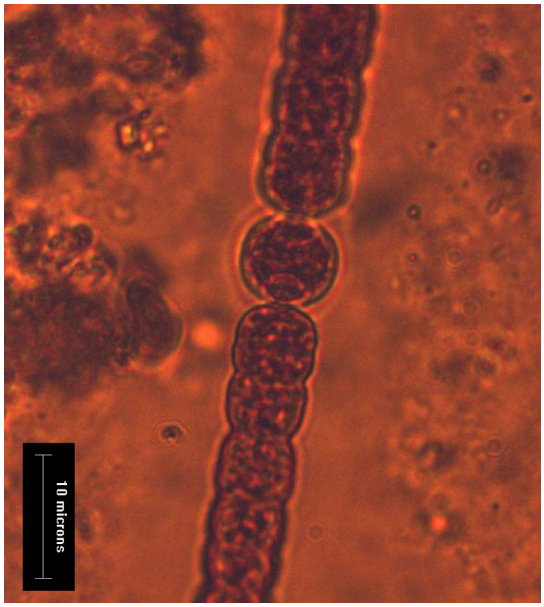
Filamento de *Dolichospermum viguieri*, 1000 x.

SINÓNIMO
Anabaena viguieri Denis y Frémy, 1924

ESPECIE		***DOLICHOSPERMUM VIGUIERI***
Tricomas		Solitarios, más o menos rectos, claramente constrictos en las paredes transversales, no se atenúan hacia el final, sin mucílago.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas o con forma de barril, isodiamétricas o un poco más anchas que largas, con aerotopos amarronados. Células apicales esféricas.
	Ancho (µm)	De 6 a 10.
	Largo (µm)	De 5 a 11.
Heterocitos	Forma y características	Intercalados, solitarios, esféricos o con forma de barril, similar ancho que las células vegetativas, o un poco más anchas.
	Diámetro (µm)	De 5 a 7,5.
Acinetes	Forma y características	Intercalados, solitarios, muy raramente de a pares, elipsoidal u oval, distante de los heterocitos.
	Ancho (µm)	De 11 a 16.
	Largo (µm)	De 13,5 a 30.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, río Santa Lucía, río Queguay.



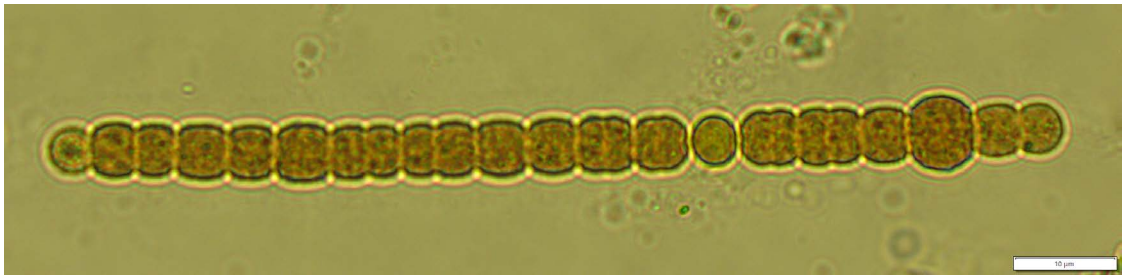
Filamento de *Dolichospermum viguieri*, 1000 x.



Filamento de *Dolichospermum viguieri*, 1000 x.



Filamento de *Dolichospermum viguieri*, 200 x.



Filamento de *Dolichospermum viguieri*, 1000 x.



ORDEN
Geitlerinematales

FAMILIA
Geitlerinemataceae

GÉNERO
Geitlerinema
(Anagnostidis y Komárek) Anagnostidis, 1989

- Células mayormente más largas que anchas. De color gris pálido, azul verdoso o azul verdoso brillante. A veces con gránulos de cianoficina translúcidos en los septos, sin aerotopos. Células apicales usualmente cónicas y dobladas, y capitadas esféricamente.
- Pueden variar de 1 a 20 µm de largo y de 0,6 a 6,5 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Tricomas cilíndricos rectos o flexibles, generalmente dispuestos paralelamente. Sin vaina y casi siempre sin constricciones entre células.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2007)

ORDEN
Geitlerinematales

FAMILIA
Geitlerinemataceae

GÉNERO
Geitlerinema
(Anagnostidis y Komárek) Anagnostidis, 1989

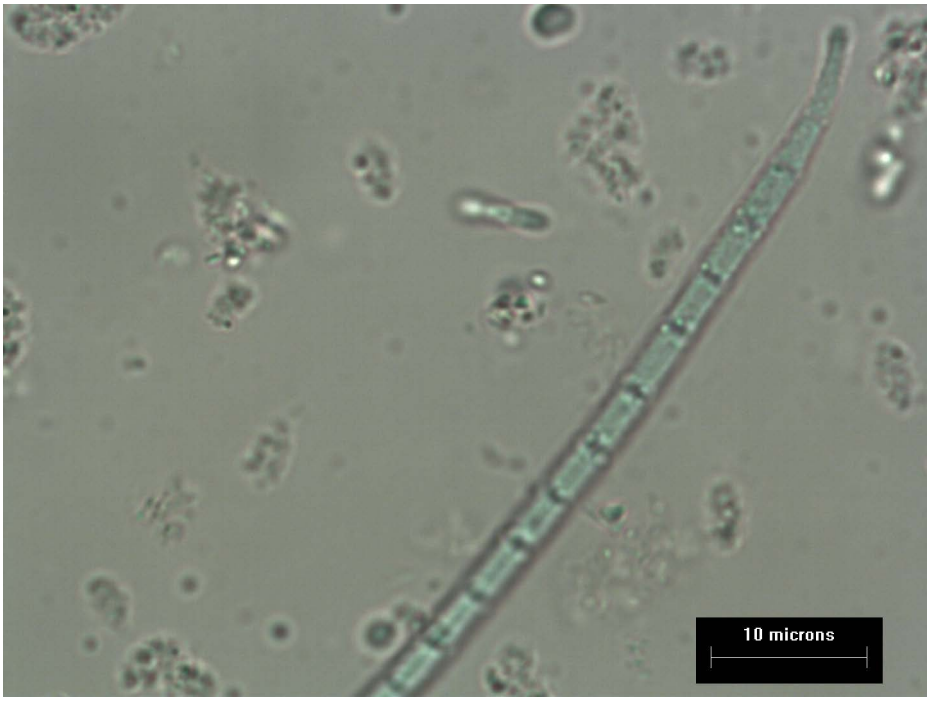
ESPECIE
Geitlerinema splendidum
(Greville ex Gomont) Anagnostidis, 1989

SINÓNIMO
Oscillatoria splendida Greville ex Gomont, 1892

ESPECIE		***GEITLERINEMA SPLENDIDUM***
Tricomas		Cilíndricos rectos o helicoidales, sin constricciones entre células, gradualmente atenuados hacia los extremos. De hasta 1 mm de largo.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas, de 2 a 4 veces más largas que anchas. Células apicales notablemente atenuadas y enganchadas.
	Ancho (µm)	De 2 a 2,5.
	Largo (µm)	De 5 a 10.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Filamento de *Geitlerinema splendidum*, 1000 x.



Filamento de *Geitlerinema splendidum*, 1000 x.



ORDEN
Synechococcales

FAMILIA
Incertae sedis
(ex Pseudabanaceae)

GÉNERO
Jaaginema
Anagnostidis y Komárek, 1988

- Células cilíndricas, mayoritariamente más largas que anchas. Contenido celular no homogéneo, sin aerotopos. Células apicales generalmente redondeadas, raramente cónicas. No tienen caliptra.
- Pueden variar de 0,8 a 7,2 µm de largo por 0,3 a 3 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Tricomas solitarios o en pequeños grupos, flexibles, siempre inmóviles. De hasta 3 µm de ancho, usualmente sin constricciones, a veces atenuadas en los extremos.
- Es un género simple pero que necesita revisión.
- Registro: río Uruguay, Río Negro, Río de la Plata.

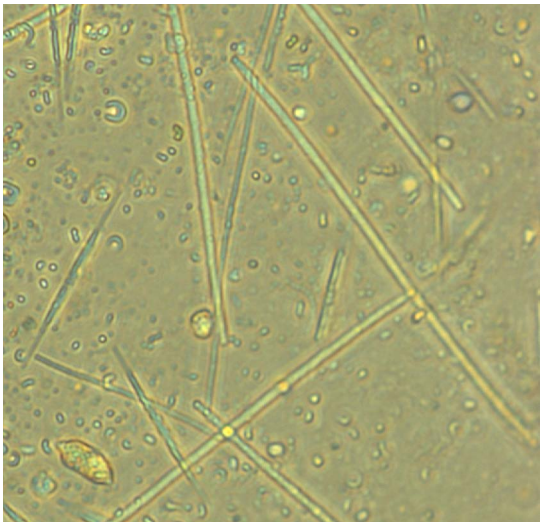
REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Synechococcales

FAMILIA
Incertae sedis
(ex Pseudabanaceae)

GÉNERO
Jaaginema
Anagnostidis y Komárek, 1988

ESPECIE
Jaaginema sp.



Filamento de *Jaaginema* sp., 200 x.

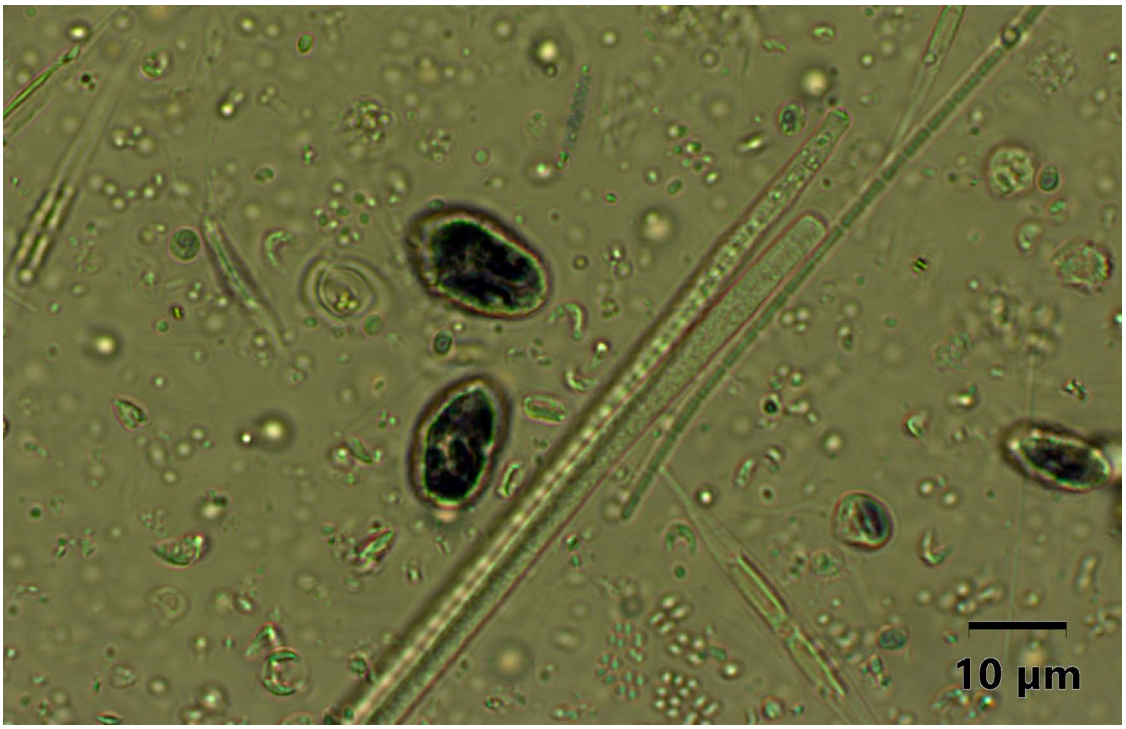
ESPECIE		*JAAGINEMA* SP.
Tricomas		Solitarios o en pequeños grupos, flexibles, siempre inmóviles. De hasta 3 µm de ancho, usualmente sin constricciones, a veces atenuados en los extremos.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas, mayoritariamente más largas que anchas. Contenido celular no homogéneo, sin aerotopos. Células apicales generalmente redondeadas, raramente cónicas. No tienen caliptra.
	Ancho (µm)	De 3 a 3,6.
	Largo (µm)	De 2,5 a 5.
Observaciones		Nuestros registros no coinciden con ninguna especie reportada en la literatura. Puede ser confundida con *Planktothrix*, *Pseudanabaena* y con filamentos de *Raphidiopsis* (cuando estos aparecen sin heterocito y acinete). Los septos celulares solo se observan a más de 1000 x. Se diferencia por la atenuación del tricoma, el contenido celular no homogéneo y la ausencia de aerotopos y vaina.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



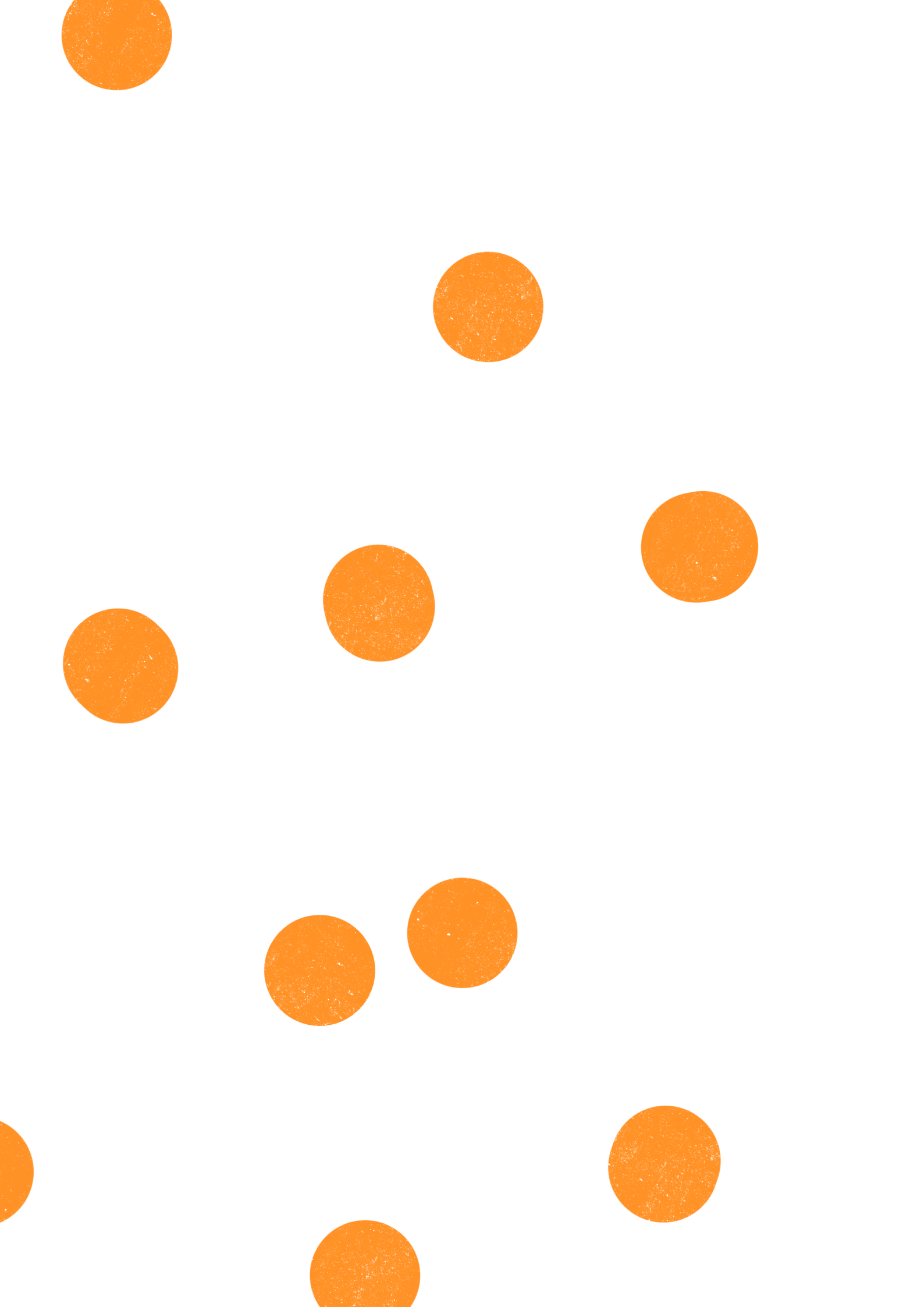
Filamento de *Jaaginema* sp., 1000 x.



Filamento de *Jaaginema* sp., 1000 x.



Filamento de *Jaaginema* sp., 1000 x.



ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Chroococcaceae

GÉNERO
Johanseninema
Hasler, Dvorák y Poulícková, 2014

- Células vegetativas isodiamétricas, rectangulares o cilíndricas, con gránulos oscuros en las paredes transversales. Células apicales por lo general ampliamente redondeadas.
- Miden alrededor de 4,6 µm de ancho.
- Tricomas cortos o hasta de aproximadamente 50 células, rectos o apenas curvos, móviles. Marcadamente constrictos entre las paredes transversales. Sin vaina y sin mucílago visible.

REFERENCIA
(Hasler et al., 2014a, 2014b; Guiry y Guiry, 2025)

ORDEN
Chroococcales

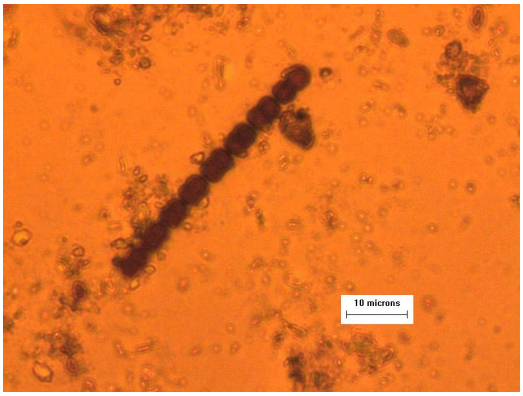
FAMILIA
Chroococcaceae

GÉNERO
Johanseninema
Hasler, Dvorák y Poulícková, 2014

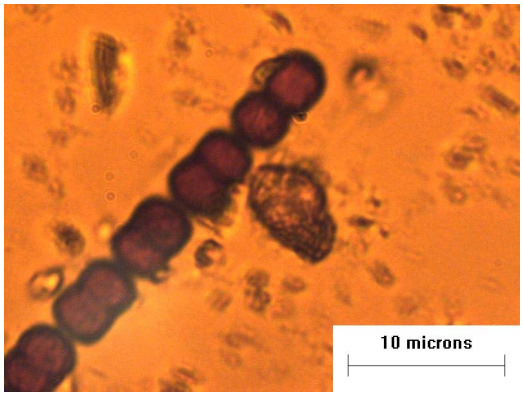
ESPECIE
Johanseninema constrictum
(Szafer) Hasler, Dvorák y Poulícková, 2014

SINÓNIMO
Komvophoron constrictum (Szafer) Anagnostidis y Komárek, 1988; *Johansenia constricta* (Szafer) Hasler, Dvorák y Poulícková, 2014; *Oscillatoria constricta* Szafer, 1910; *Pseudanabaena constricta* (Szafer) Lauterborn, 1915; *Anabaena constricta* (Szafer) Geitler, 1925

ESPECIE		***JOHANSENINEMA CONSTRICTUM***
Colonias		Cortos, rectos o apenas curvos, móviles. Marcadamente constrictos entre las paredes transversales. Sin mucílago visible.
Células vegetativas	Forma y características	Con forma de barril y bordes redondeados, usualmente constrictas en el medio. Separadas por una pared transversal hialina. Contenido celular homogéneo, con algunos pocos gránulos, a veces con un par de gránulos grandes, negros, refractarios, situados en el final de las células, uno de cada lado. Células apicales con las mismas características, pero también pueden tener forma más cónica o ligeramente hinchada.
	Ancho (µm)	De 4 a 7.
	Largo (µm)	De 2 a 5.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Filamento de *Johanseninema constrictum,* 400 x.



Filamento de *Johanseninema constrictum,* 1000 x.



ORDEN
Oscillatoriales

FAMILIA
Microcoleaceae

GÉNERO
Kamptonema
Strunecký, Komárek y Smarda, 2014

- Células frecuentemente isodiamétricas. Sin aerotopos. Células apicales redondeadas y dobladas en forma de gancho, sin caliptra. Generalmente 2 o 3 células apicales son las que forman el gancho.
- Contenido celular heterogéneo.
- Pueden variar de 2,5 a 5,3 µm de ancho.
- Tricomas simples, cilíndricos a lo largo de toda su longitud, uniseriados, de color azul verdoso pálido, ligeramente contraídos o sin constricciones en las paredes transversales, móviles.
- Filamentos solitarios sin vainas, o con vainas muy finas, facultativas y difluentes, a veces con varios o muchos tricomas asociados más o menos en paralelo sin vainas firmes comunes.
- Registro: río Uruguay.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2007; Strunecký et al., 2014; Guiry y Guiry, 2025)

ORDEN
Oscillatoriales

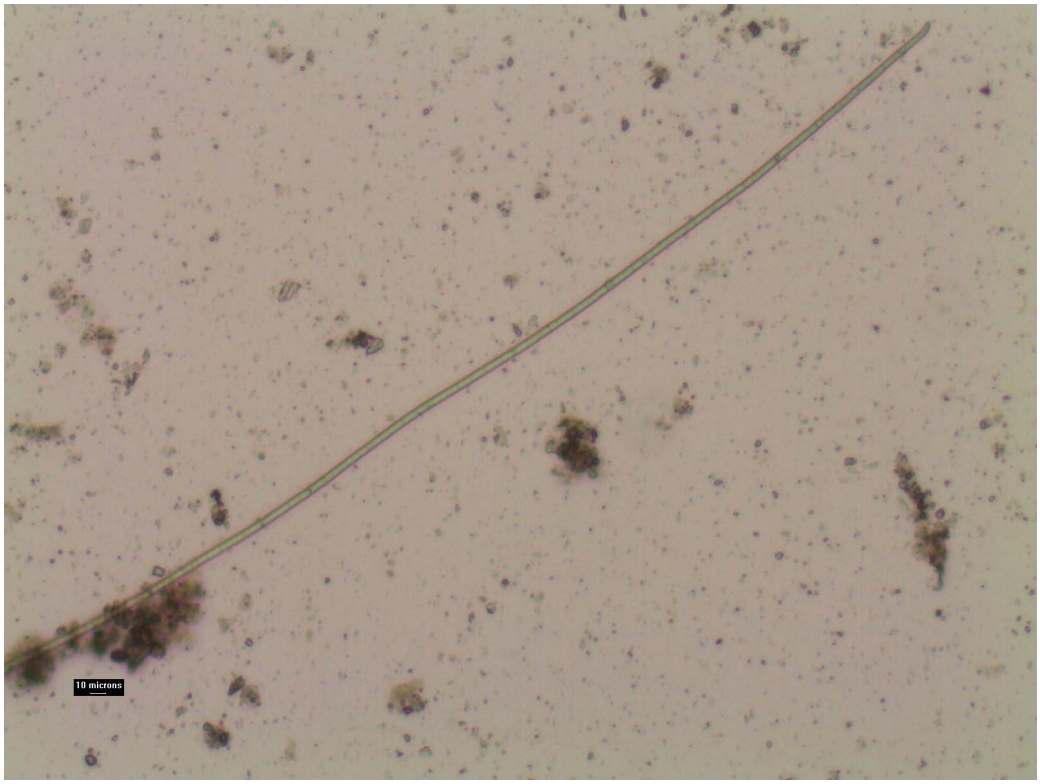
FAMILIA
Microcoleaceae

GÉNERO
Kamptonema
Strunecký, Komárek y Smarda, 2014

ESPECIE
Kamptonema formosum
(Bory ex Gomont) Strunecký, Komárek y Smarda, 2014

SINÓNIMO
Oscillatoria formosa Bory ex Gomont, 1892;
Phormidium formosum (Bory ex Gomont) Anagnostidis y Komárek, 1988

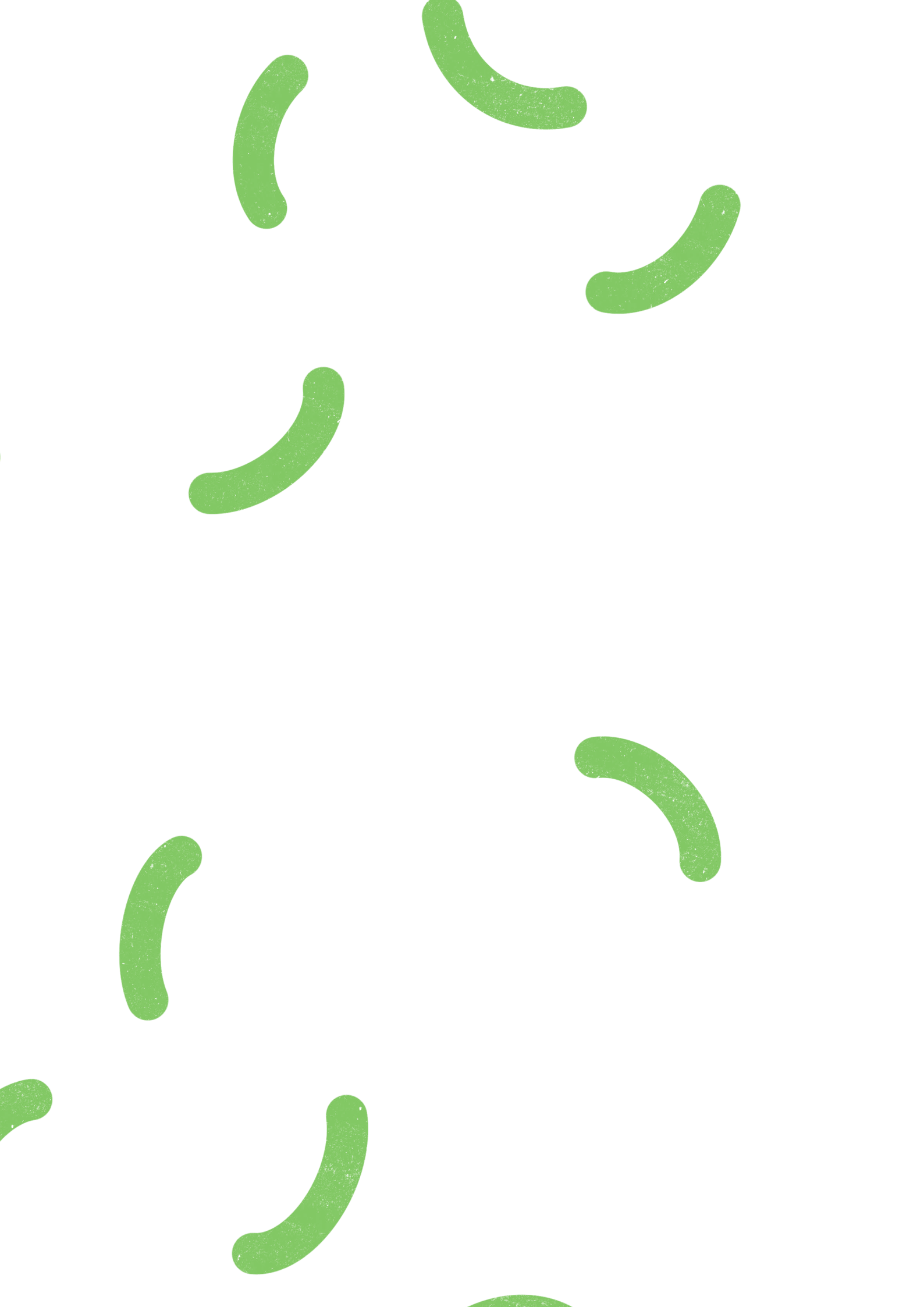
ESPECIE		***KAMPTONEMA FORMOSUM***
Tricomas		Más o menos rectos, largos y moviles, de color verde azulado brillante a amarillo verdoso. Ligeramente contraídos o sin constricciones, excepto en las células apicales y con extremos atenuados. Filamentos sin vainas, o con vainas muy finas.
Células vegetativas	Forma y características	Frecuentemente isodiamétricas o hasta 2 veces más cortas que anchas. Contenido celular finamente granulado. Células apicales cónicas obtusas, cónicas redondeadas o cónicas agudas, no capitadas, sin pared celular externa engrosada y sin caliptra.
	Ancho (µm)	De 6 a 7.
	Largo (µm)	De 2,5 a 5,6.
Registro		Río Negro.



Filamento de *Kamptonema formosum*, 100 x.



Filamento de *Kamptonema formosum*, 1000 x.



ORDEN
Gomontiellales

FAMILIA
Microcoleaceae

GÉNERO
Komvophoron
Anagnostidis y Komárek, 1988

- Células más o menos esféricas o en forma de barril. Sin aerotopos, heterocitos o acinetes.
- Los tricomas pueden variar de 1,6 a 10 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Amplia y profundamente constrictos, no atenuados en los extremos. Células apicales redondeadas o con paredes celulares exteriores cónicas.
- Tricomas solitarios o en pequeñas aglomeraciones, móviles o inmóviles, rectos o apenas curvados, usualmente cortos. Sin vaina.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2007)

ORDEN
Gomontiellales

FAMILIA
Microcoleaceae

GÉNERO
Komvophoron
Anagnostidis y Komárek, 1988

ESPECIE
Komvophoron crassum
(Vozzhennikova) Anagnostidis y Komárek, 1988

SINÓNIMO
Pseudanabaena crassa Vozzhennikova, 1953

ESPECIE		***KOMVOPHORON CRASSUM***
Tricomas		Forma tricomas cortos, ligeramente curvados y que suelen constar de 20 a 30 células. Marcadamente constrictos entre las paredes transversales gruesas e hialinas.
Células vegetativas	Forma y características	Cortas, cilíndricas o casi isodiamétricas. Células apicales redondeadas.
	Ancho (µm)	De 3,5 a 4,5.
	Largo (µm)	De 4 a 5,5.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Filamento de *Komvophoron crassum*, 400 x.



ORDEN
Oscillatoriales

FAMILIA
Microcoleaceae

GÉNERO
Limnoraphis
Komárek et al., 2013

- Células cilíndricas, cortas, discoides, siempre más cortas que anchas. Con aerotopos, sin caliptra.
- Pueden variar de 5 a 25 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Tricomas cilíndricos, no constrictos o apenas constrictos, no atenuados hacia los extremos. Con vaina más o menos firme, hialina, incolora, delgada o más engrosada.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2007; Komárek et al., 2013)

ORDEN
Oscillatoriales

FAMILIA
Microcoleaceae

GÉNERO
Limnoraphis
Komárek et al., 2013

ESPECIE
Limnoraphis hieronymusii
(Lemmermann) Komárek et al., 2013

SINÓNIMO
Lyngbya hieronymusii Lemmermann, 1905

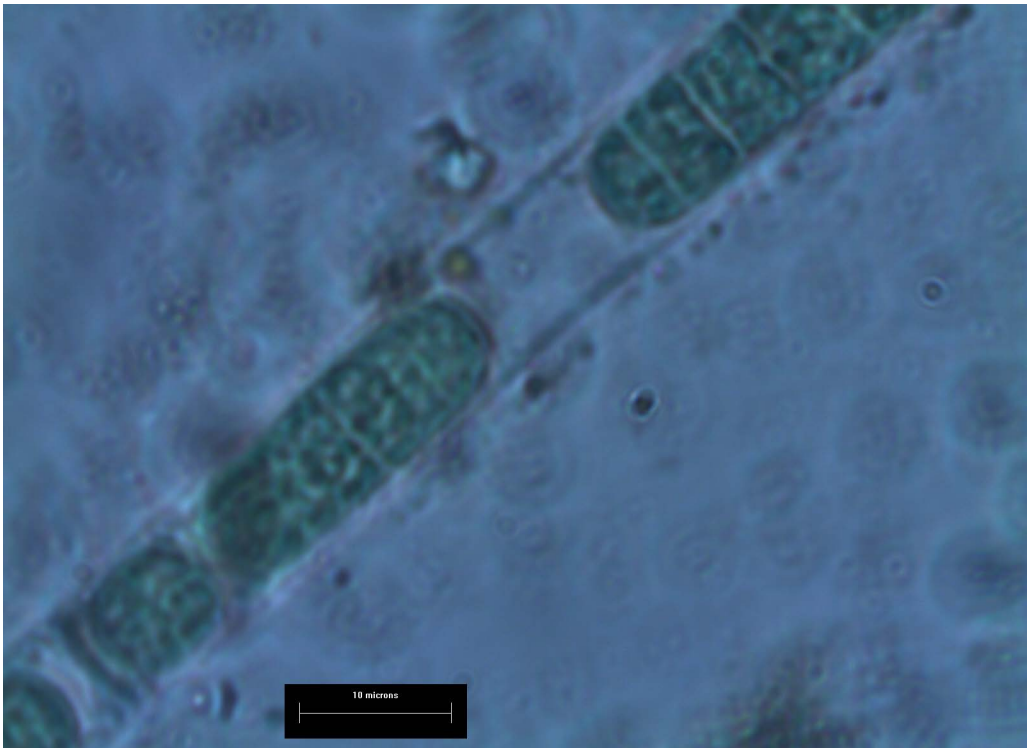
ESPECIE		***LIMNORAPHIS HIERONYMUSII***
Tricomas		Cilíndricos, no constrictos, no atenuados hacia los extremos. Con vaina firme, homogénea, incolora, delgada o más engrosada.
Filamentos		Solitarios, rectos o apenas curvos.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas cortas, discoides, siempre más cortas que anchas, con aerotopos. Células apicales ampliamente redondeadas, sin caliptra.
	Ancho (µm)	De 5 a 15.
	Largo (µm)	De 2,5 a 4.
Registro		Rincón del Bonete, Río Negro.



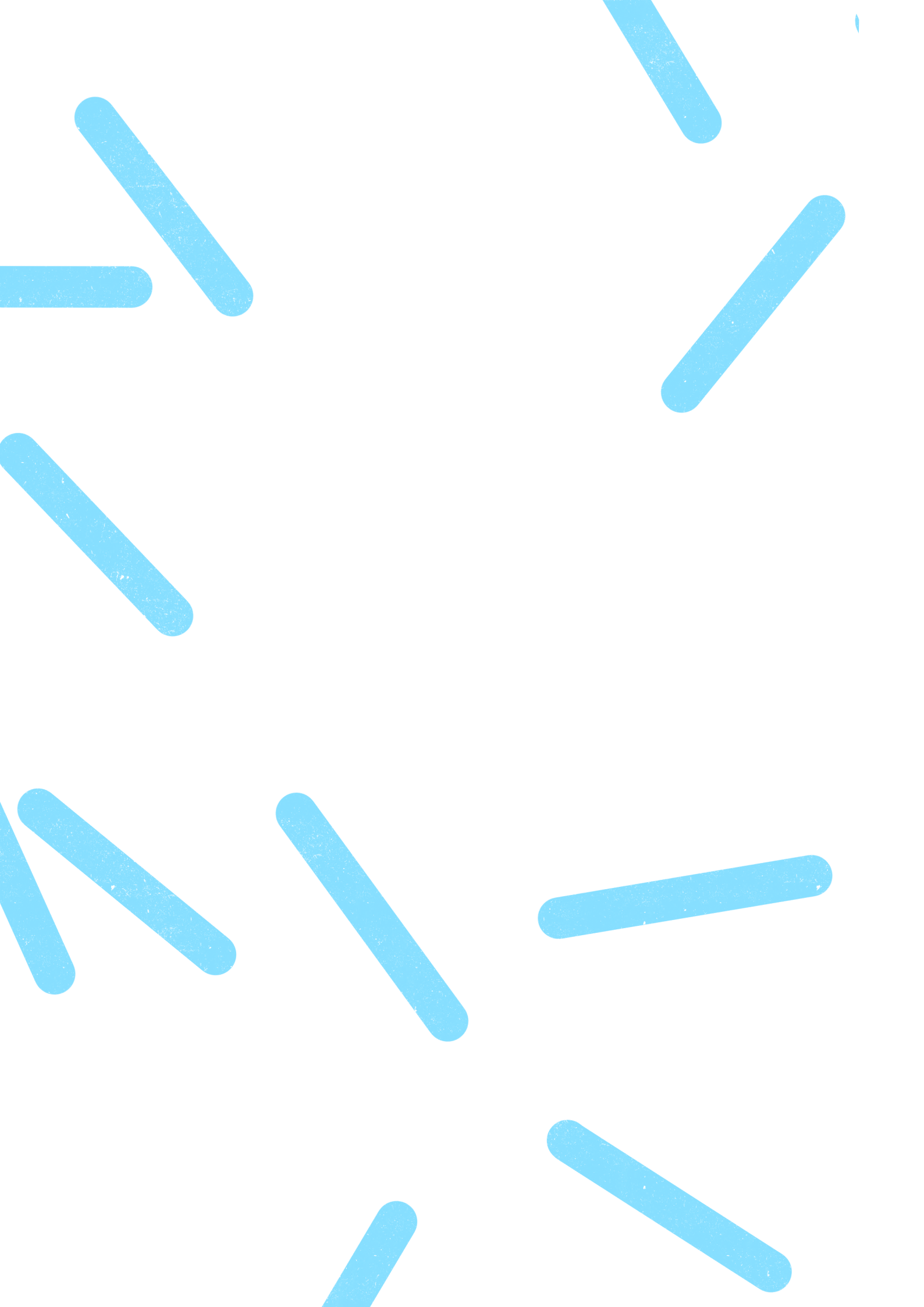
Filamento de *Limnoraphis hieronymusii*, 1000 x.



Filamento de *Limnoraphis hieronymusii*, 400 x.



Filamento de *Limnoraphis hieronymusii*, 1000 x.



ORDEN
Oscillatoriales

FAMILIA
Microcoleaceae

GÉNERO
Limnospira
Nowicka-Krawczyk, Mühlsteinová y Hauer, 2019

- Células siempre más cortas que anchas, con paredes transversales visibles en los tricomas. Aerotopos facultativamente presentes. Células terminales redondeadas o subcapitadas con pared celular externa engrosada o caliptra.
- Pueden variar de 2,6 a 5,6 µm de largo por 6 a 8 µm de ancho.
- Tricomas de color azul verdoso o verde oscuro, isopolares, cilíndricos, regularmente enrollados en espiral con tendencia a aflojar los bucles. No ramificados, más o menos estrechándose hacia los extremos. Sin constricciones o con constricciones muy leves.

Las especies de este género son relevantes para el cultivo en masa para consumo como alimento (generalmente denominadas de forma incorrecta *Spirulina platensis*).

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008; Nowicka-Krawczyk et al., 2019; Guiry y Guiry, 2025)

ORDEN
Oscillatoriales

FAMILIA
Microcoleaceae

GÉNERO
Limnospira
Nowicka-Krawczyk, Mühlsteinová y Hauer, 2019

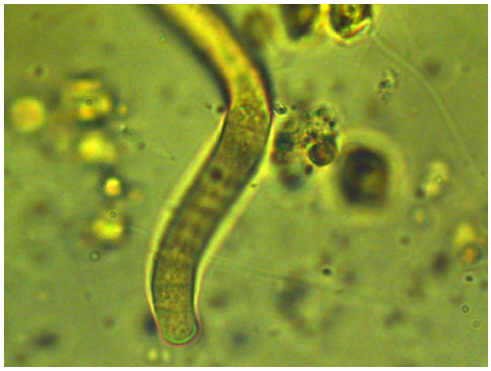
ESPECIE
Limnospira maxima
(Setchell y Gardner) Nowicka-Krawczyk, Mühlsteinová y Hauer, 2019

SINÓNIMO
Arthrospira maxima Setchell y Gardner, 1917;
Spirulina maxima (Setchell y Gardner) Geitler, 1932

ESPECIE		***LIMNOSPIRA MAXIMA***
Tricomas		Solitarios, de color verde grisáceo, de 7 a 9 µm de ancho, enrollados (con 3 a 8 hélices), más o menos estrechándose hacia los extremos. El espacio entre los bucles puede variar entre 70 a 80 µm.
Células vegetativas	Forma y características	Con muchos aerotopos. Células apicales redondeadas, con un engrosamiento fuera de la pared celular formando una caliptra. Sin constricciones o con constricciones leves.
	Ancho (µm)	De 7 a 9.
	Largo (µm)	De 5 a 7.
Observaciones		Puede ser confundida con *Limnospira platensis* debido a la forma enrollada del tricoma y el uso comercial del nombre “Spirulina” en especies cultivadas masivamente, como suplementos nutricionales. Se puede distinguir fácilmente por la presencia de caliptra y el tamaño mayor.
Registro		Laguna salobre en Montevideo.



Filamento de *Limnospira maxima*, 400 x.



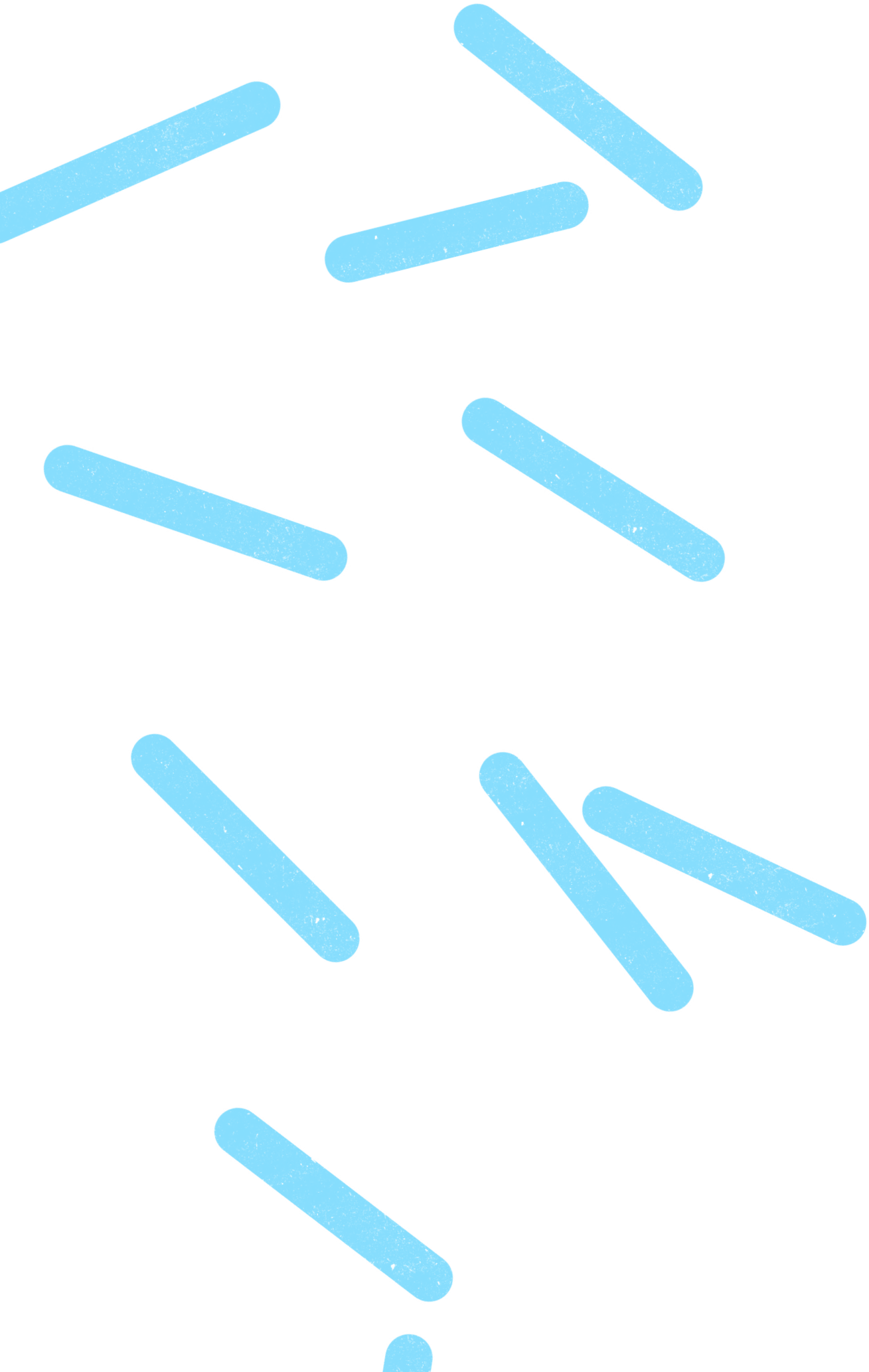
Filamento de *Limnospira maxima*, 1000 x.



Spirulina comercial, 1000 x.



Filamento de *Limnospira maxima*, 200 x.



ORDEN
Pseudanabaenales

FAMILIA
Pseudanabaenaceae

GÉNERO
Limnothrix
Meffert, 1988

- Células cilíndricas, alargadas, no constrictas o apenas constrictas, de color azul-verde pálido, amarillento o rosáceo, capaz de producir vesículas de gas facultativas. Los aerotopos están localizados en los extremos de las células.
- Pueden variar de 1 a 16 µm de largo por 1 a 6 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Tricomas solitarios o en pequeños grupos, rectos o levemente curvados. Compuestos por células que son más o menos isodiamétricas, sin restricciones, con células apicales generalmente cilíndricas o apenas redondeadas.

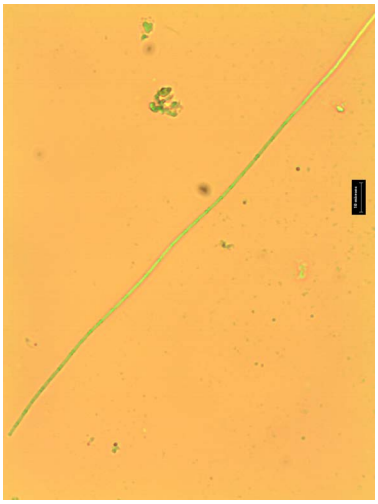
REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Pseudanabaenales

FAMILIA
Pseudanabaenaceae

GÉNERO
Limnothrix
Meffert, 1988

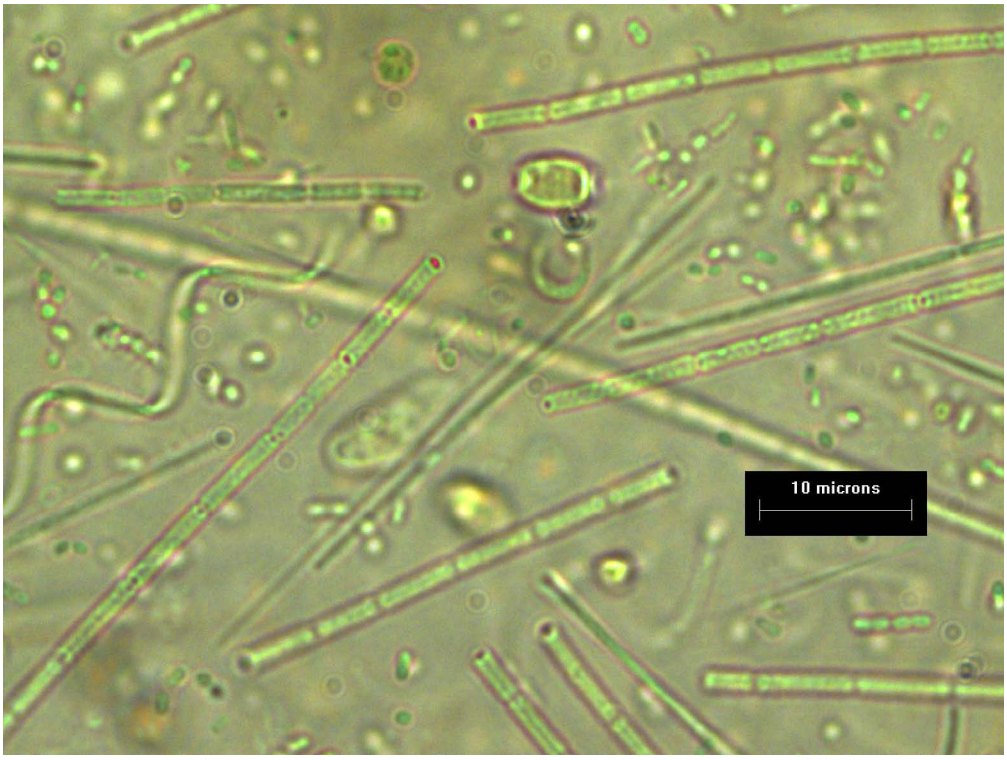
ESPECIE
Limnothrix redekei
(Goor) Meffert, 1988



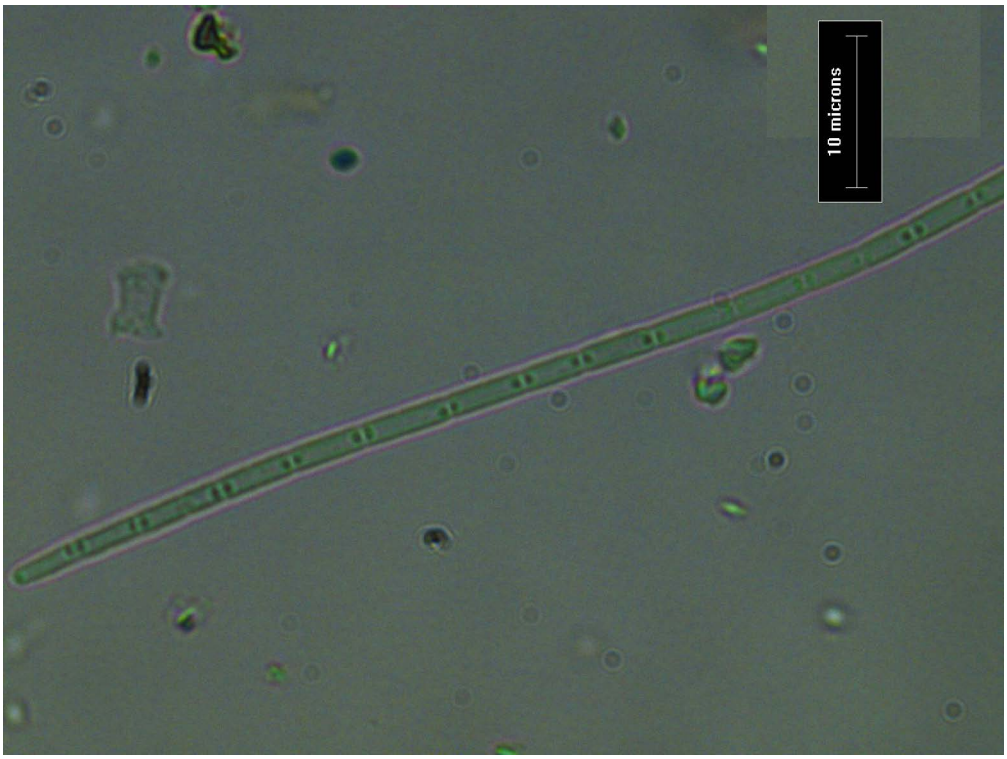
Filamento de *Limnothrix redekei*, 100 x.

SINÓNIMO
Oscillatoria redekei Goor, 1918;
Pseudanabaena redekei (Goor) Whitton, 2011

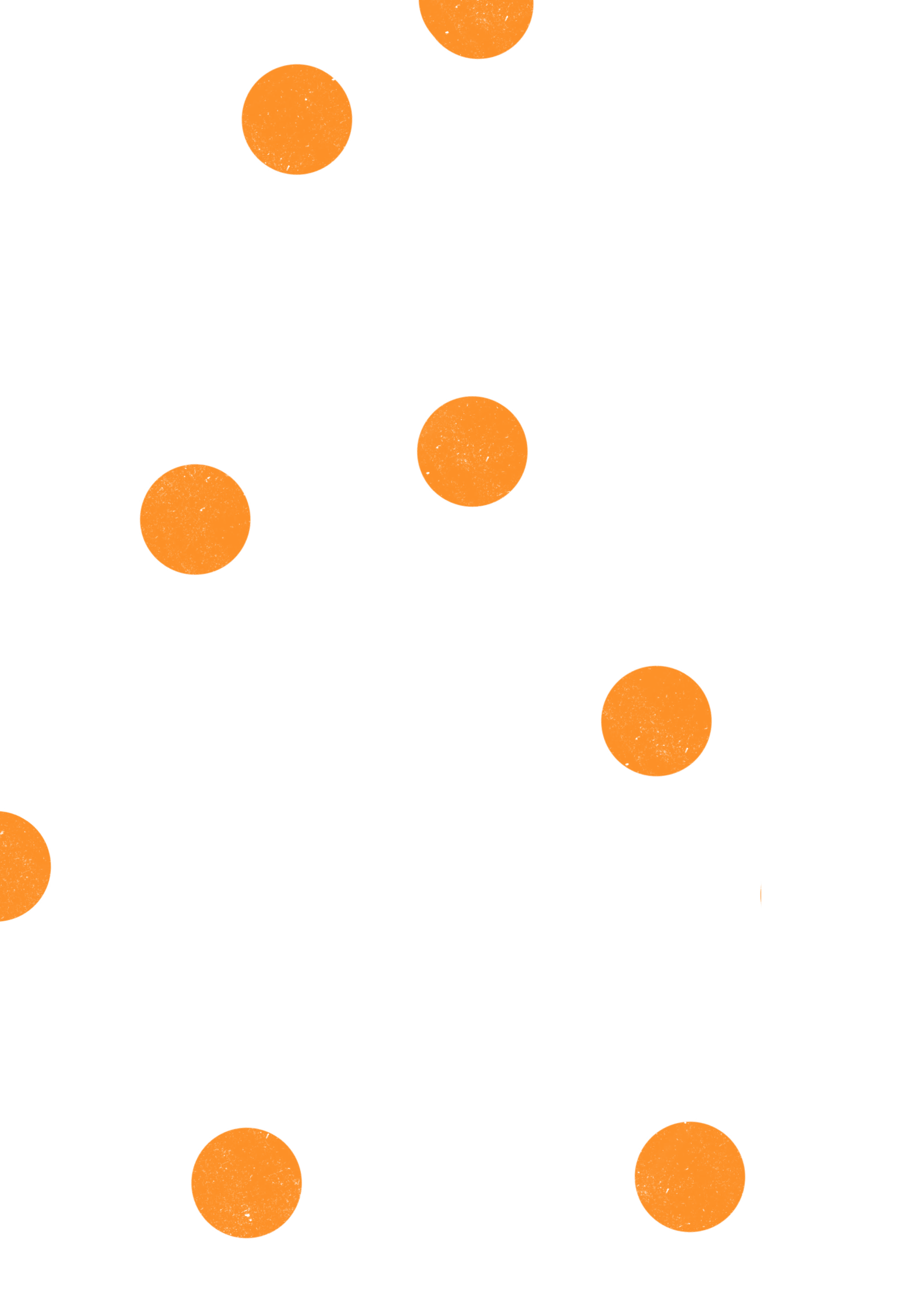
ESPECIE		***LIMNOTHRIX REDEKEI***
Tricomas		Solitarios o en pequeños grupos, rectos o levemente curvados.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas, con aerotopos dispuestos cerca de los septos, generalmente sin constricciones en las paredes transversales. Células apicales cilíndricas con ápices redondeados, sin caliptra.
	Ancho (µm)	De 1,5 a 2,5.
	Largo (µm)	De 3 a 10.
Observaciones		Se diferencia fácilmente de las otras especies por la presencia de aerotopos en los extremos de cada célula.
Registro		Tajamar en Colonia, lago del Parque Rodó, lagos de las canteras del Parque Rodó.



Filamento de *Limnothrix redekei*, 1000 x.



Filamento de *Limnothrix redekei*, 1000 x.



ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Merismopedia
Meyen, 1839

- Células esféricas o elípticas anchas (cuando son ovales o alargadas, el eje mayor está en el plano de la colonia), de color gris azulado brillante o rojizo (violeta o rosa). Sin aerotopos.
- Pueden variar de 0,4 a 6 µm de diámetro, dependiendo de la especie.
- Colonias con una capa con células poco o muy densamente distribuidas, cuadradas o rectangulares. Las colonias pueden variar de unas pocas a más de 4000 células.
- Pueden estar formadas por subcolonias.
- Mucílago incoloro, no estructurado, hialino y fino, usualmente con un borde indistinto o un amplio margen. Habitualmente las células tienen envoltura individual.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Chroococcales

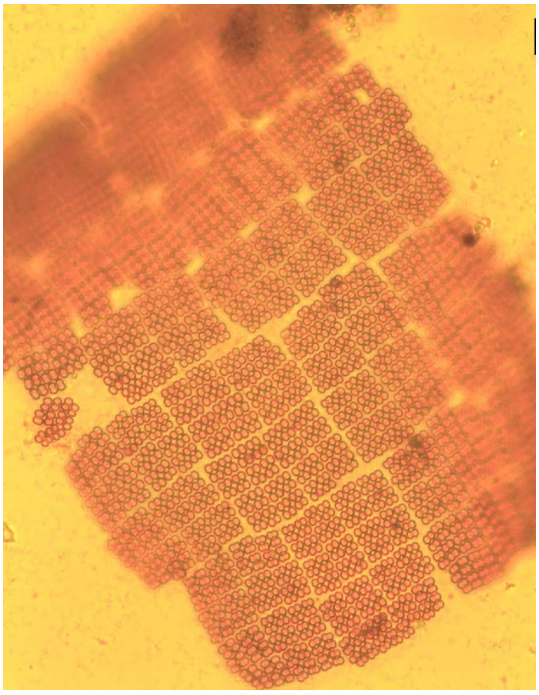
FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Merismopedia
Meyen, 1839

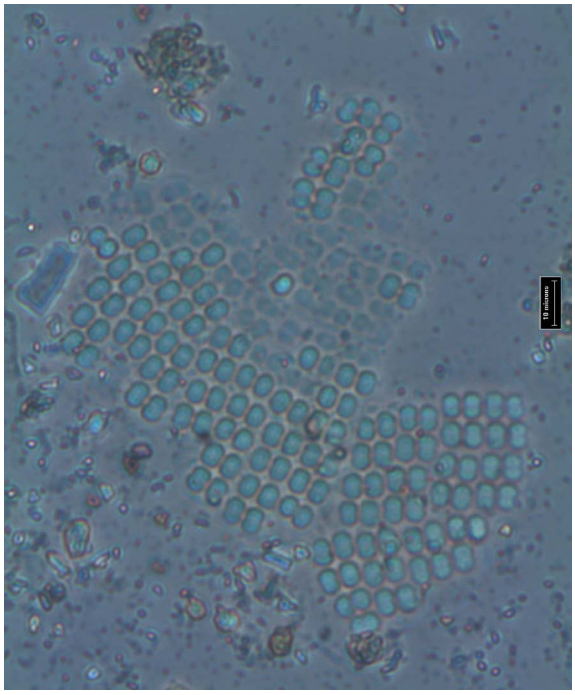
ESPECIE
Merismopedia glauca
(Ehrenberg) Kützing, 1845

SINÓNIMO
Gonium glaucum Ehrenberg, 1838

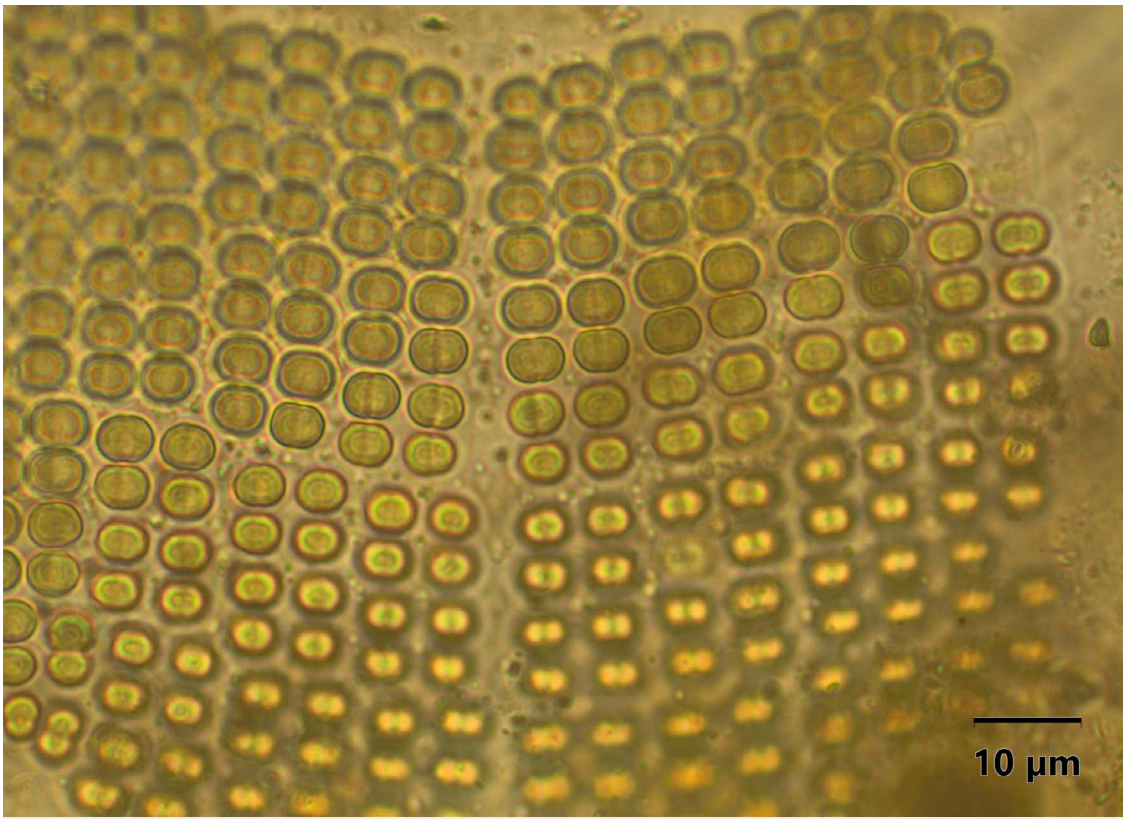
ESPECIE		***MERISMOPEDIA GLAUCA***
Colonias		Planas, usualmente de 64 células, a veces formando subcolonias.
Mucílago		Homogéneo, incoloro, hialino, con contornos discretos que se pueden extender por fuera de la colonia por 2 a 4 µm.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas u ovales anchas antes de la división, o hemisféricas después de la división, de color gris azulado claro y homogéneo.
	Ancho (µm)	De 2,6 a 5,5.
	Largo (µm)	De 3,3 a 6,9.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, tajamar en Colonia.



Colonia de *Merismopedia glauca*, 100 x.



Colonia de *Merismopedia glauca*, 400 x.



Colonia de *Merismopedia glauca*, 1000 x.

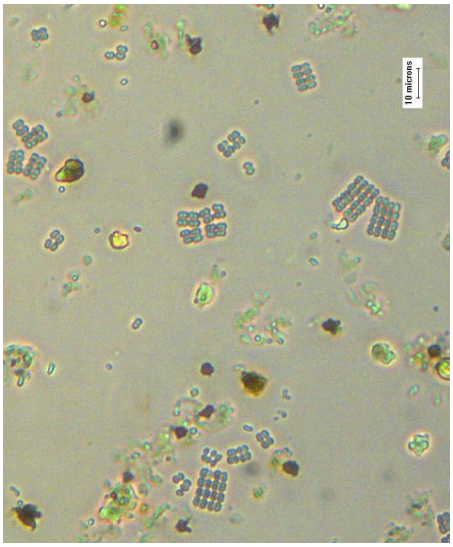
ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

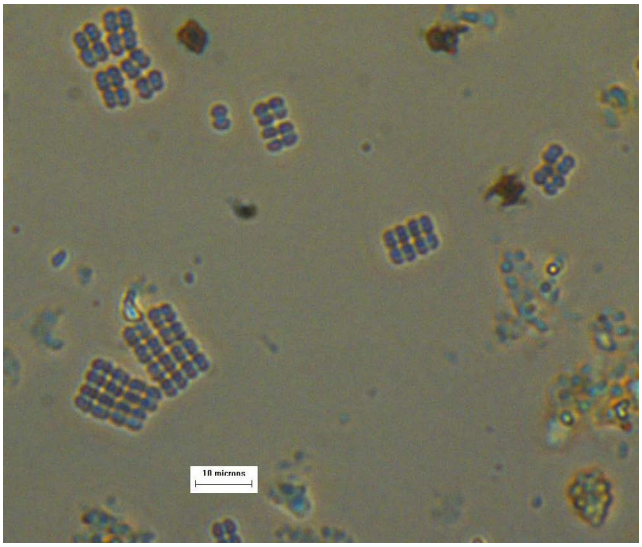
GÉNERO
Merismopedia
Meyen, 1839

ESPECIE
Merismopedia tenuissima
Lemmermann, 1898

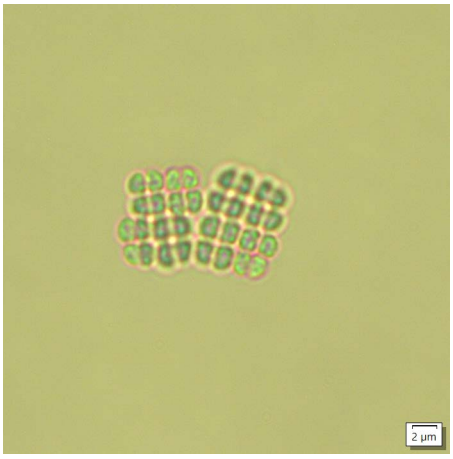
ESPECIE		***MERISMOPEDIA TENUISSIMA***
Colonias		Planas, usualmente rectangulares (no exactamente cuadradas), a veces levemente onduladas o formando subcolonias con 8, 16 o más células (incluso más de 100), más o menos densamente distribuidas.
Mucílago		Incoloro, hialino, diferenciado. Envolturas poco visibles se forman alrededor de las células.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas u ovales, hemisféricas después de la división, de color gris azulado claro o gris verdoso.
	Ancho (µm)	De 0,5 a 1,7.
	Largo (µm)	De 1,1 a 3,0.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, lagos de Montevideo, tajamar en Durazno, lagos de las canteras del Parque Rodó, lago Rivera, lago del Parque Rodó.



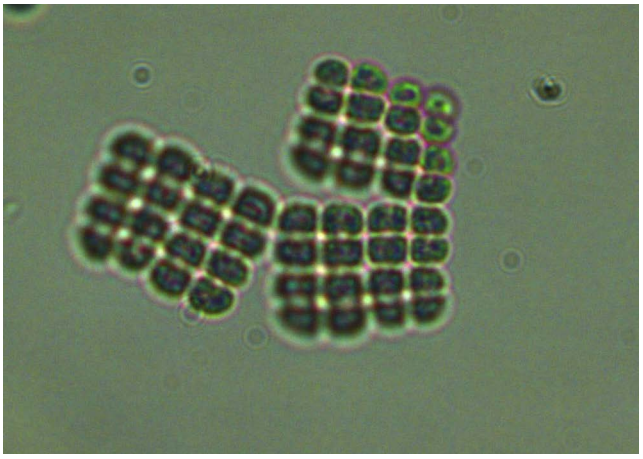
Colonia de *Merismopedia tenuissima*, 200 x.



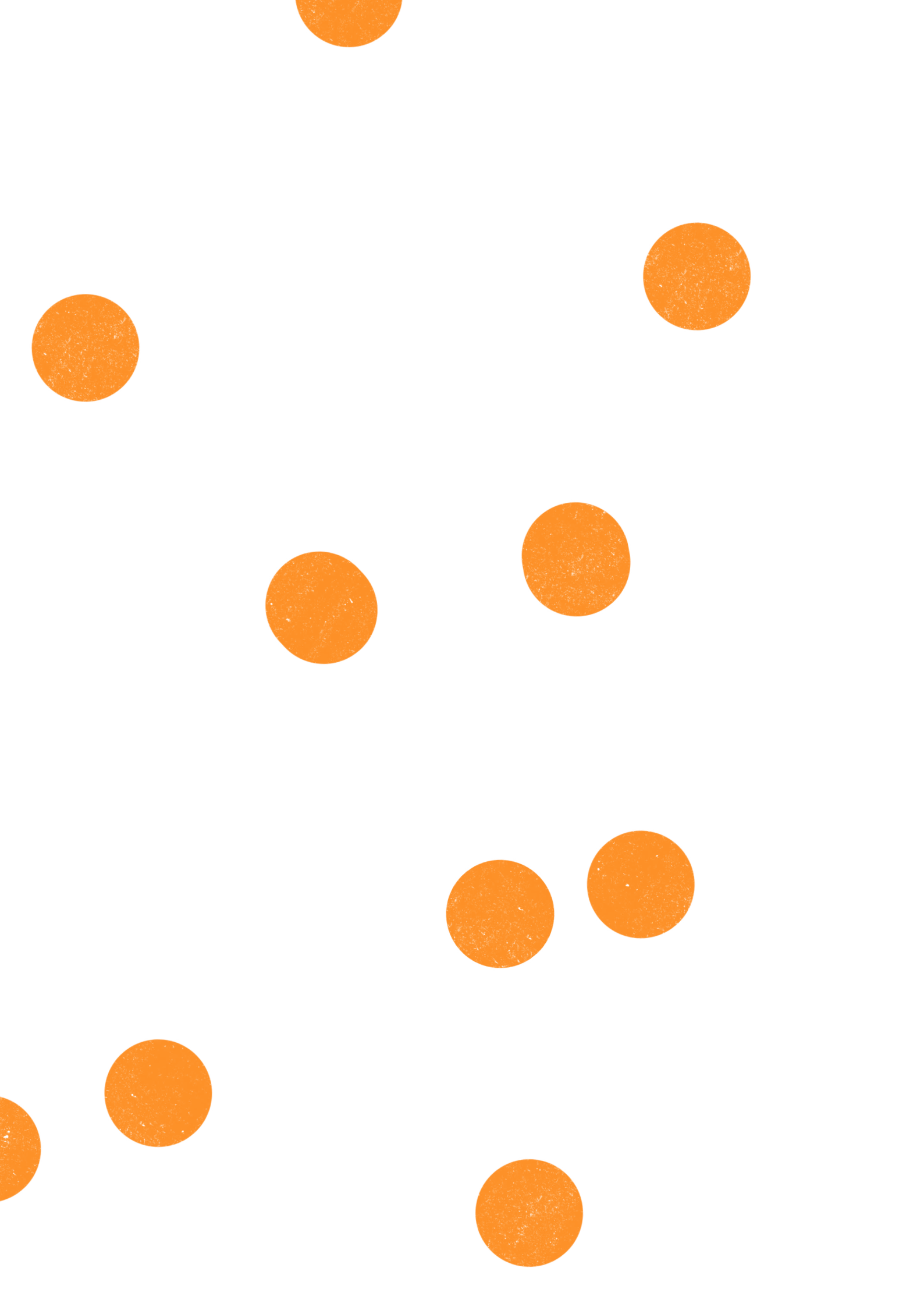
Colonia de *Merismopedia tenuissima*, 400 x.



Colonia de *Merismopedia tenuissima*, 1000 x.



Colonia de *Merismopedia tenuissima*, 1000 x.



ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Geminocystaceae

GÉNERO
Microcrocis
Richter, 1892

- Células alargadas, ovales o elipsoidales, orientadas con su eje mayor perpendicular al plano de la colonia. La disposición de las células y la colonia es irregular.
- Pueden variar de 3,4 a 19 µm de largo por 2 a 6 µm de diámetro, dependiendo de la especie.
- Colonias planas, de vida libre y mucilaginosas, compuestas por una capa de células densamente empacadas. A veces pueden estar compuestas por subcolonias.
- Las células pueden distribuirse en columnas perpendiculares (usualmente en colonias jóvenes) y luego irregulares (colonias tardías).
- Registro: río Uruguay, Río Negro.

Microcrocis puede ser confundida con *Merismopedia* por la forma plana de las colonias, pero se diferencia por tener células alargadas (*vs.* esféricas o apenas elípticas), orientadas con su eje mayor perpendicular al eje de la colonia (*vs.* eje mayor orientado en el plano de la colonia). Además, en *Microcrocis* la disposición de las células y la colonia es irregular (*vs.* células y colonias regulares).

Se puede también confundir con *Coccopedia*, por ser colonias planas con células irregulares distribuidas en una capa y células sin envoltura gelatinosa individual, pero se diferencia por la forma alargada, oval o elipsoidal de las células (*vs.* esférica) y el tamaño de su diámetro: de 2 a 6 µm (*vs.* de 1,5 a 4).

REFERENCIA
(Werner y Sant´Anna, 2006; Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Chroococcales

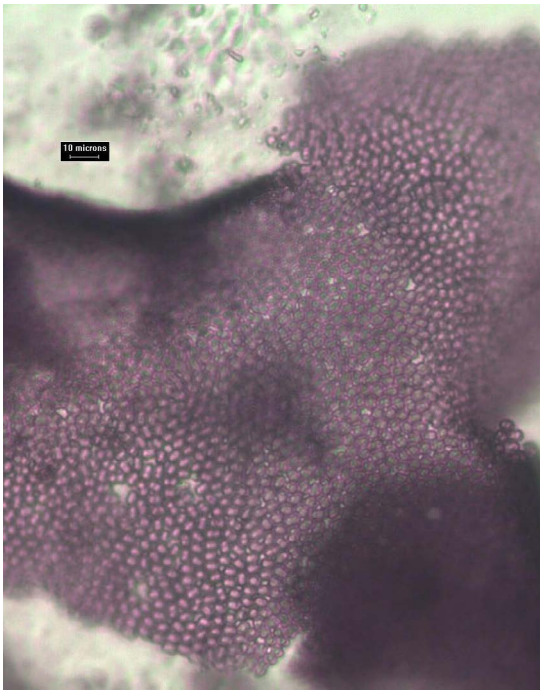
FAMILIA
Geminocystaceae

GÉNERO
Microcrocis
Richter, 1892

ESPECIE
Microcrocis pulchella
(Buell) Geitler, 1942

SINÓNIMOS
Holopedium pulchellum Buell, 1938

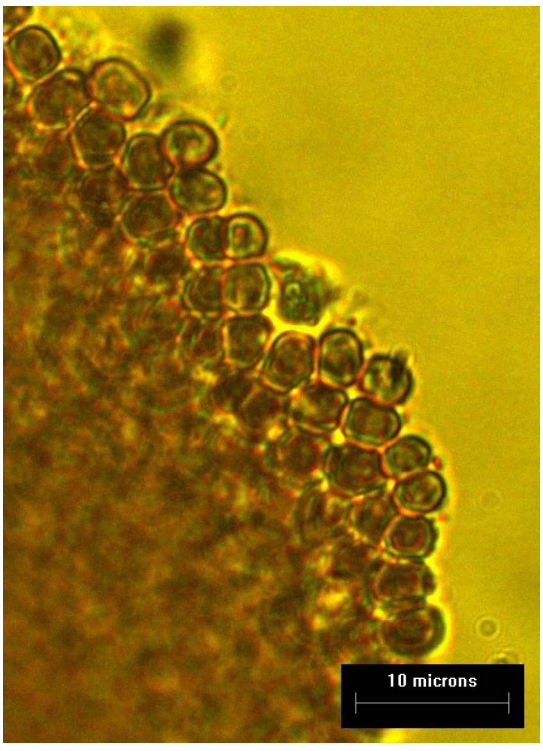
ESPECIE		*MICROCROCIS PULCHELLA*
Colonias		Planas, irregulares, mucilaginosas. Compuestas por una capa de células densamente empaquetadas. Pueden formar extensas colonias planas de más de 100 micras y generar formas envolventes.
Mucílago		Sin envoltura mucilaginosa. La colonia, en cambio, tiene mucílago homogéneo, hialino, difluente.
Células vegetativas	Forma y características	Ovales, poligonales o elipsoidales, de color gris azulado claro. Son orientadas con su eje mayor perpendicular al plano de la colonia y la disposición es regular. Pueden formar una línea pálida en el área ecuatorial celular cuando se están dividiendo.
	Ancho (µm)	De 2,6 a 3,7.
	Largo (µm)	De 2,8 a 4,7.
Observaciones		Puede ser confundida con otras especies del género como *M. irregularis* por el color gris azulado claro, el formato oval o elipsoidal de las células y su tamaño similar (*vs.* 2 a 4,5 µm de largo por 1,5 a 3 µm de ancho), y *M. obvoluta* por la forma de la colonia y el tamaño similar de las células (*vs.* 6,8 µm de largo por 4,6 µm de ancho). Se diferencia de *M. obvoluta* por el hábitat planctónico de las colonias registradas en Uruguay (*vs.* bentónico), y de *M. irregularis* por la forma de las colonias.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



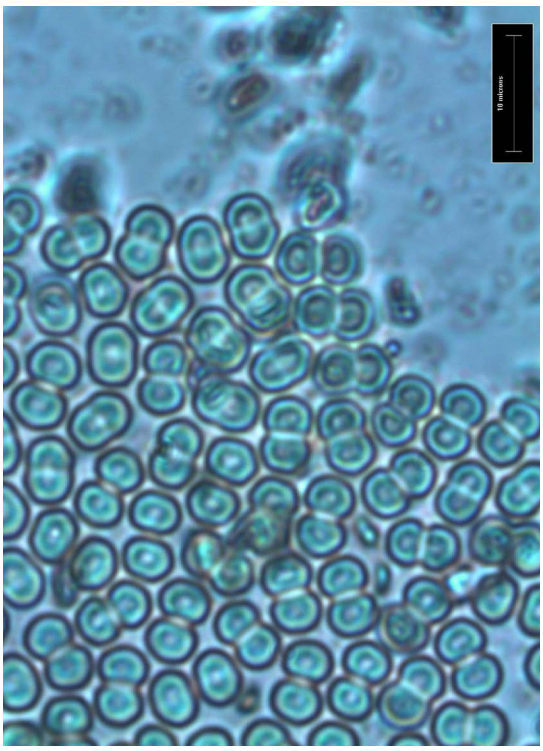
Filamento de *Microcrocis pulchell*a, 100 x.



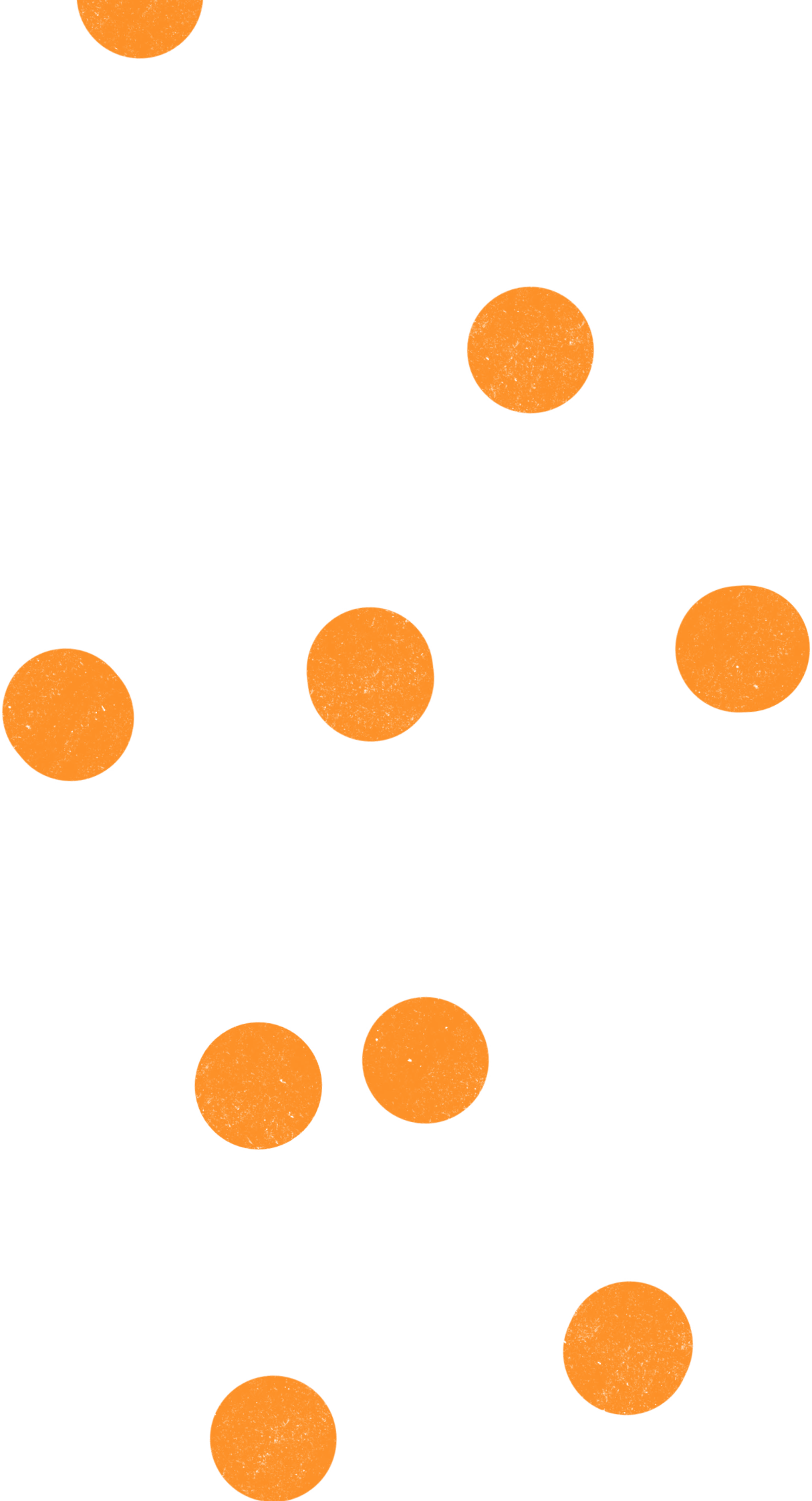
Filamento de *Microcrocis pulchella*, 200 x.



Filamento de *Microcrocis pulchella*, 1000 x.



Filamento de *Microcrocis pulchella*, 1000 x.



ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Microcystis
Kützing, 1833

- Células esféricas o hemisféricas después de la división, con vesículas de gas (aerotopos).
- Pueden variar de 3,0 a 7,8 µm de diámetro, dependiendo de la especie.
- Colonias esféricas, ovales, lobadas o irregulares, a veces compuestas por subcolonias o agrupadas juntas. Pueden estar esparcidas o densamente distribuidas.
- Mucílago fino, incoloro, usualmente homogéneo, difluente, y a veces con borde refractivo.

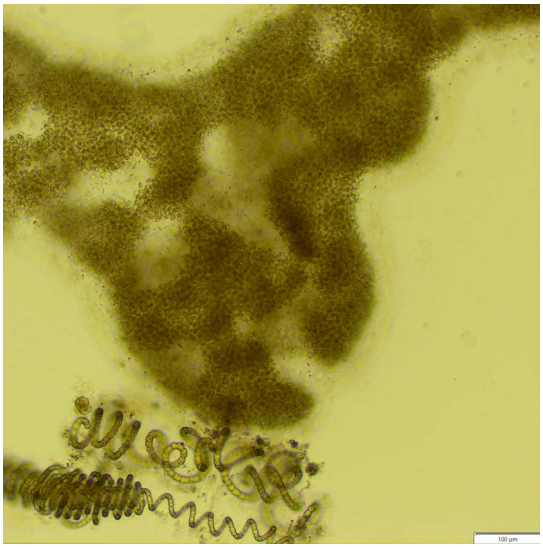
REFERENCIA
(Cybis et al., 2006; Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

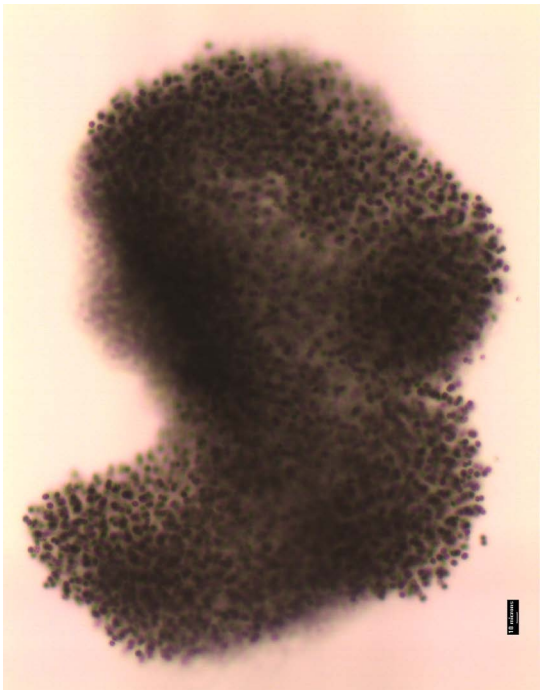
GÉNERO
Microcystis
Kützing, 1833

ESPECIE
Microcystis aeruginosa
(Kützing) Kützing, 1846

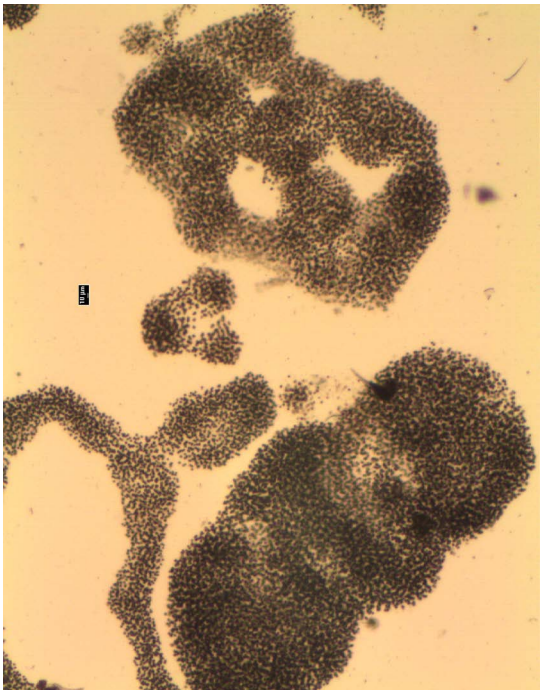


Colonia de *Microcystis aeruginosa*, 100 x.

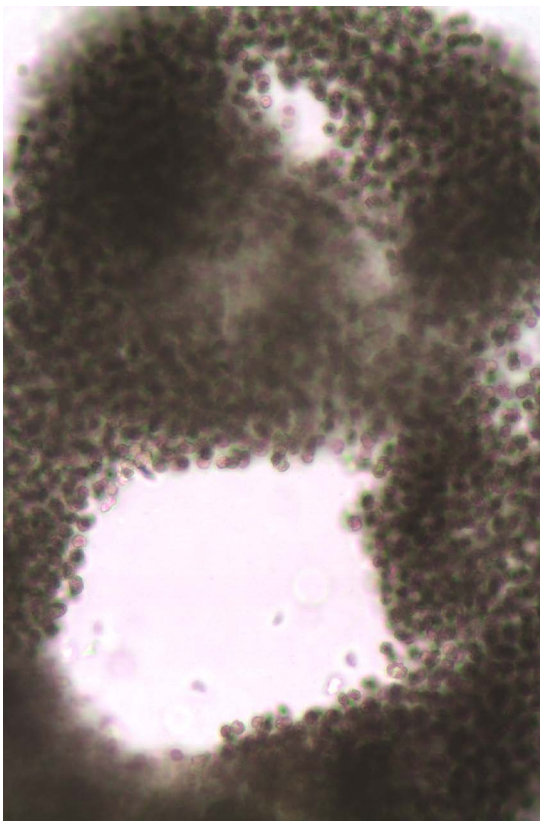
ESPECIE		***MICROCYSTIS AERUGINOSA***
Colonias		Lobadas, globosas y generalmente clatradas o compuestas de subcolonias, con células más o menos densamente distribuidas. Bordes irregulares.
Mucílago		Transparente, no estructurado, a veces formando apenas un borde fino alrededor de las células, usualmente de 5 a 8 µm de ancho.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas, con aerotopos, oscuras.
	Diámetro (µm)	De 5 a 7.
Observaciones		Especie muy polimórfica, se observan varias modificaciones según la estación del año.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, Río de la Plata.



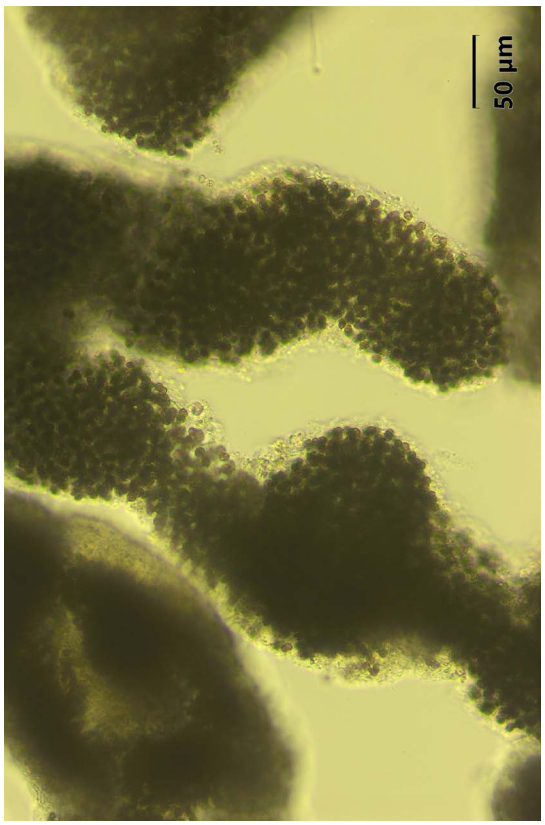
Colonia de *Microcystis aeruginosa*, 200 x.



Colonia de *Microcystis aeruginosa*, 40 x.



Colonia de *Microcystis aeruginosa*, 400 x.



Colonia de *Microcystis aeruginosa*, 200 x.

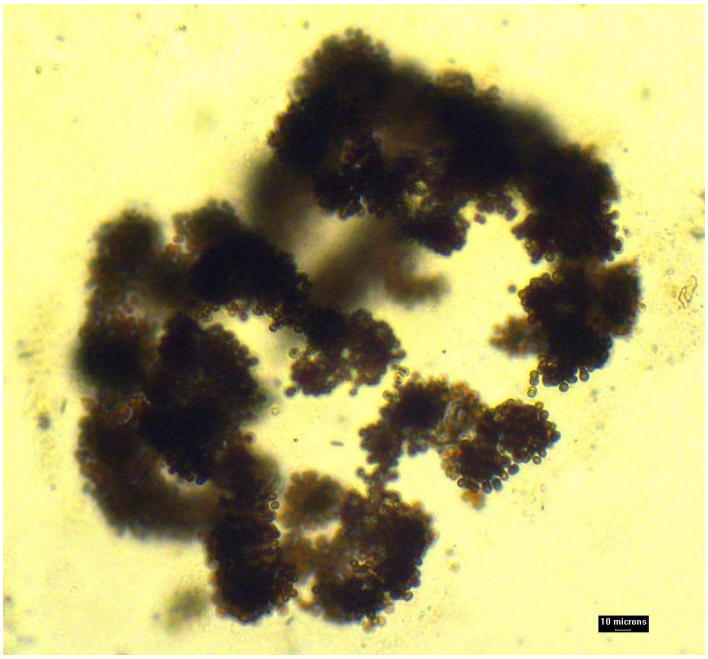
ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

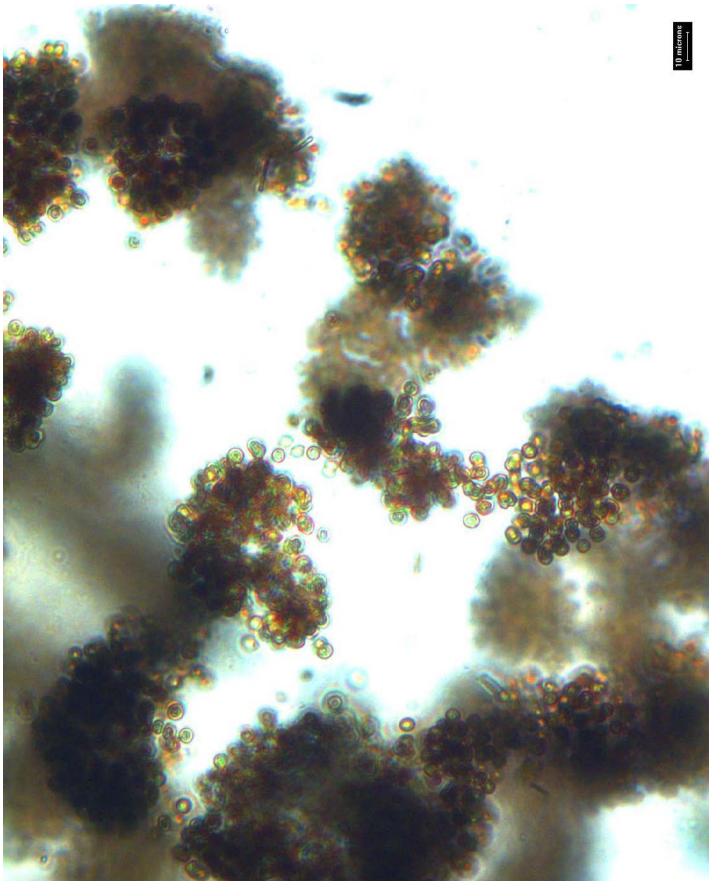
GÉNERO
Microcystis
Kützing, 1833

ESPECIE
Microcystis botrys
Teiling, 1942

ESPECIE		***MICROCYSTIS BOTRYS***
Colonias		Más o menos esféricas, con las células irregularmente y muy densamente agregadas en grupos esféricos de mucílago.
Mucílago		Alrededor de las colonias, ancho, gelatinoso, fino, incoloro. A veces indistinto pero estructurado, envolviendo grupos de células y extendiéndose más allá del margen, usualmente por más de 1 µm. En el mucílago de la colonia ocurre indistinto, más o menos amplio, radialmente orientado, a veces conectando subcolonias.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas, con aerotopos.
	Diámetro (µm)	De 3,5 a 6.
Observaciones		Puede ser confundida con una colonia de *Radiocystis*, pero se diferencia por la disposición irregular de sus células (*vs.* células irradiando en todas las direcciones, en filas más o menos uniseriadas).
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Colonia de *Microcystis botrys*, 100 x.



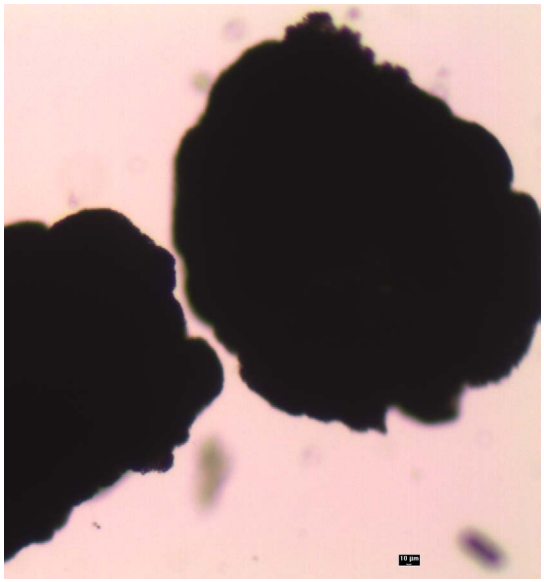
Colonia de *Microcystis botrys*, 200 x.

ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

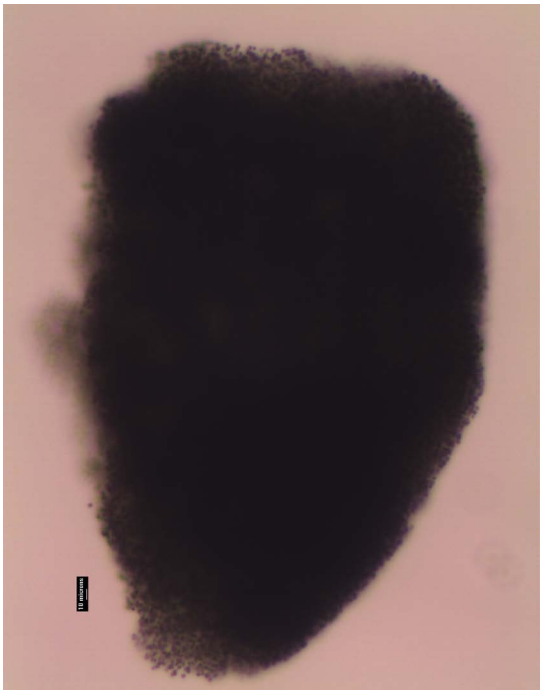
GÉNERO
Microcystis
Kützing, 1833

ESPECIE
Microcystis flos-aquae
(Wittrock) Kirchner, 1898

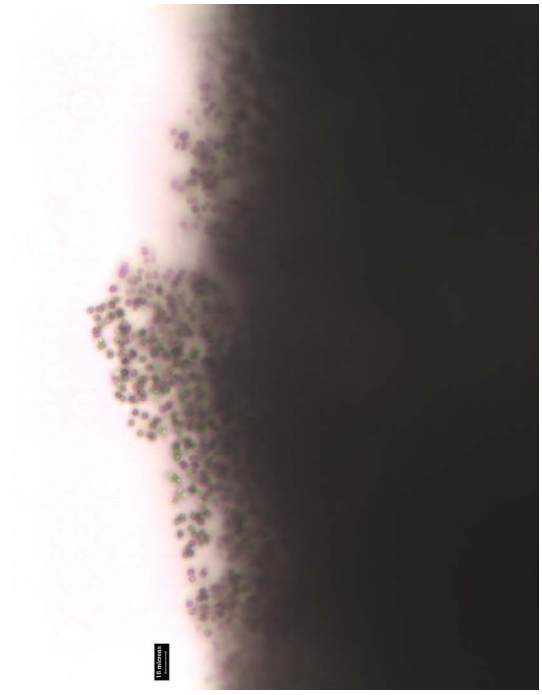


Colonia de *Microcystis flos-aquae*, 40 x.

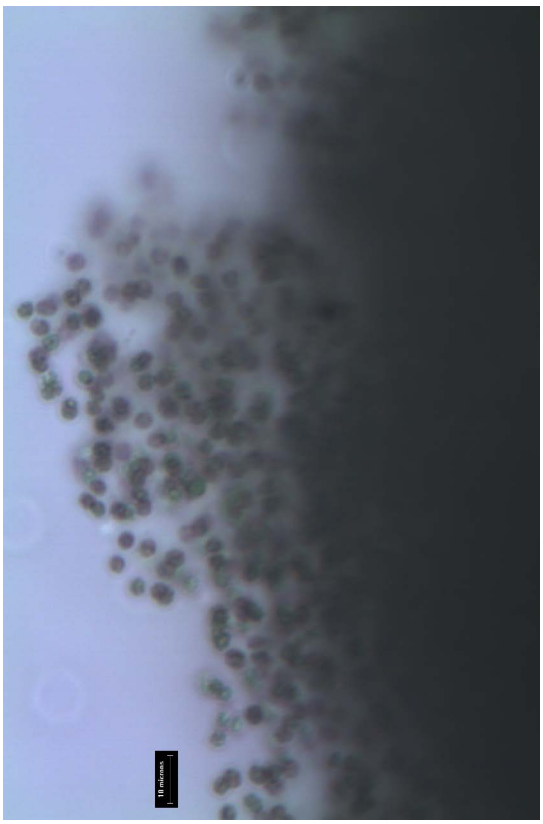
ESPECIE		***MICROCYSTIS FLOS-AQUAE***
Colonias		Esféricas o irregulares, compactas, con las células densamente agregadas. Raramente con agujeros indistintos en colonias maduras.
Mucílago		Fino, no excede el margen de la agrupación de células (o como máximo 1 µm).
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas, con aerotopos.
	Diámetro (µm)	De 3 a 5,5.
Observaciones		En el Río de la Plata, se la puede encontrar frecuentemente asociada con *M. aeruginosa.*
Registro		Río Uruguay, Río Negro, Río de la Plata.



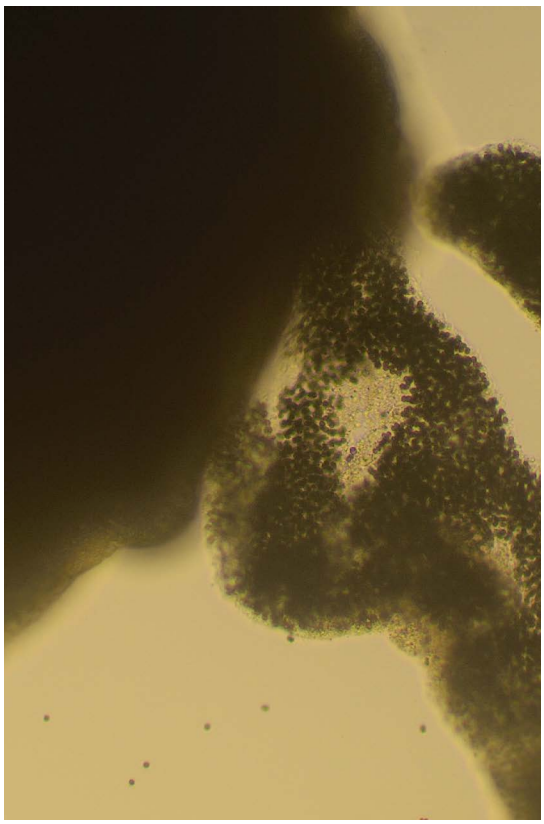
Colonia de *Microcystis flos-aquae*, 100 x.



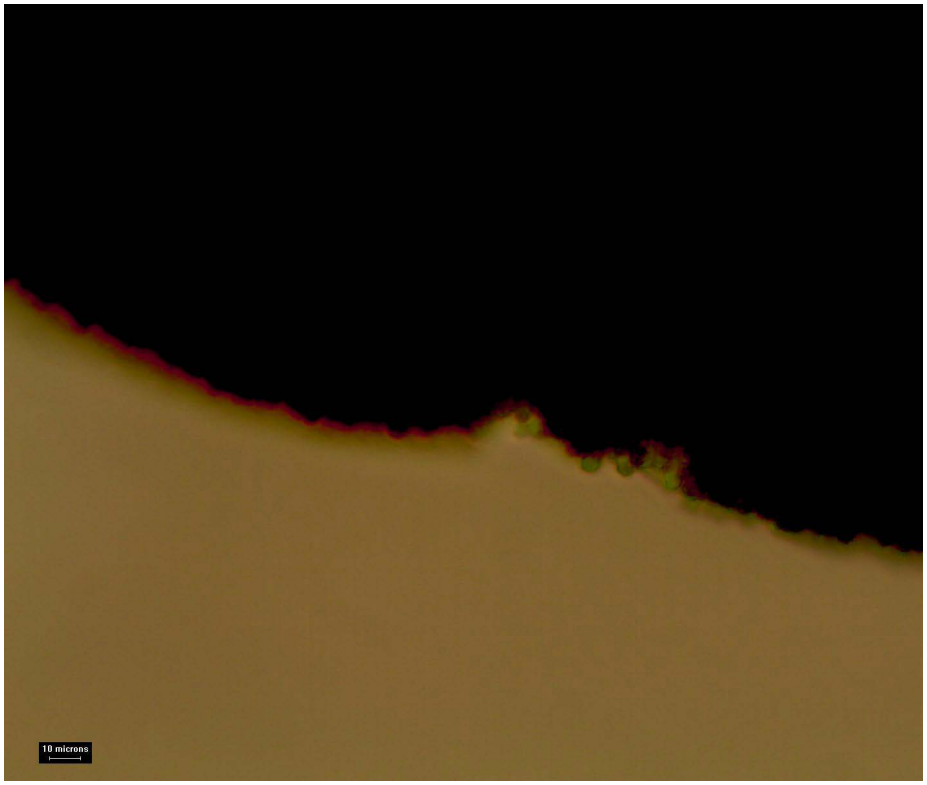
Colonia de *Microcystis flos-aquae*, 200 x.



Colonia de *Microcystis flos-aquae* luego de aplastarla, 1000 x.



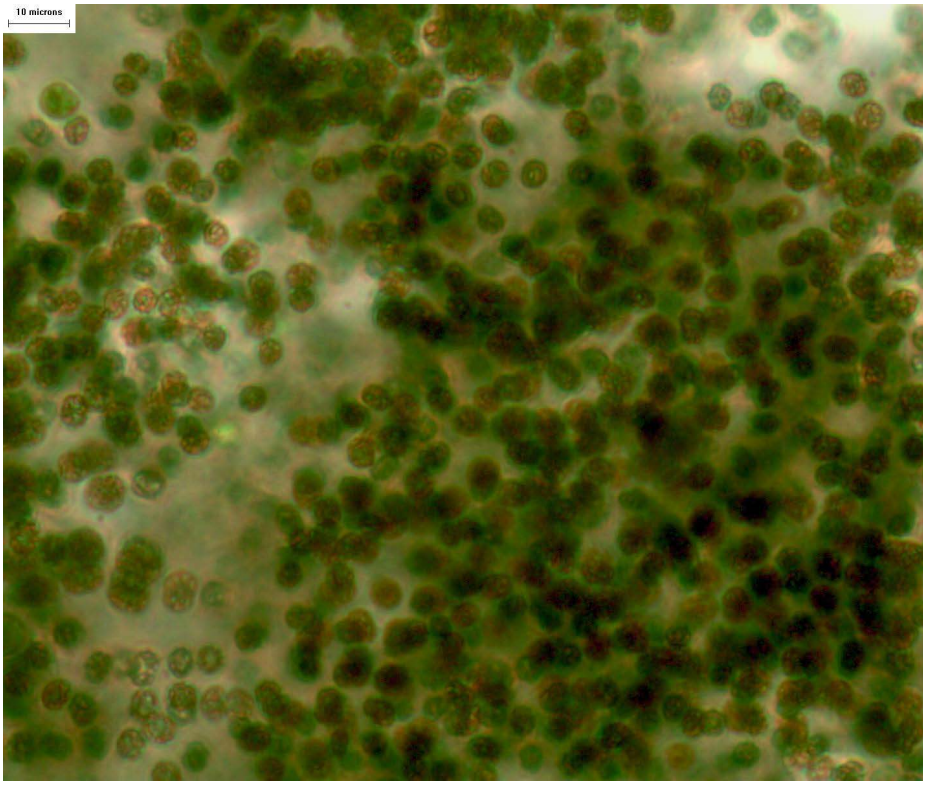
Colonia de *Microcystis flos-aquae* y *Microcystis aeruginosa* , 100 x.



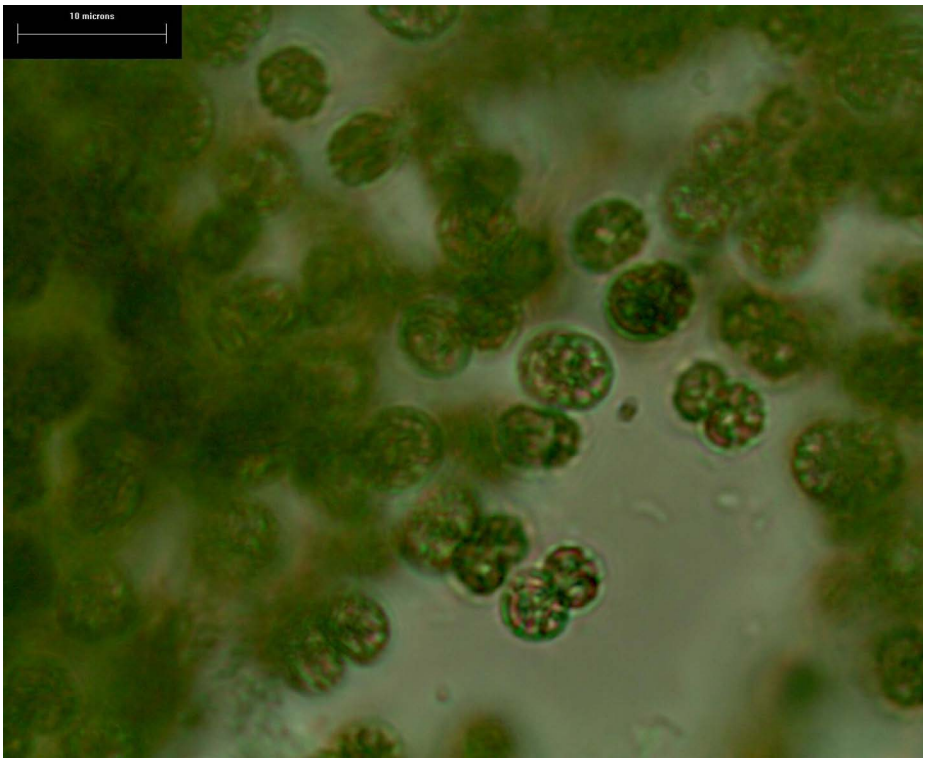
Colonia de *Microcystis flos-aquae*, 100 x.



Colonia de *Microcystis flos-aquae*, 100 x.



Colonia de *Microcystis flos-aquae*, 400 x.



Colonia de *Microcystis flos-aquae*, 1000 x.

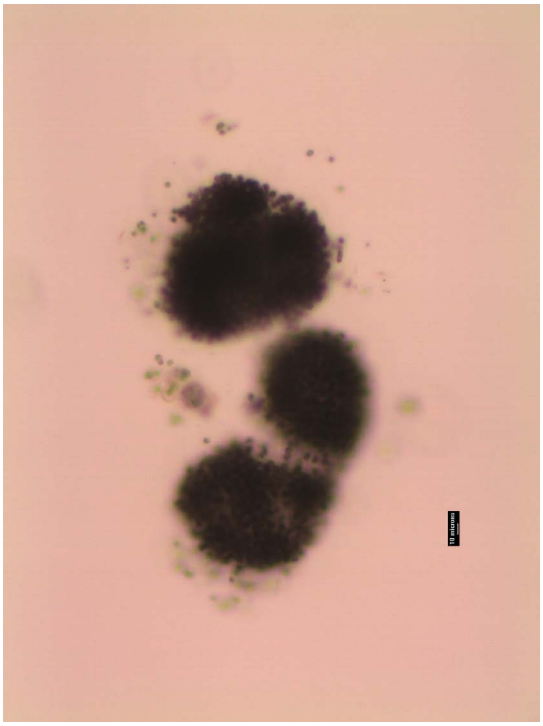
ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

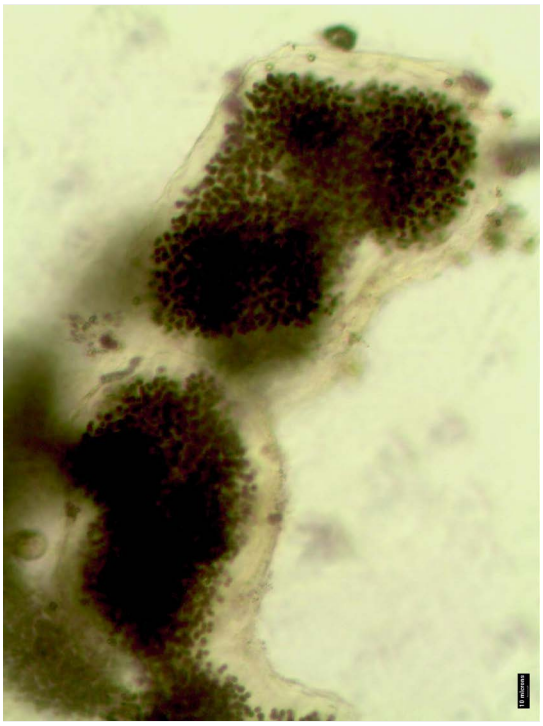
GÉNERO
Microcystis
Kützing, 1833

ESPECIE
Microcystis novacekii
(Komárek) Compère, 1974

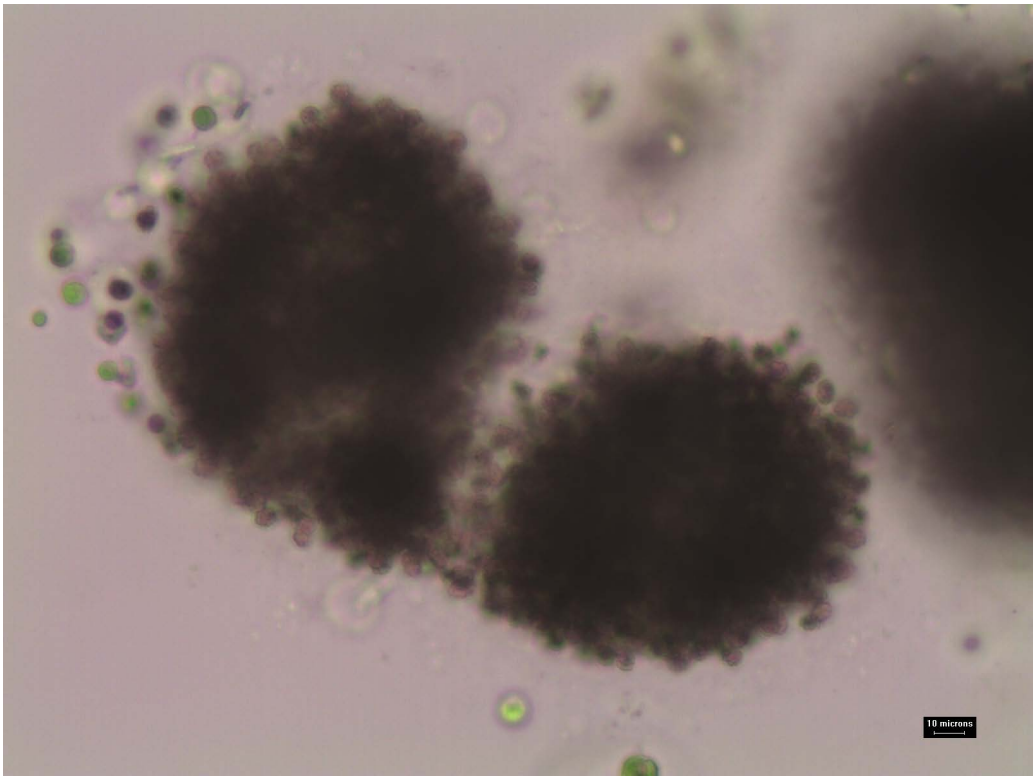
ESPECIE		***MICROCYSTIS NOVACEKII***
Colonias		Lenticulares y globosas, que pueden agregarse en subcolonias, muy densas. Generalmente con células aisladas en la periferia y tamaño variable.
Mucílago		Transparente o amarillento claro, a veces irregular y apenas concéntricamente estratificado. Borde no refractario, puede extenderse hasta 15 µm de ancho.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas, con aerotopos.
	Diámetro (µm)	De 4 a 7.
Observaciones		Es fácilmente reconocida por la disposición de sus células, densamente agrupadas en el centro de la colonia o algunas solitarias en la periferia.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, Río de la Plata.



Colonia de *Microcystis novacekii*, 100 x.



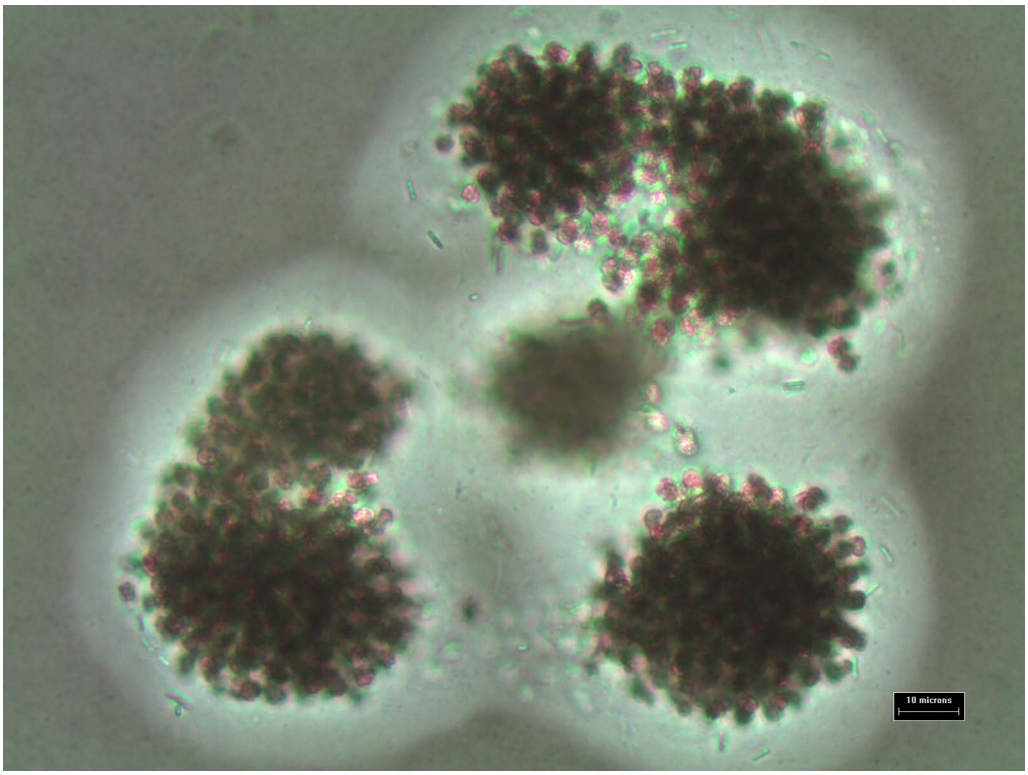
Colonia de *Microcystis novacekii*, 100 x.



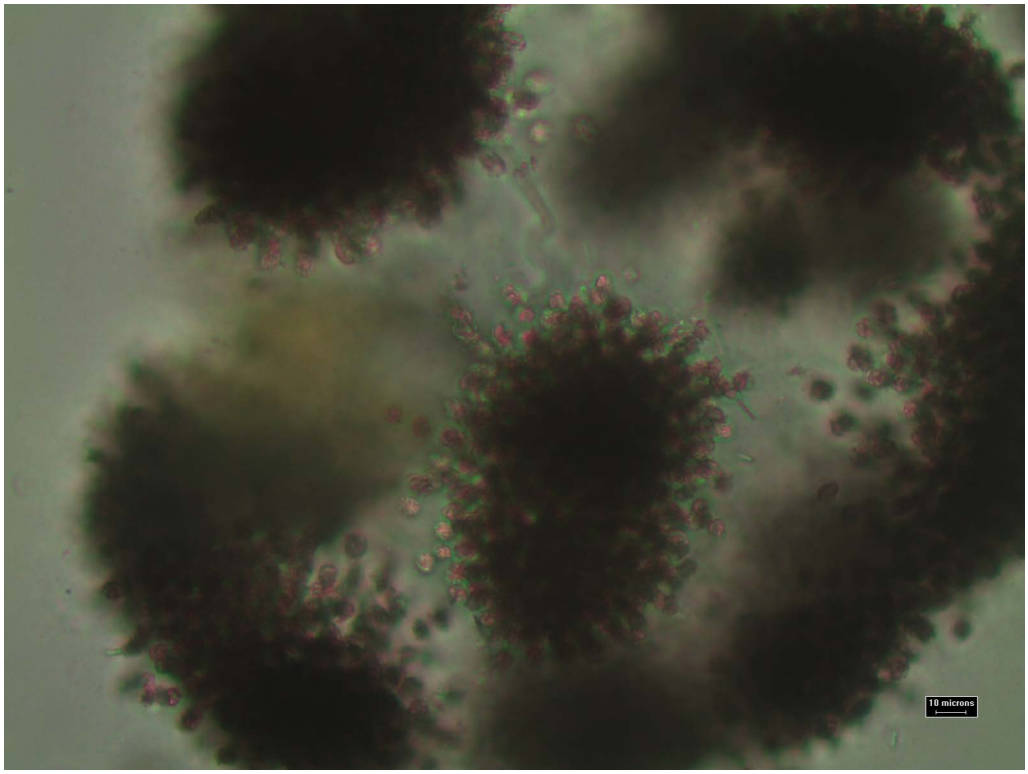
Colonia de *Microcystis novacekii*, 200 x.



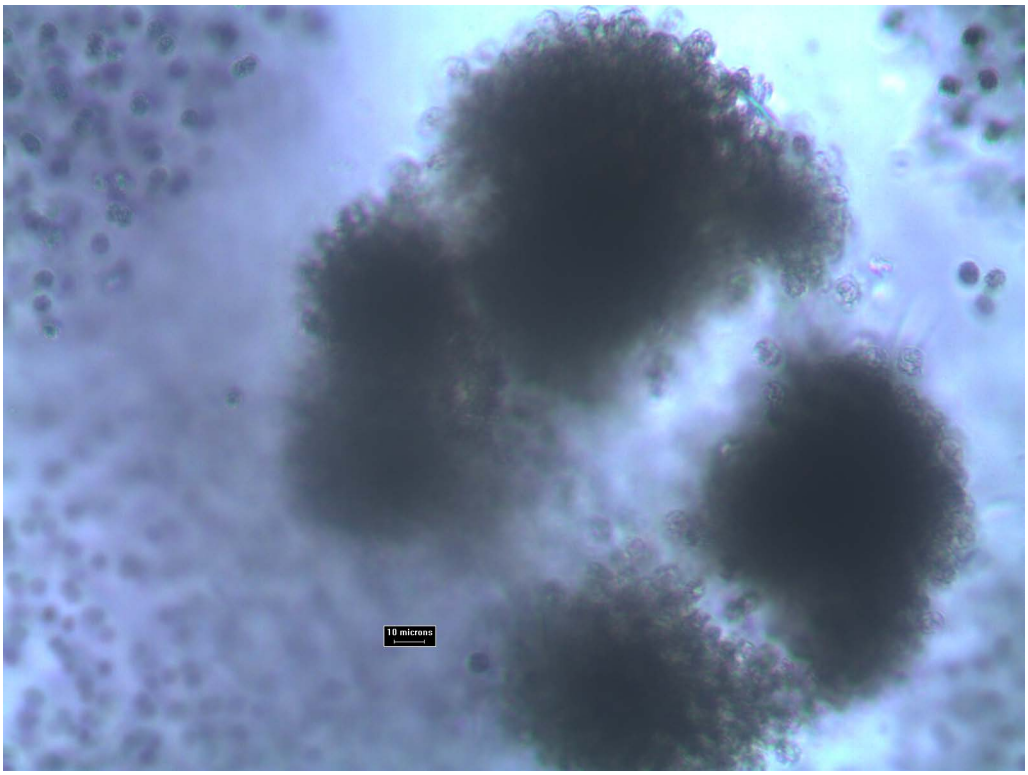
Colonia de *Microcystis novacekii*, 100 x.



Colonia de *Microcystis novacekii*, 400 x.



Colonia de *Microcystis novacekii*, 200 x.



Colonia de *Microcystis novacekii*, 400 x.

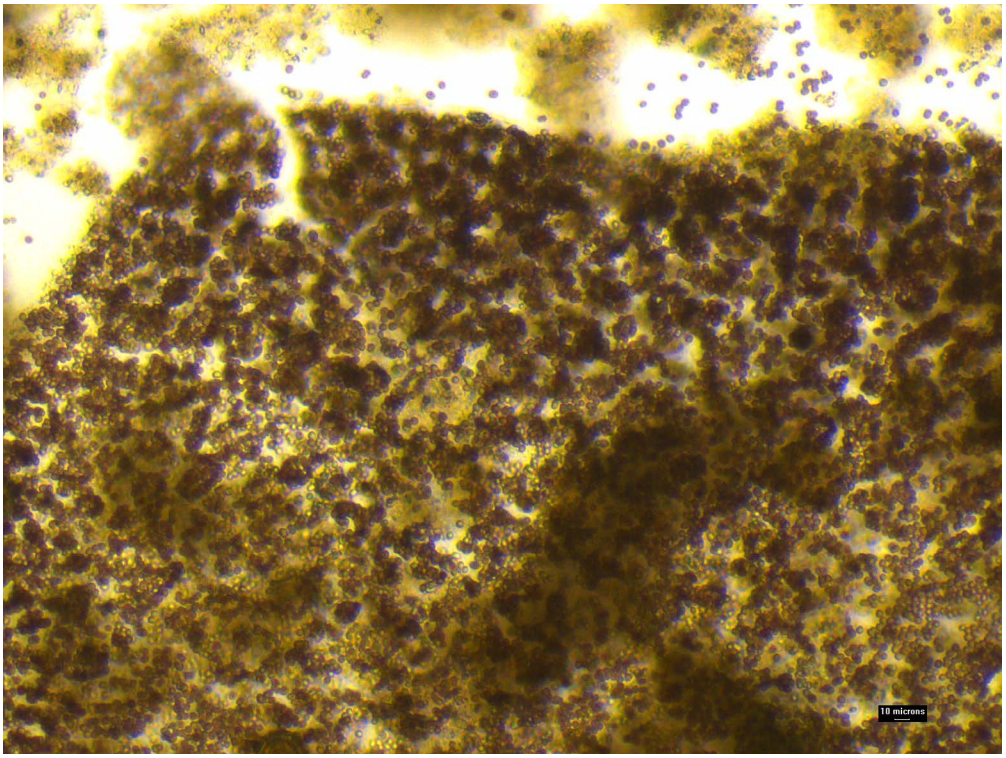
ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

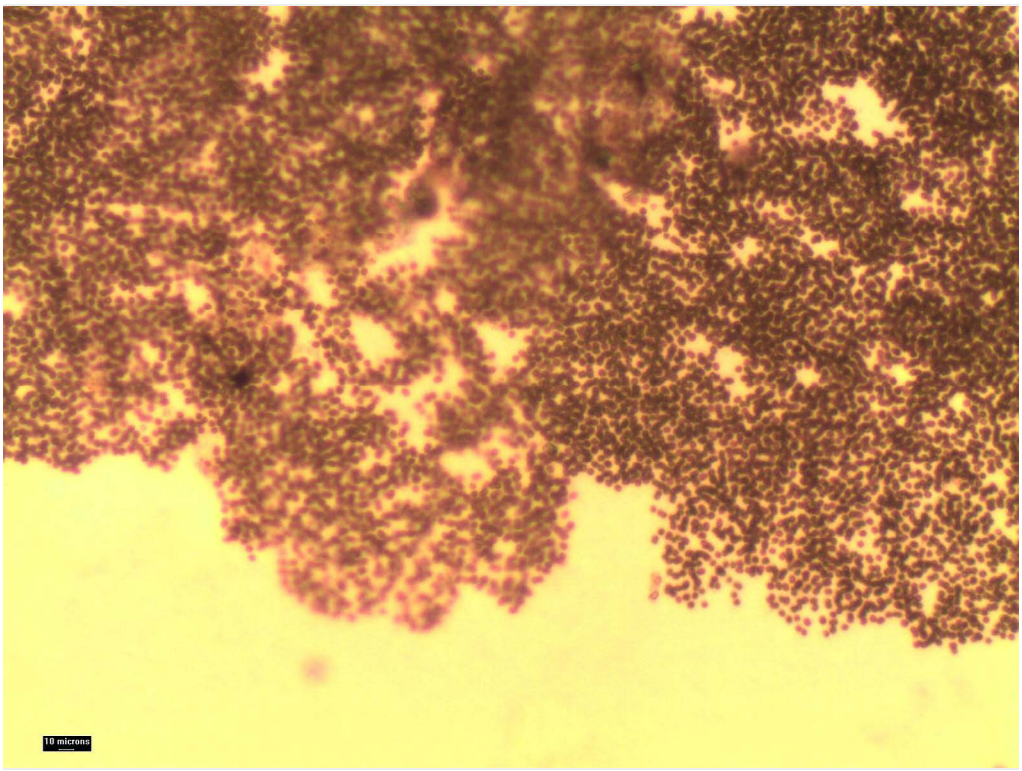
GÉNERO
Microcystis
Kützing, 1833

ESPECIE
Microcystis panniformis
Komárek, Komárková-Legnerová, Sant'Anna, Azevedo y Senna, 2002

ESPECIE		***MICROCYSTIS PANNIFORMIS***
Colonias		Inicialmente irregulares, muy densas. Las células están distribuidas parejamente, principalmente sobre la superficie de la colonia. Colonia verde azulada, verde oliva o amarronadas. Las colonias a veces se agujerean.
Mucílago		Fino, transparente, no estructurado, con bordes irregulares no siempre bien delimitados. No sobrepasa el límite de las células.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas, con aerotopos, con aspecto granulado.
	Diámetro (µm)	De 2,5 a 4,8.
Observaciones		Podría ser confundida con *M. aeruginosa*, pero se diferencia porque la envoltura mucilaginosa no sobrepasa el límite de las células (*vs.* borde fino alrededor de las células de 5 a 8 µm de ancho), por el tamaño menor (de 2,5 a 4,8 µm de diámetro) de las células (*vs.* de 4 a 6 µm de diámetro) y la disposición pareja en el mucílago (*vs.* disposición irregular). También podría confundirse con *M. protocystis*, pero se diferencia por la alta densidad de células en la colonia (*vs.* densidad baja) y color oscuro de las colonias (*vs.* colonias claras).
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Colonia de *Microcystis panniformis*, 100 x.



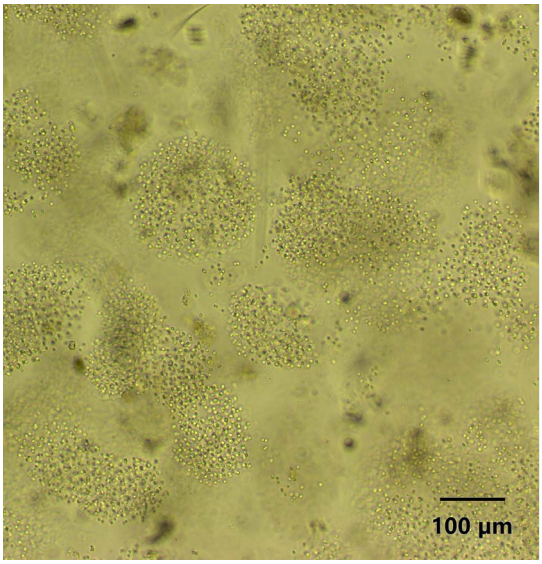
Colonia de *Microcystis panniformis*, 100 x.

Orden
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

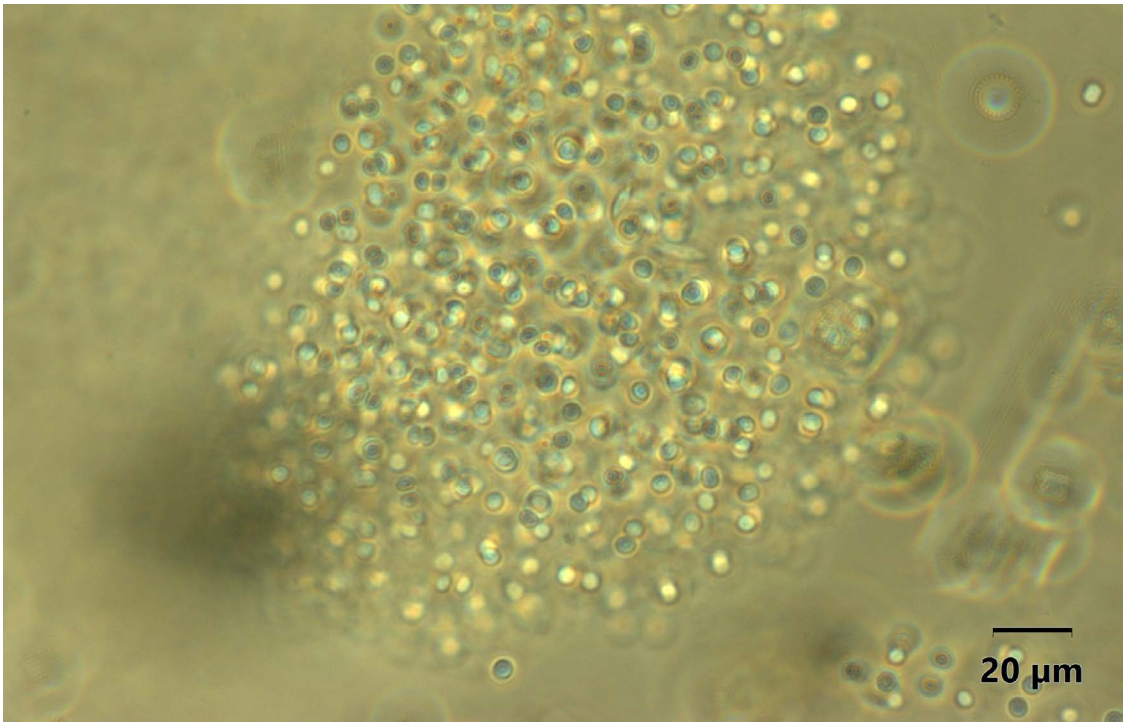
GÉNERO
Microcystis
Kützing, 1833

ESPECIE
Microcystis protocystis
Crow, 1923

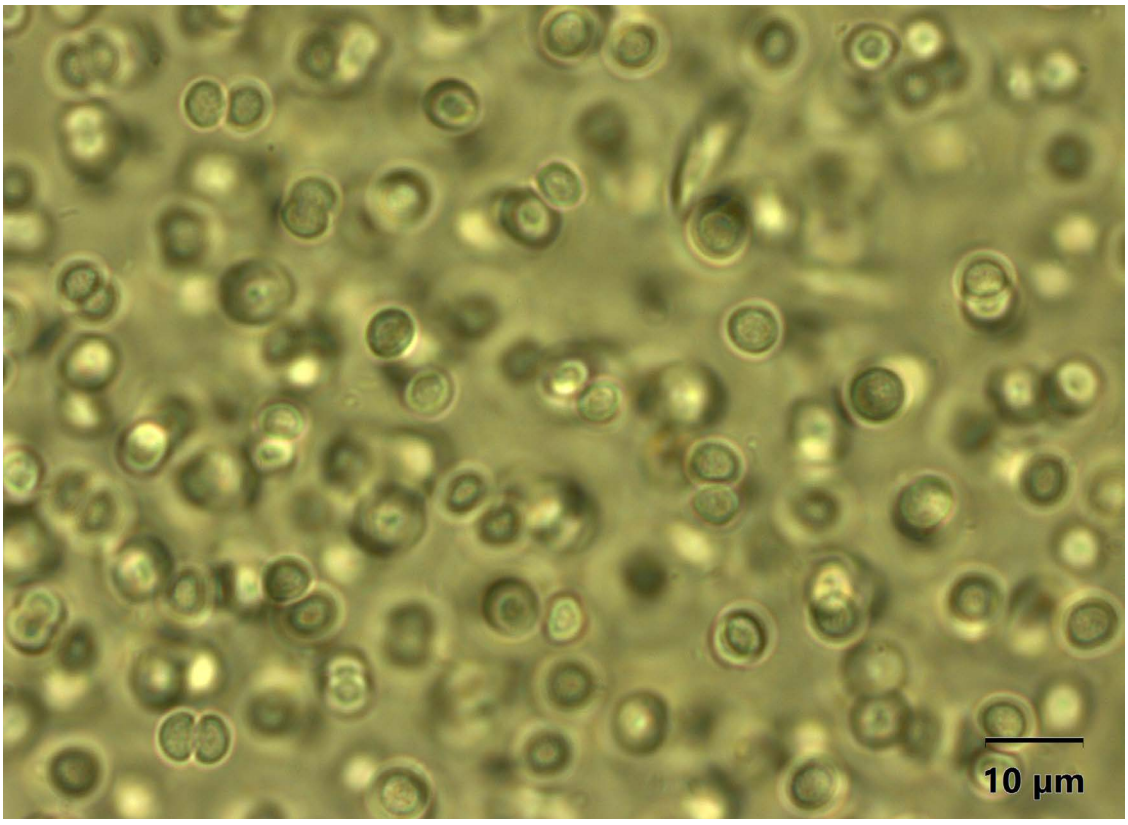


Colonia de *Microcystis protocystis*, 100 x.

ESPECIE		***MICROCYSTIS PROTOCYSTIS***
Colonias		Irregulares, no clatradas, no lobadas y poco densas. Células esparcidas y regularmente distribuidas.
Mucílago		Fino, homogéneo, hialino y difluente. Tienen envoltura mucilaginosa individual.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas o levemente alargadas con aerotopos, con aspecto granulado, de color verde azulado.
	Diámetro (µm)	De 5 a 6,5.
Observaciones		Es fácilmente distinguida de las demás por la presencia de envoltura mucilaginosa individual en sus células y por la disposición, típica de la especie, de las células en el mucílago, en el que el espacio entre ellas supera su diámetro.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Colonia de *Microcystis protocystis*, 400 x.



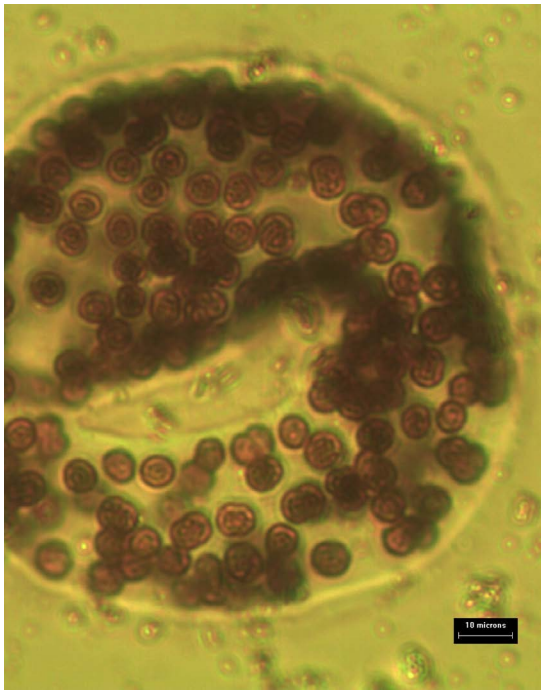
Colonia de *Microcystis protocystis*, 1000 x.

Orden
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Microcystis
Kützing, 1833

ESPECIE
Microcystis wesenbergii
(Komárek) Komárek ex Komárek, 2006

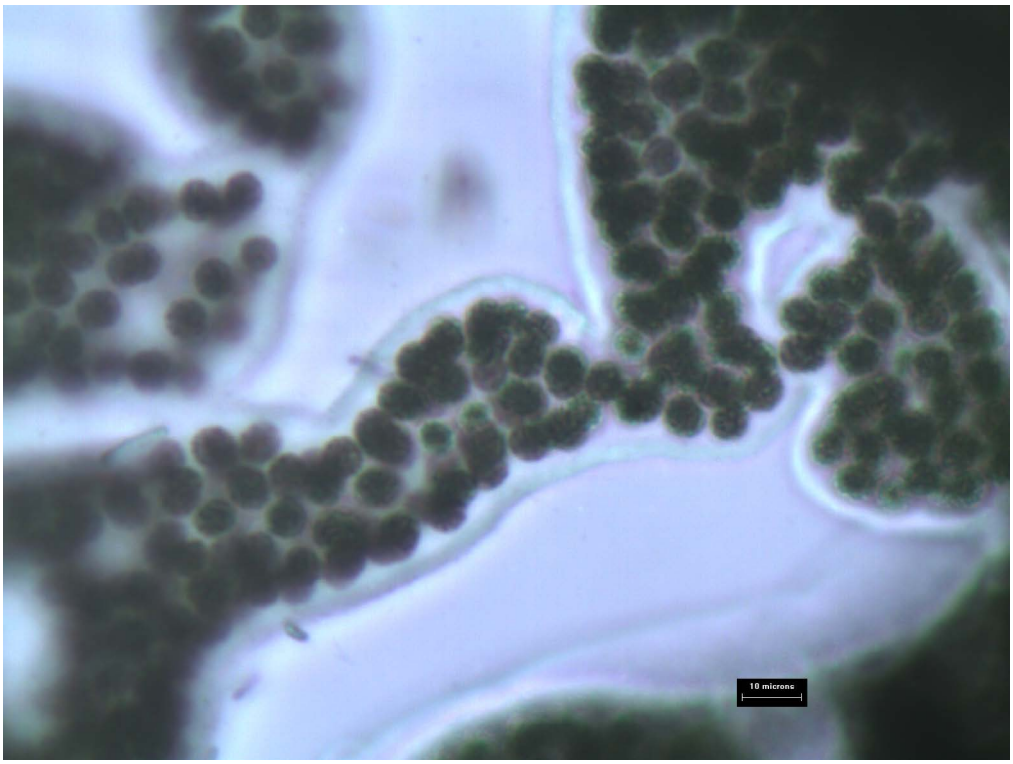


Colonia de *Microcystis wesenbergii*, 400 x.

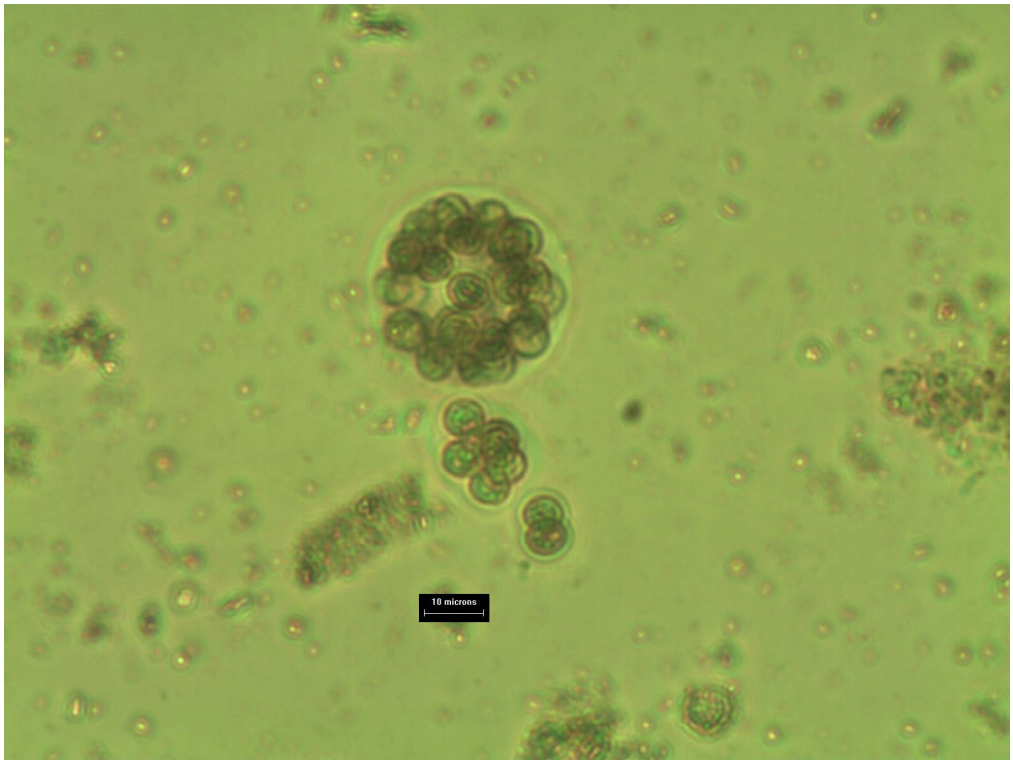
ESPECIE		***MICROCYSTIS WESENBERGII***
Colonias		Las jóvenes son esféricas, luego alargadas o lobadas, y clatradas. A veces forman subcolonias, alcanzando un tamaño macroscópico de hasta 6 mm. Células distribuidas al azar, raramente adensadas. Ocurren en varios tamaños y variaciones morfológicas.
Mucílago		Transparente, no estructurado, con borde continuo muy marcado y refractario, que se puede extender hasta 3 a 6 µm del grupo de células.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas, con aerotopos, oscuras.
	Diámetro (µm)	De 6 a 7,5.
Observaciones		Es fácilmente distinguida de las demás del género por la envoltura característica del mucílago: firme, homogénea y con contorno evidente, refringente.
Registro		Río Uruguay, Río Nergo, Río de la Plata.



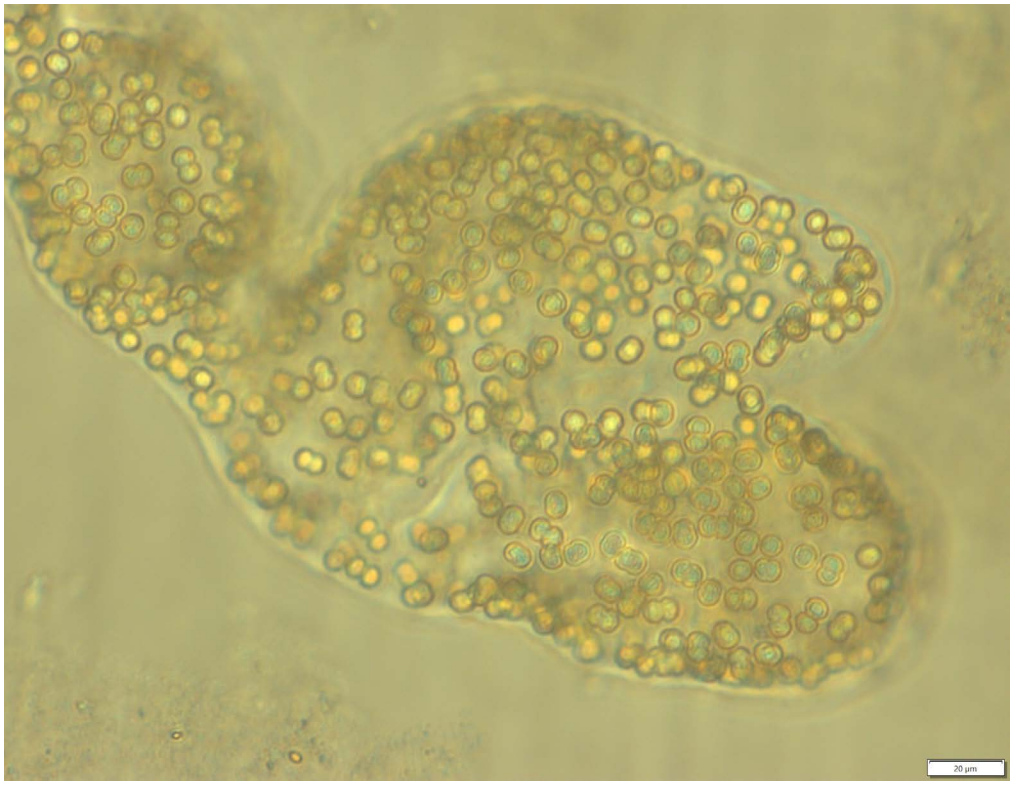
Colonia de *Microcystis wesenbergii*, 400 x.



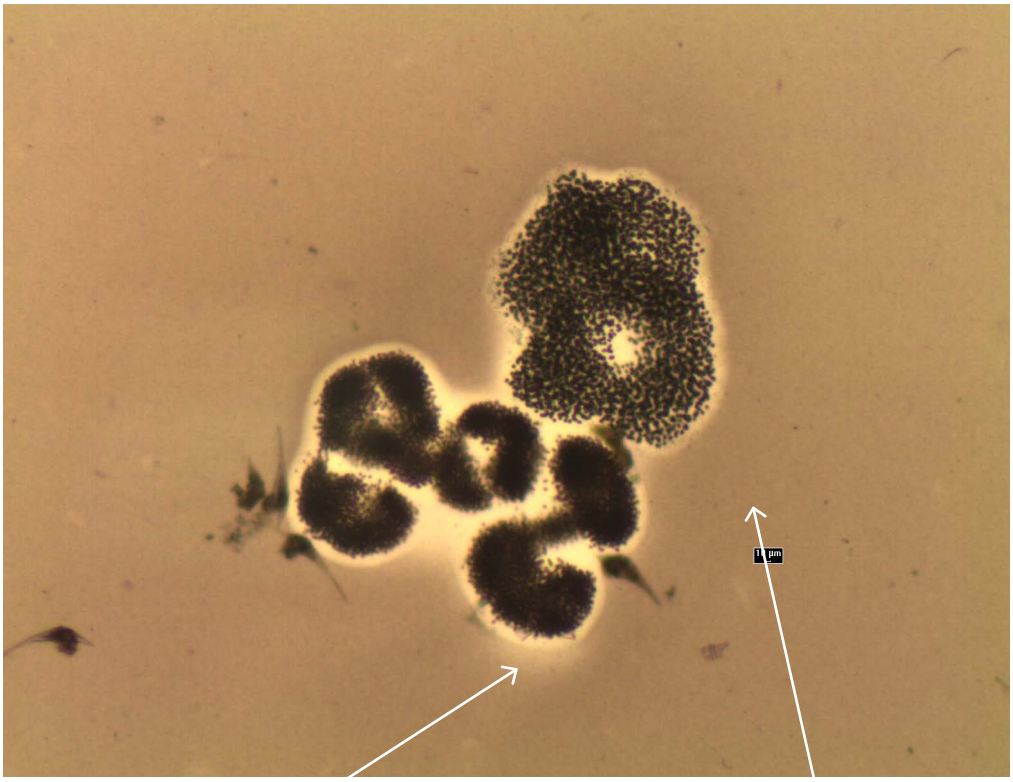
Colonia de *Microcystis wesenbergii*, 400 x.



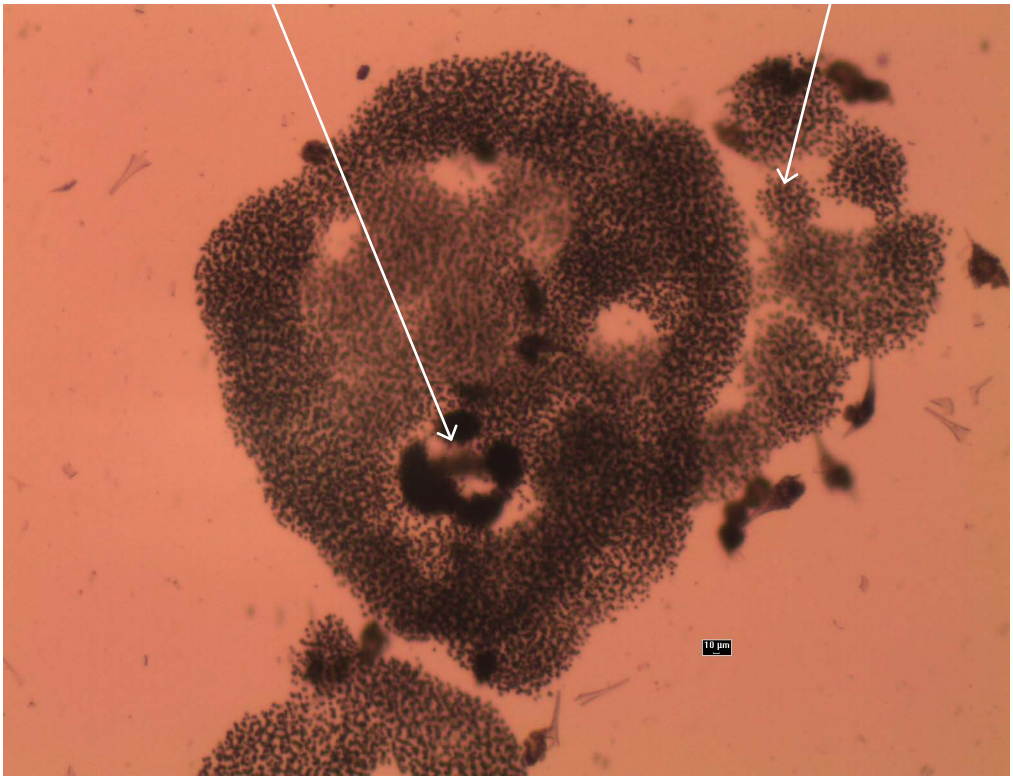
Colonia de *Microcystis wesenbergii*, 400 x.



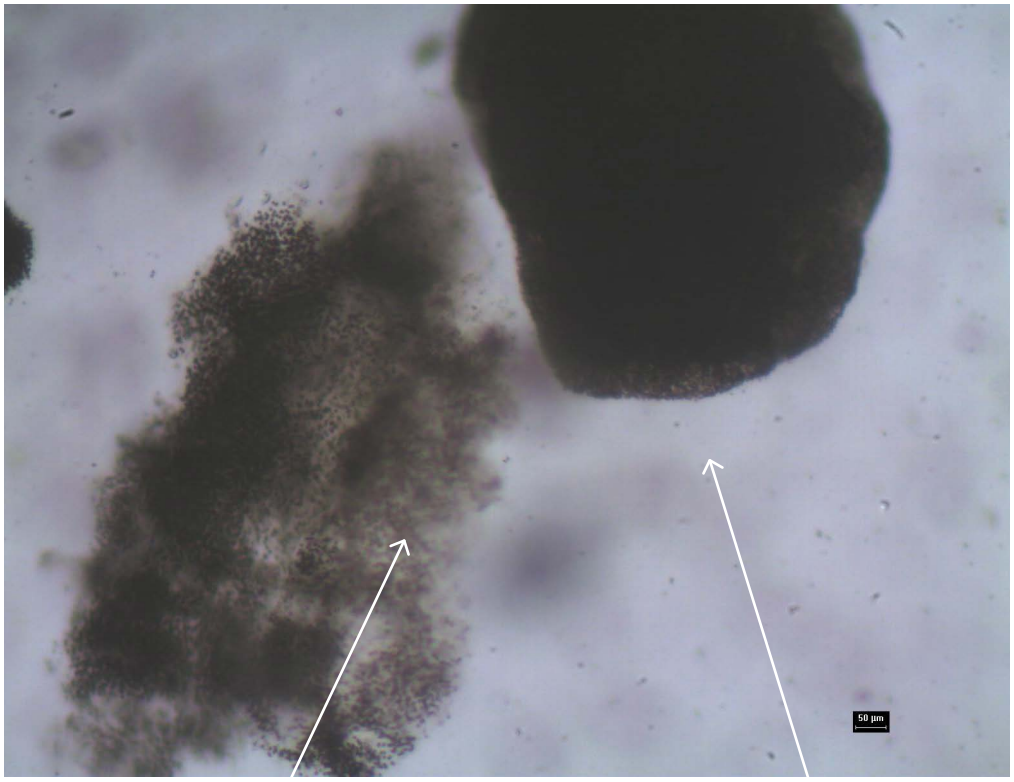
Colonia de *Microcystis wesenbergii*, 400 x.



Microcystis novacekii *Microcystis aeruginosa*

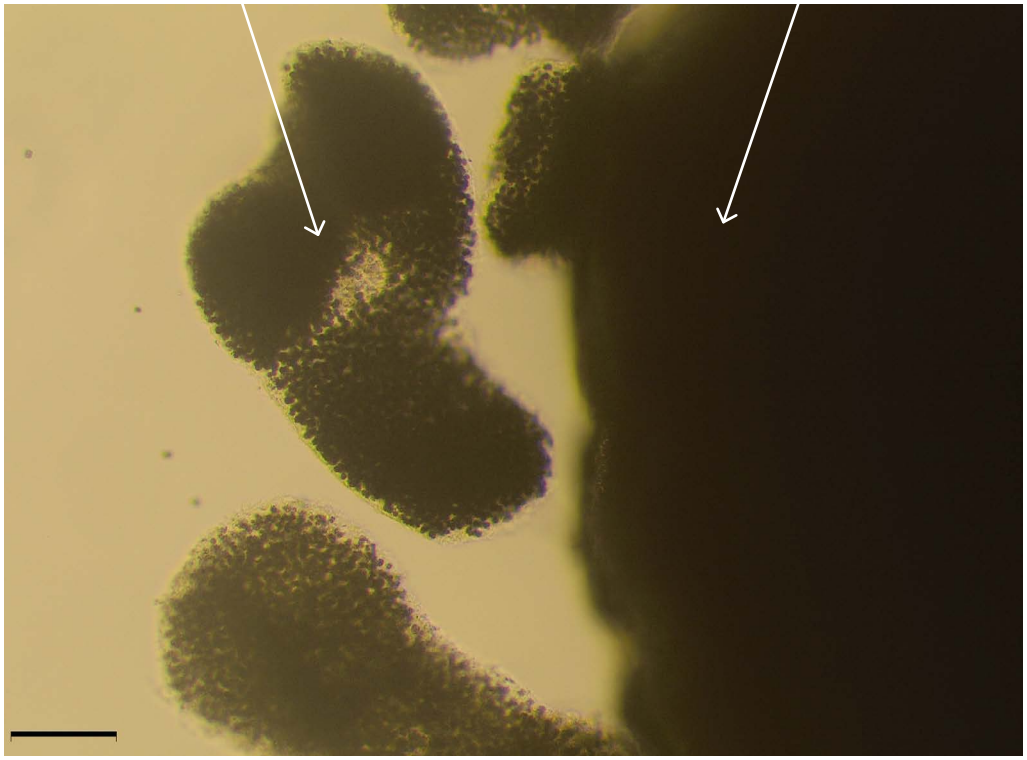


Colonia de *Microcystis novacekii* y *Microcystis aeruginosa*, 100 x.

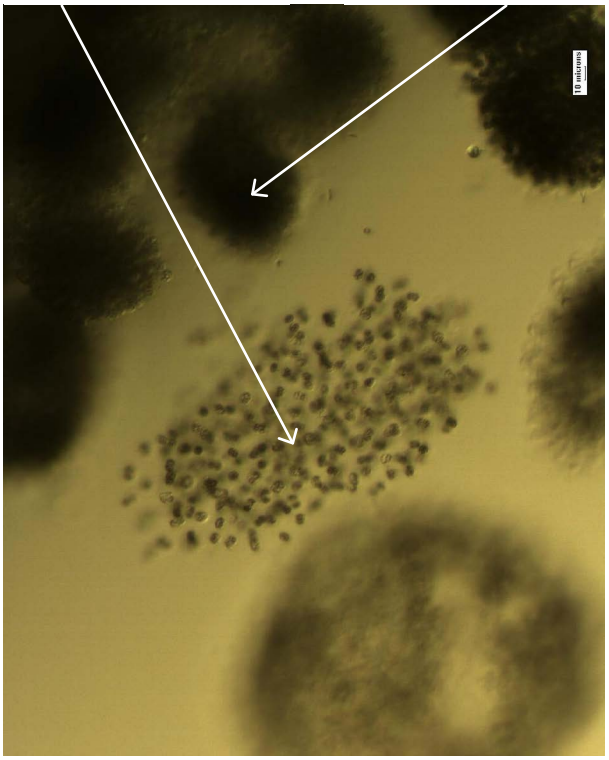


Microcystis aeruginosa

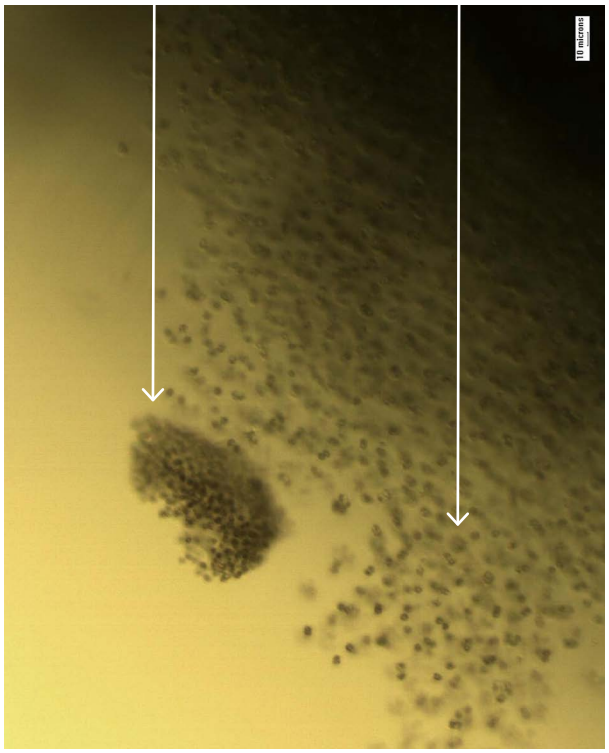
Microcystis flos-aquae

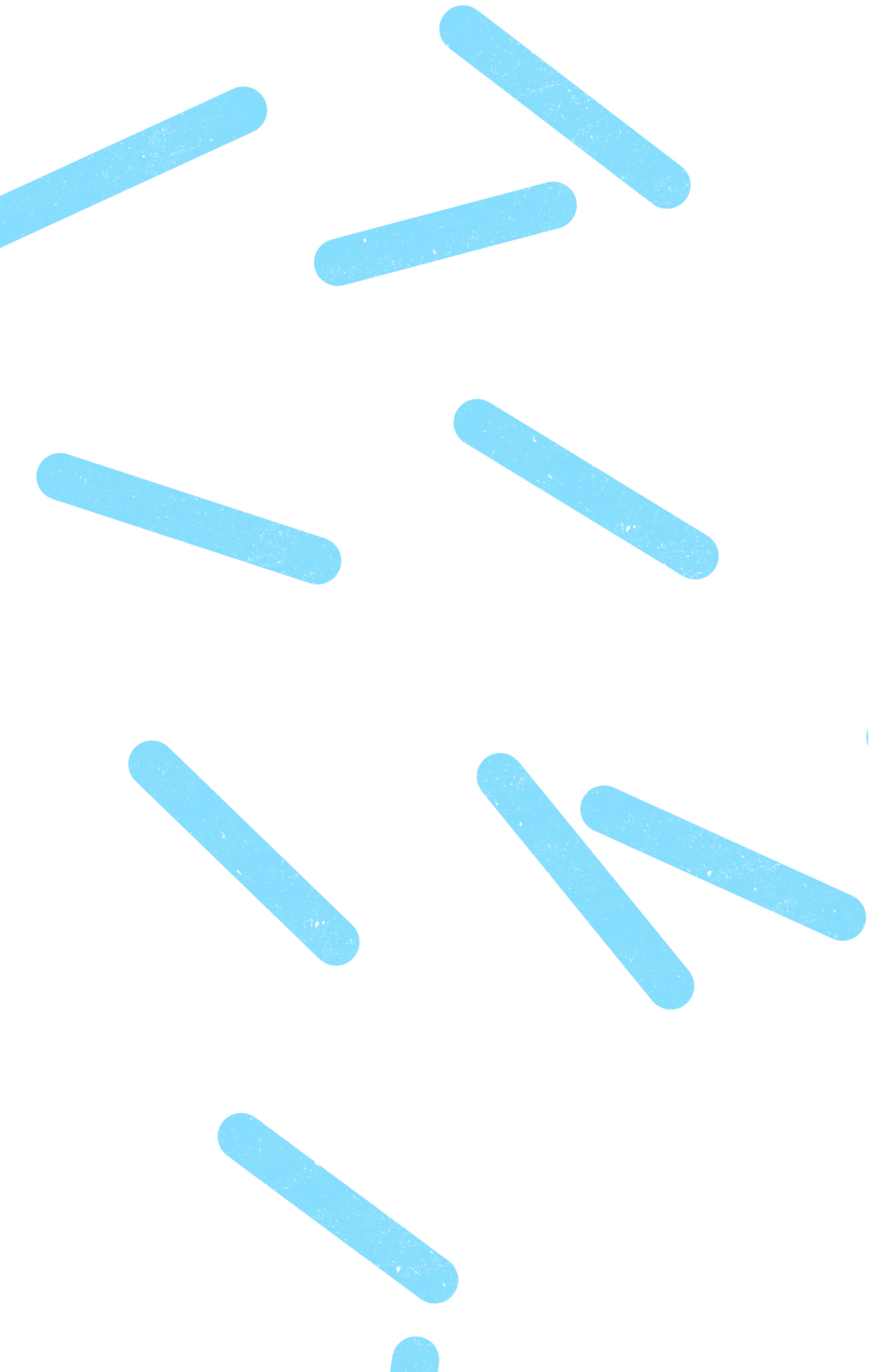


Microcystis protocystis *Microcystis novacekii*



Microcystis panniformis *Microcystis protocystis*





ORDEN
Oscillatoriales

FAMILIA
Oscillatoriaceae

GÉNERO
Oscillatoria
Vaucher ex Gomont, 1892

- Células cortas, discoides, siempre más de 2 (generalmente de 3 a 11) más cortas que anchas. Contenido celular homogéneo, a veces con gránulos grandes y prominentes. Sin aerotopos.
- Pueden variar de 6,8 a 70 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Tricomas cilíndricos, apenas o muy ondulados o curvos, a veces helicoidales hacia los extremos. No constrictos o constrictos. Generalmente sin vaina, pero pueden presentar vaina cuando están en condiciones extremas.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008; Guiry y Guiry, 2025)

ORDEN
Oscillatoriales

FAMILIA
Oscillatoriaceae

GÉNERO
Oscillatoria
Vaucher ex Gomont, 1892

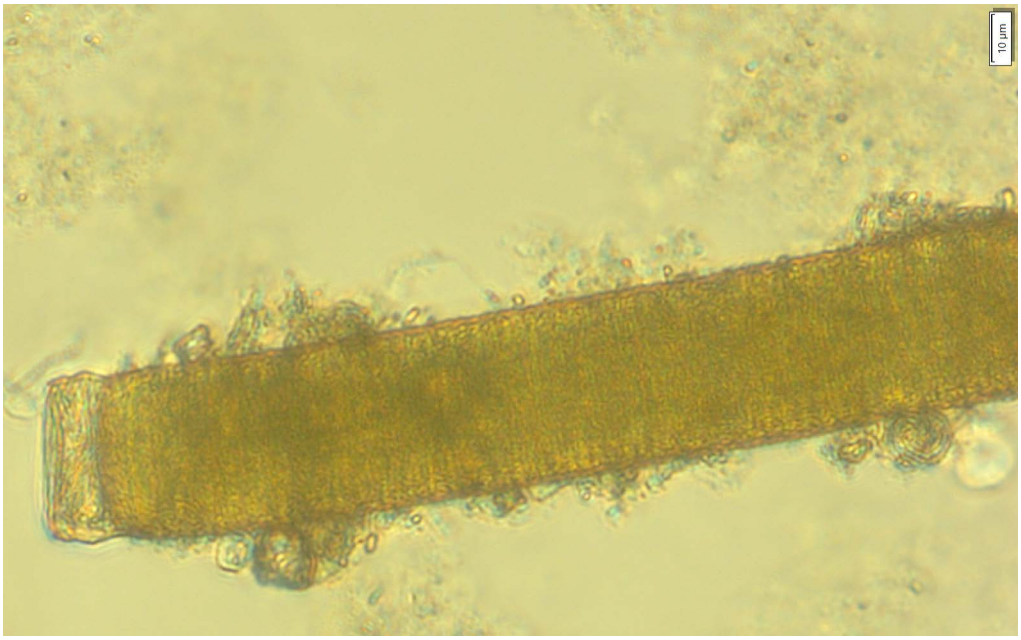
ESPECIE
Oscillatoria limosa
Agardh ex Gomont, 1892

SINÓNIMO
Phormidium ornatum (Kützing ex Gomont) Anagnostidis y Komárek, 1988

ESPECIE		***OSCILLATORIA LIMOSA***
Tricomas		Cilíndricos, usualmente rectos, muy rara vez apenas ondulados o curvos. No constrictos, sin vaina, no atenuados hacia los extremos. Móviles.
Células vegetativas	Forma y características	Cortas, discoides, de 1-3 a 1-6 veces más cortas que largas. Contenido celular granulado. Células apicales redondeadas, convexas, sin caliptra.
	Ancho (µm)	De 10 a 20.
	Largo (µm)	De 1,5 a 5.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Filamento de *Oscillatoria limosa*, 400 x.



Filamento de *Oscillatoria limosa*, 400 x.

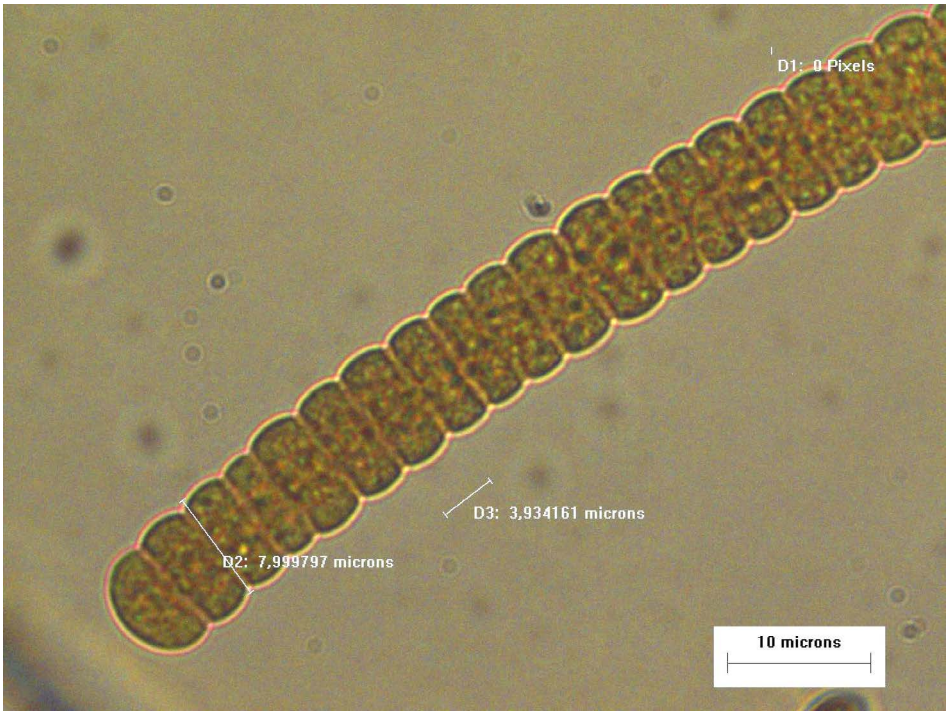
ORDEN
Oscillatoriales

FAMILIA
Oscillatoriaceae

GÉNERO
Oscillatoria
Vaucher ex Gomont, 1892

ESPECIE
Oscillatoria ornata
Kützing ex Gomont, 1892

ESPECIE		***OSCILLATORIA ORNATA***
Tricomas		Cilíndricos, usualmente rectos, muy rara vez apenas ondulados o curvos. Constrictos, sin vaina, no atenuados hacia los extremos.
Células vegetativas	Forma y características	Cortas, discoides, de 1-2 a 1-6 más cortas que largas. Contenido celular homogéneo, a veces con gránulos grandes. Células apicales casi hemisféricas, sin caliptra.
	Ancho (µm)	De 7 a 10.
	Largo (µm)	De 4 a 6.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Filamento de *Oscillatoria ornata*, 1000 x.



Filamento de *Oscillatoria ornata*, 1000 x.



ORDEN
Oscillatoriales

FAMILIA
Oscillatoriaceae

GÉNERO
Phormidium
Kützing ex Gomont, 1892

- Células cilíndricas, más o menos isodiamétricas. Sin aerotopos. Células apicales puntiagudas, angostas, cónicas o redondeadas, pueden o no tener caliptra.
- Pueden variar de 2,5 a 11 µm de ancho.
- Tricomas cilíndricos, largos, apenas o muy ondulados o curvos. No constrictos o apenas constrictos. Pueden o no tener vaina.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Oscillatoriales

FAMILIA
Oscillatoriaceae

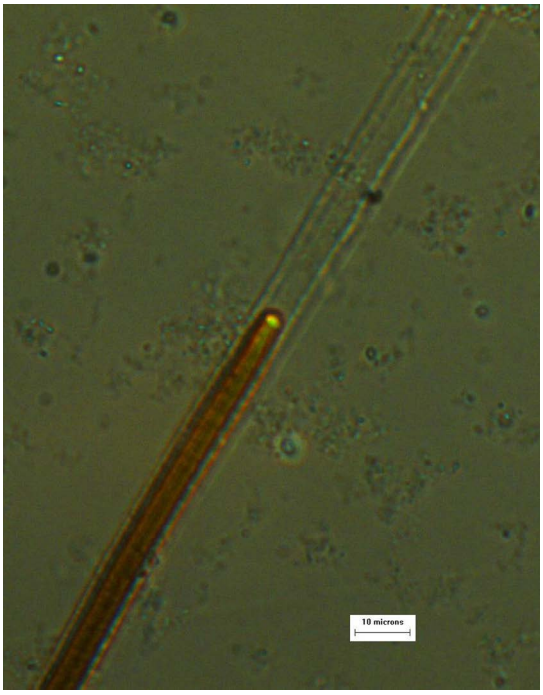
GÉNERO
Phormidium
Kützing ex Gomont, 1892

ESPECIE
Phormidium uncinatum
Gomont ex Gomont, 1892

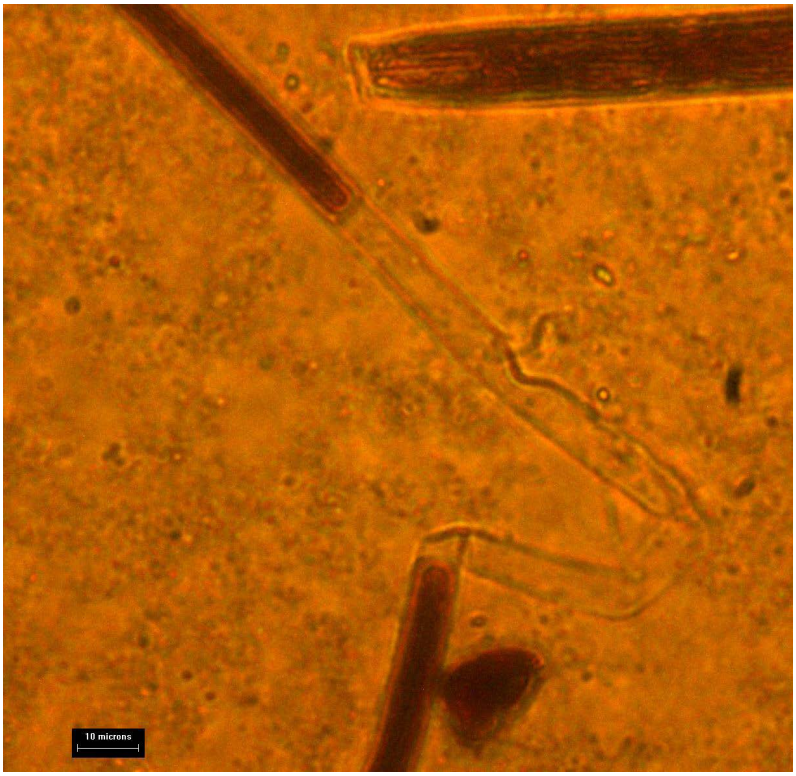
ESPECIE		***PHORMIDIUM UNCINATUM***
Tricomas		Atenuados brevemente en los extremos, apenas curvos o curvos, no constrictos, de color azul verdoso o verde. Pueden variar de 5,5 a 9 µm de ancho. Con vaina mucilaginosa.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas, aproximadamente la mitad más cortas que largas. Células apicales capitadas, mayormente con caliptra obtusa o menos frecuentemente redondeada o cónica.
	Ancho (µm)	De 5 a 6,5.
	Largo (µm)	De 3 a 4.
Registro		Río Negro.



Filamento de *Phormidium uncinatum*, 200 x.



Filamento de *Phormidium uncinatum*, 400 x.



Filamento de *Phormidium uncinatum*, 1000 x.



ORDEN
Leptolyngbyales

FAMILIA
Leptolyngbyaceae

GÉNERO
Planktolyngbya
Anagnostidis y Komárek, 1988

- Células cilíndricas, generalmente más largas que anchas. Sin aerotopos, o con un único aerotopo polar. Células apicales redondeadas.
- Pueden variar de 3,5 a 5,5 µm de largo por 0,5 a 3,5 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Tricomas cilíndricos inmóviles, rectos o curvados. Sin constricciones o con constricciones muy leves.
- Filamentos solitarios, con vainas delgadas, simples, incoloras, firmes.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Leptolyngbyales

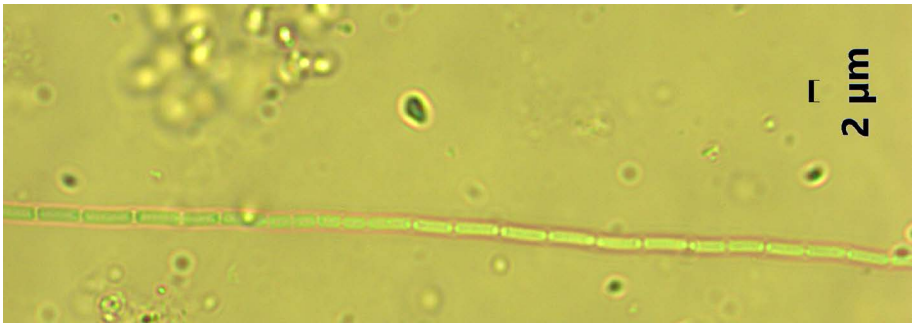
FAMILIA
Leptolyngbyaceae

GÉNERO
Planktolyngbya
Anagnostidis y Komárek, 1988

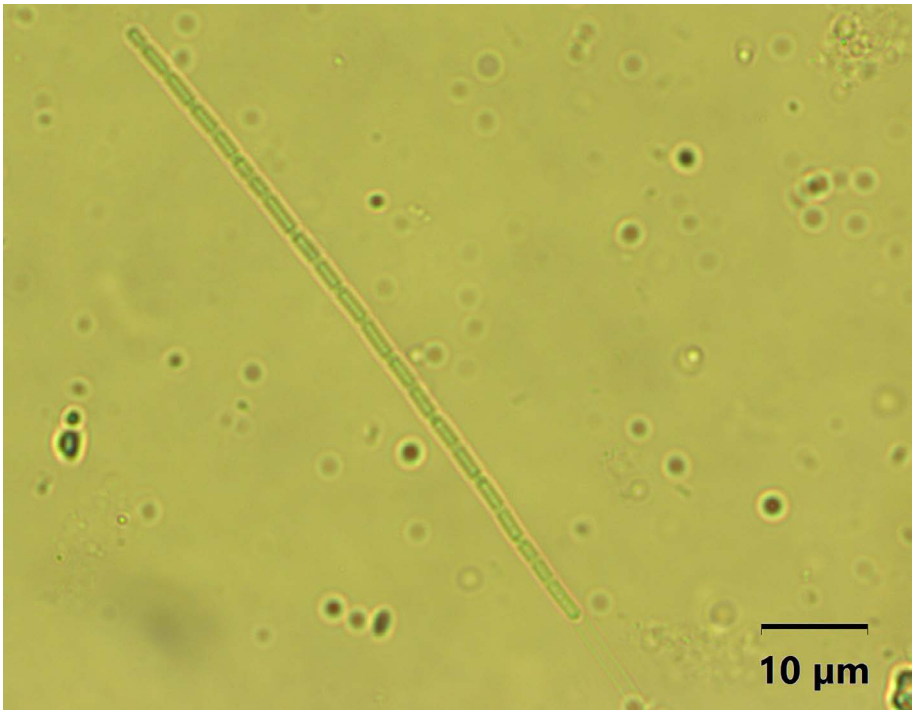
ESPECIE
Planktolyngbya limnetica
(Lemmermann) Komárková-Legnerová y Cronberg, 1992

SINÓNIMO
Lyngbya limnetica Lemmermann, 1898;
Oscillatoria splendida var. *limnetica* (Lemmerman) Playfair, 1938

ESPECIE		***PLANKTOLYNGBYA LIMNETICA***
Tricomas		Cilíndricos, no constrictos, no se atenúan hacia el final. Los septos a veces apenas se ven. Filamentos solitarios, rectos o levemente arqueados, de 100 a 600 µm de largo y 1 a 2 µm de ancho. Vaina fina y angosta e incolora, pero usualmente bien distinguible.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas, largas, con contenido celular homogéneo. Color verde azul pálido o grisáceo, sin aerotopos, a veces con gránulos solitarios. Células apicales redondeadas.
	Ancho (µm)	De 0,5 a 1,8.
	Largo (µm)	De 1 a 5.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, Río de la Plata, Laguna del Sauce, Rocha, Garzón y Merín.



Filamento de *Planktolyngbya limnetica*, 1000 x.



Filamento de *Planktolyngbya limnetica*, 1000 x.



Filamento de *Planktolyngbya limnetica*, 1000 x.



ORDEN
Oscillatoriales

FAMILIA
Microcoleaceae

GÉNERO
Planktothrix
Anagnostidis y Komárek, 1988

- Células cilíndricas, usualmente más cortas que anchas o hasta isodiamétricas. Con aerotopos (grupo de vesículas de gas) distribuidos en el protoplasma. Células apicales cilíndricas bien redondeadas o angostas cónicas, pueden o no tener caliptra.
- Pueden variar de 2 a 15 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Tricomas solitarios, rectos o apenas ondulados o curvos. No constrictos, inmóviles, más o menos largos (de hasta 4 mm). Apenas atenuados o no atenuados en los extremos, a veces con caliptra.

Característico del género es la presencia de segmentos (varias células) que parecen ser más brillantes que otros tricomas.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Oscillatoriales

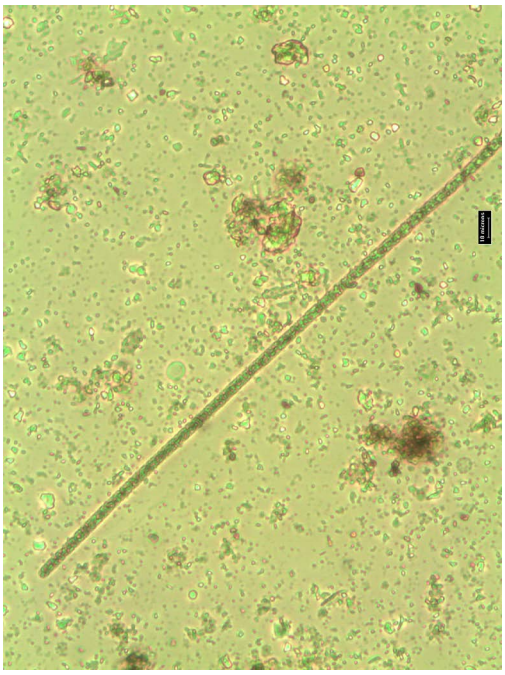
FAMILIA
Microcoleaceae

GÉNERO
Planktothrix
Anagnostidis y Komárek, 1988

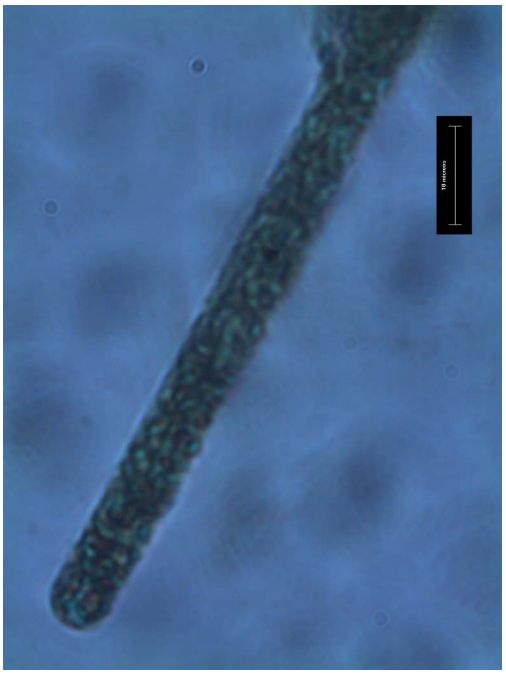
ESPECIE
Planktothrix isothrix
(Skuja) Komárek y Komárková, 2004

SINÓNIMO
Oscillatoria agardhii var. *isothrix* Skuja, 1948

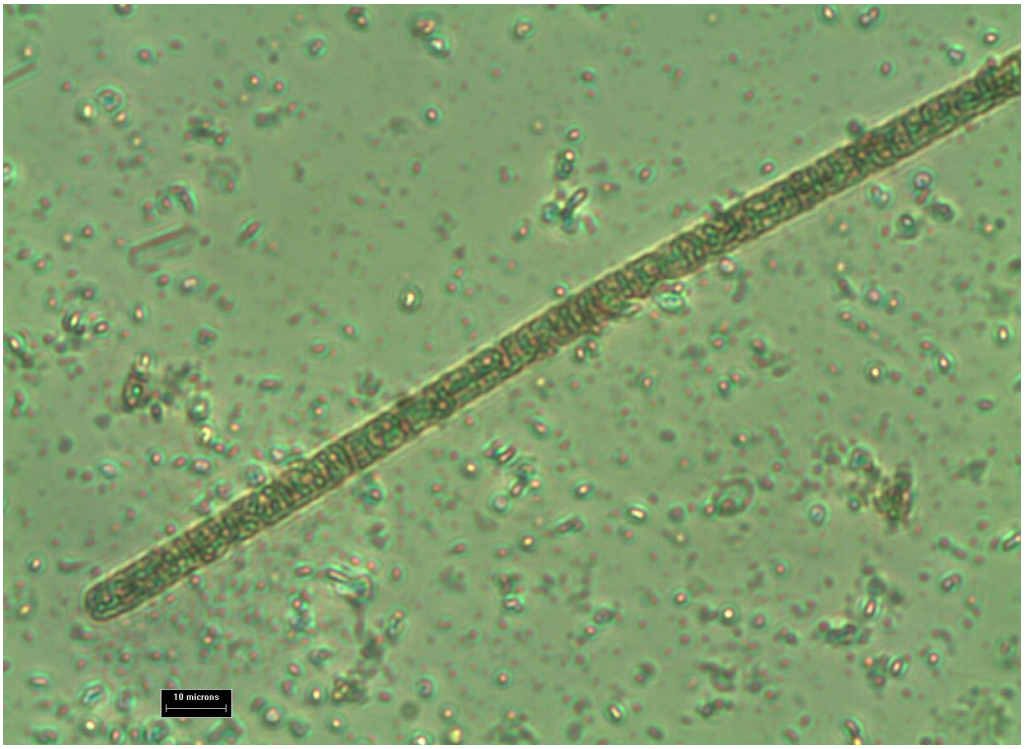
ESPECIE		***PLANKTOTHRIX ISOTHRIX***
Tricomas		Solitarios, rectos o apenas curvos. Raramente en agrupaciones. Usualmente muy largos (hasta 3,5 mm). Sin constricciones o apenas constrictos.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas, apenas más cortas que anchas o isodiamétricas. Con muchos aerotopos, que causan un color amarronado o negro de los tricomas. Células apicales cilíndricas redondeadas, sin caliptra.
	Ancho (µm)	De 5 a 9.
	Largo (µm)	De 2 a 5.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, tajamar en Colonia.



Filamento de *Planktothrix isothrix*, 100 x.



Filamento de *Planktothrix isothrix*, 1000 x.



Filamento de *Planktothrix isothrix*, 1000 x.

ORDEN
Oscillatoriales

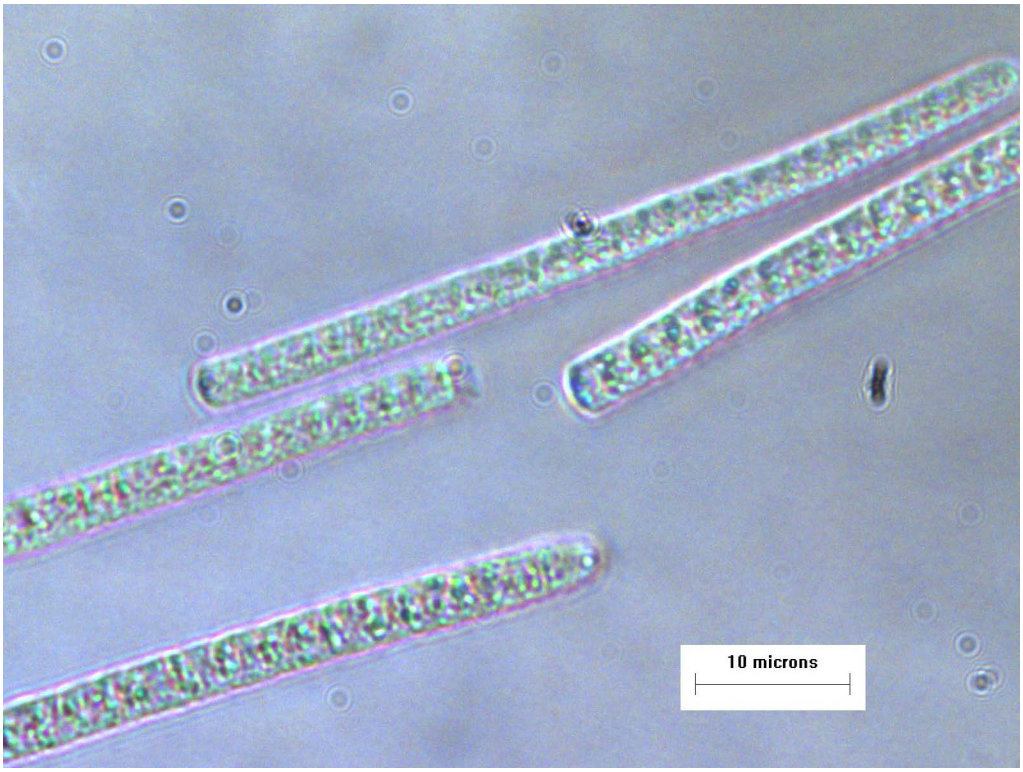
FAMILIA
Microcoleaceae

GÉNERO
Planktothrix
Anagnostidis y Komárek, 1988

ESPECIE
Planktothrix suspensa
(Pringsheim) Anagnostidis y Komárek, 1988

SINÓNIMO
Oscillatoria agardhii var. *suspensa* Pringsheim, 1965

ESPECIE		***PLANKTOTHRIX SUSPENSA***
Tricomas		Solitarios, rectos o apenas curvos, de color azul verdoso, amarillo verdoso o verde oliva. Usualmente muy largos (hasta varios milímetros). Sin constricciones o apenas constrictos en los extremos.
Células vegetativas	Forma y características	Casi isodiamétricas. Con muchos aerotopos característicos grandes y elongados. Células apicales más alargadas, de hasta 6 µm, hemisféricas o hasta redondeadas cónicas, con solo 2 o 3 aerotopos. A veces con caliptra.
	Ancho (µm)	De 2 a 4.
	Largo (µm)	De 2,5 a 6.
Registro		Río Uruguay, lago en Canelones.



Filamento de *Planktothrix suspensa*, 1000 x.



ORDEN
Pseudanabaenales

FAMILIA
Pseudanabaenaceae

GÉNERO
Pseudanabaena
Lauterborn, 1915

- Células usualmente cilíndricas con las puntas redondeadas, a veces casi con forma de barril, más largas que anchas. Pueden tener aerotopos.
- Pueden variar de 1 a 8 µm de largo por 0,5 a 2,5 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Tricomas solitarios en el plancton, usualmente finos y rectos, y menos frecuentemente ondeados. Cilíndricos, más o menos cortos, muy pocas o algunas células, con constricciones en las uniones entre ellas.
- Tricomas con vaina fina y firme, pero a veces con envoltorios mucilaginosos anchos y difluentes.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Pseudanabaenales

FAMILIA
Pseudanabaenaceae

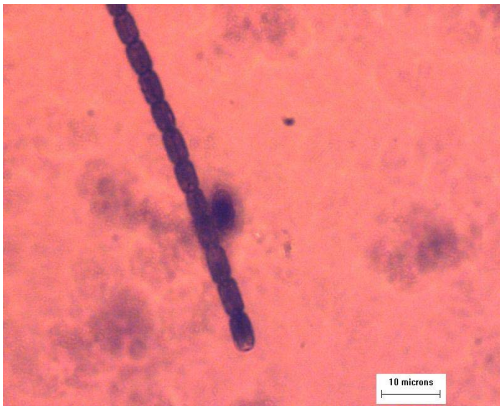
GÉNERO
Pseudanabaena
Lauterborn, 1915

ESPECIE
Pseudanabaena biceps
Böcher, 1946

ESPECIE		***PSEUDANABAENA BICEPS***
Tricomas		Cortos, usualmente entre 5 a 30 células, solitarios o en grupos, rectos o apenas curvos, intensamente constrictos entre las células.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas a con forma de barril, isodiamétricas o más largas que anchas, de color verde azulado brillante o pálido, con bordes redondeados. Contenido celular granulado. Células apicales más o menos estrechadas y con el extremo con una punta redondeada, con un aerotopo grande subterminal o algunos aerotopos pequeños.
	Ancho (µm)	De 2,3 a 3.
	Largo (µm)	De 3 a 7,5.
Observaciones		Se diferencia fácilmente de las otras especies de este género por la presencia de aerotopos terminales.
Registro		Río Uruguay.



Filamento de *Pseudanabaena biceps* (arriba) y *Jaaginema* sp. (abajo), 400 x.



Filamento de *Pseudanabaena biceps*, 1000 x.

ORDEN
Pseudanabaenales

FAMILIA
Pseudanabaenaceae

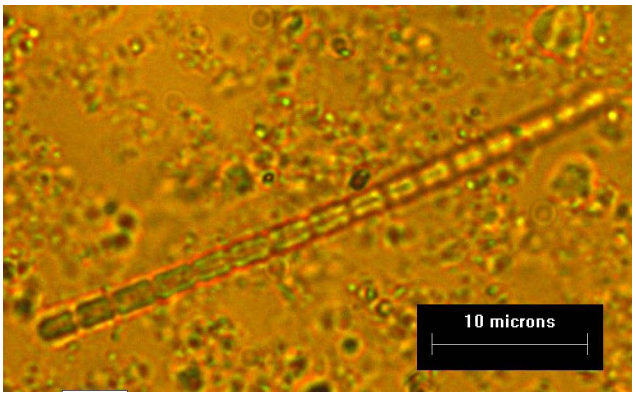
GÉNERO
Pseudanabaena
Lauterborn, 1915

ESPECIE
Pseudanabaena catenata
Lauterborn, 1915

ESPECIE		***PSEUDANABAENA CATENATA***
Tricomas		Solitarios o agregados, móviles, constrictos y flexibles. Usualmente varían de 40 a 200 µm de largo.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas. Contenido celular claro, homogéneo, sin aerotopos y con una vesícula de gas apical. Las células parecen separadas, bien delimitadas unas de las otras. Células apicales cilíndricas, con ápices redondeados o truncados.
	Ancho (µm)	De 1,8 a 3.
	Largo (µm)	De 3 a 4.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, Río de la Plata.



Filamento de *Pseudanabaena catenata*, 400 x.



Filamento de *Pseudanabaena catenata*, 1000 x.



Filamento de *Pseudanabaena catenata*, 1000 x.

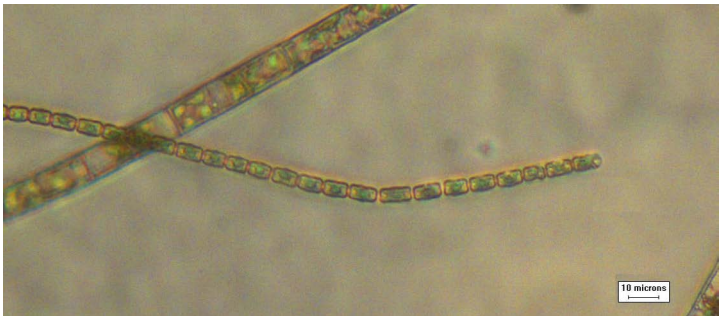
ORDEN
Pseudanabaenales

FAMILIA
Pseudanabaenaceae

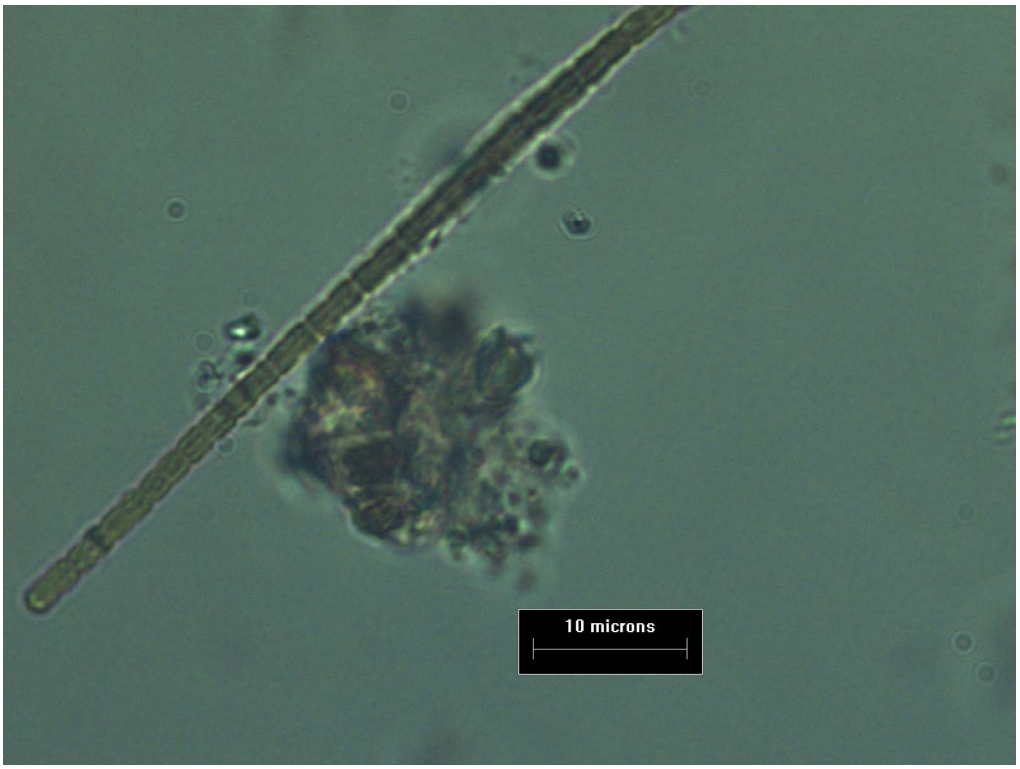
GÉNERO
Pseudanabaena
Lauterborn, 1915

ESPECIE
Pseudanabaena galeata
Böcher, 1949

ESPECIE		***PSEUDANABAENA GALEATA***
Tricomas		Solitarios, rectos o apenas curvados, móviles y constrictos. Ocasionalmente con mucílago fino e indistinto.
Células vegetativas	Forma y características	Células cilíndricas con bordes redondeados, verde brillante o pálido, o azul grisáceo. Usualmente con uno o dos aerotopos polares. Contenido celular granulado. Células apicales con aerotopos más grandes.
	Ancho (µm)	De 0,8 a 3.
	Largo (µm)	De 2 a 10.
Observaciones		Río Uruguay, Río Negro, laguna Merín.
Registro		Río Uruguay.



Filamento de *Pseudanabaena galeata*, 400 x.



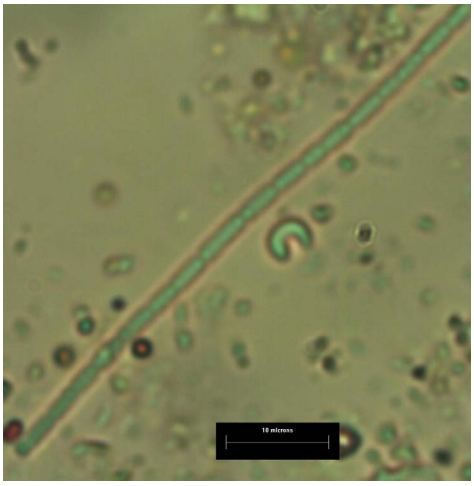
Filamento de *Pseudanabaena galeata*, 1000 x.

ORDEN
Pseudanabaenales

FAMILIA
Pseudanabaenaceae

GÉNERO
Pseudanabaena
Lauterborn, 1915

ESPECIE
Pseudanabaena limnetica
(Lemmermann) Komárek, 1974



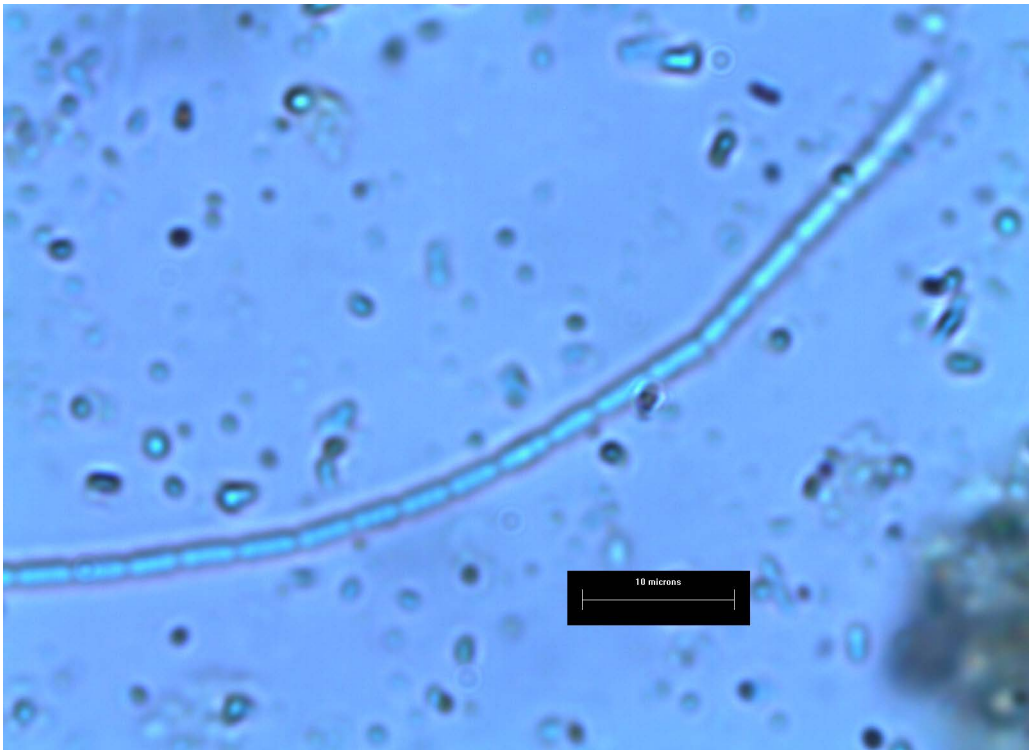
Filamento de *Pseudanabaena limnetica*, 1000 x.

SINÓNIMO
Lyngbya limnetica Lemmermann, 1898;
Oscillatoria splendida var. *limnetica* (Lemmerman) Playfair, 1938

ESPECIE		***PSEUDANABAENA LIMNETICA***
Tricomas		Solitarios, rectos o apenas curvados, móviles y constrictos. Ocasionalmente con mucílago fino e indistinto.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas largas. Contenido celular homogéneo con cromatoplasma más o menos distinguido, sin aerotopos. Células apicales redondeadas.
	Ancho (µm)	De 1,2 a 1,5.
	Largo (µm)	De 2 a 4.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, laguna Merín.



Filamento de *Pseudanabaena limnetica*, 1000 x.



Filamento de *Pseudanabaena limnetica*, 1000 x.

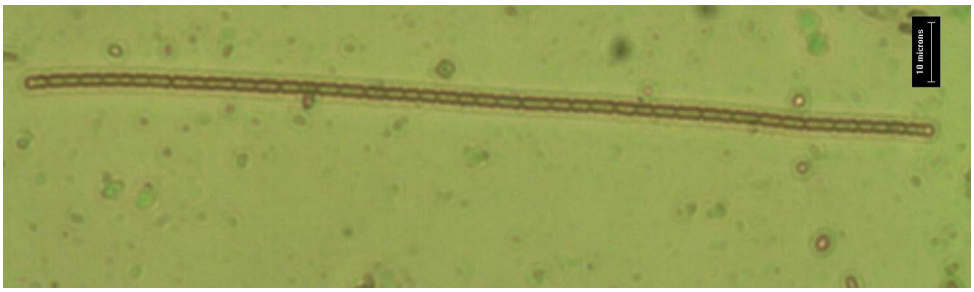
ORDEN
Pseudanabaenales

FAMILIA
Pseudanabaenaceae

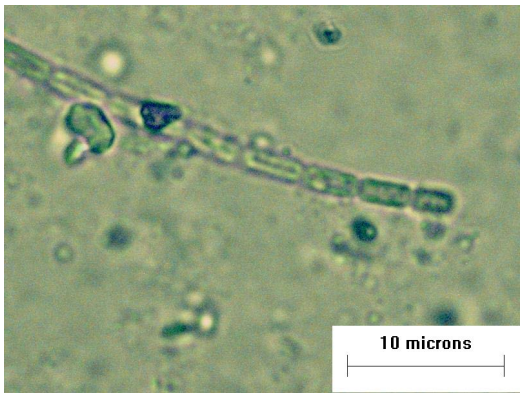
GÉNERO
Pseudanabaena
Lauterborn, 1915

ESPECIE
Pseudanabaena moniliformis
Komárek y Kling, 1991

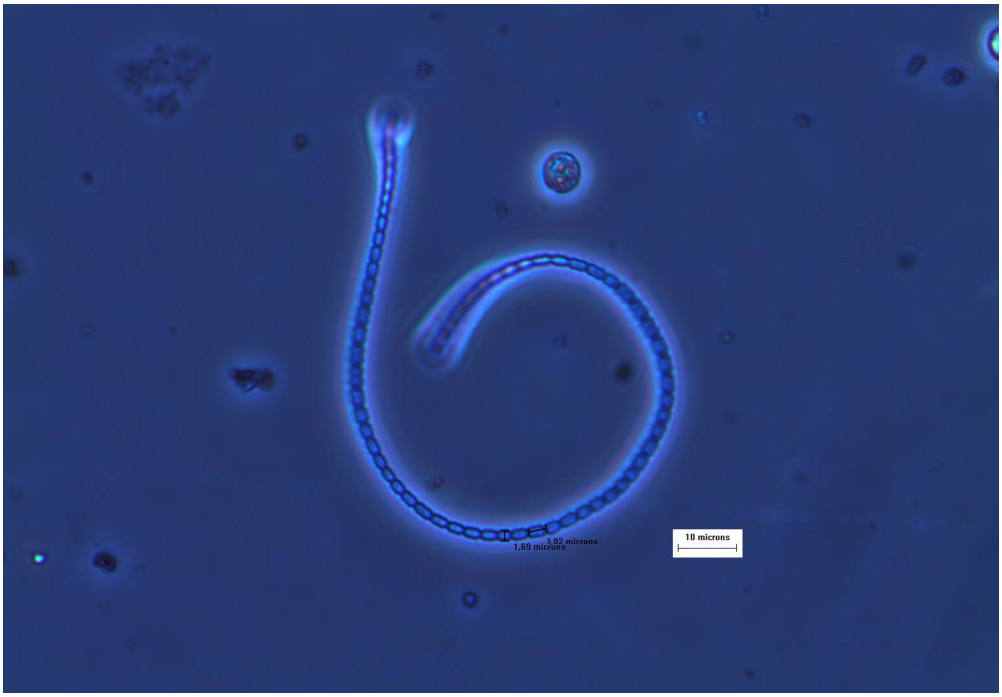
ESPECIE		***PSEUDANABAENA MONILIFORMIS***
Tricomas		Solitarios, rectos o levemente curvados, constrictos.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas. Contenido celular claro, con baja densidad de gránulos, sin aerotopos. Células apicales cilíndricas, con ápices redondeados.
	Ancho (µm)	De 1,5 a 2,5.
	Largo (µm)	De 2,5 a 6.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, laguna de Rocha.



Filamento de *Pseudanabaena moniliformis*, 400 x.



Filamento de *Pseudanabaena moniliformis*, 1000 x.



Filamento de *Pseudanabaena moniliformis*, 200 x.

ORDEN
Pseudanabaenales

FAMILIA
Pseudanabaenaceae

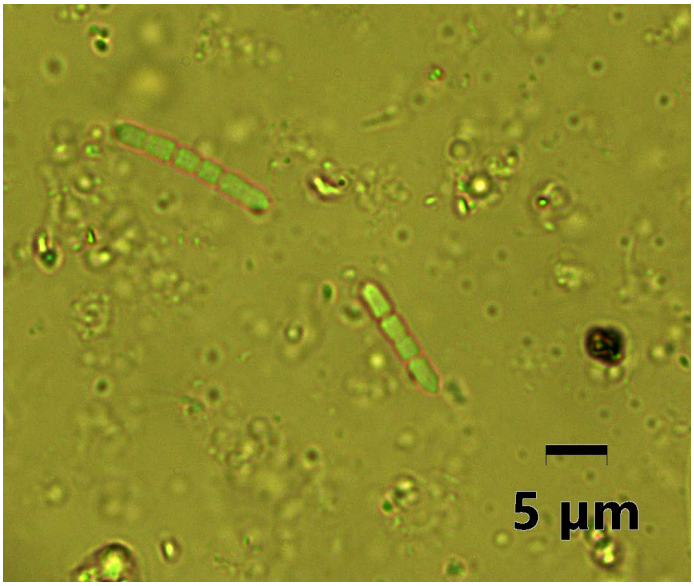
GÉNERO
Pseudanabaena
Lauterborn, 1915

ESPECIE
Pseudanabaena mucicola
(Naumann y Huber-Pestalozzi) Schwabe, 1964



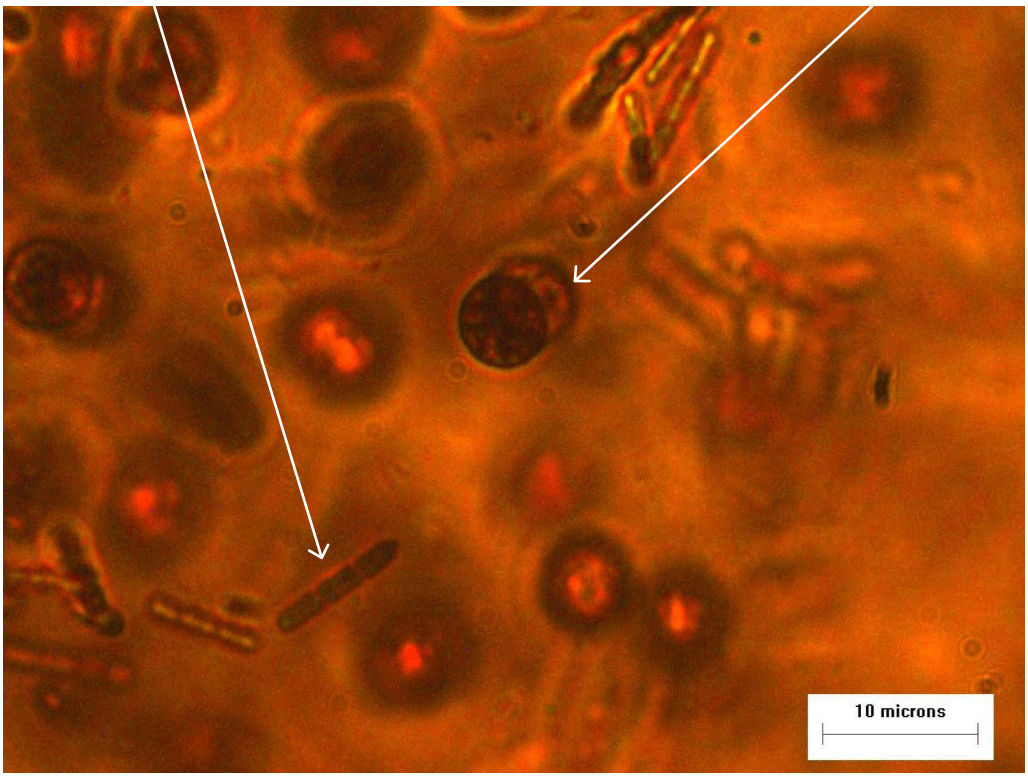
Filamento de *Pseudanabaena mucicola*, 1000 x.

ESPECIE		***PSEUDANABAENA MUCICOLA***
Tricomas		Solitarios o en grupos, cilíndricos, cortos, muy pocas células (3 a 6, siempre menos de 12), de entre 10 a 30 µm de largo, inmóviles. Ocurren en el mucílago de otras microalgas.
Células vegetativas	Forma y características	Cortas, cilíndricas, con las puntas redondeadas, a veces casi con forma de barril, más largas que anchas. Contenido celular homogéneo o apenas granulado, sin aerotopos.
	Ancho (µm)	De 1 a 2,8.
	Largo (µm)	De 2 a 3.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, Río de la Plata.

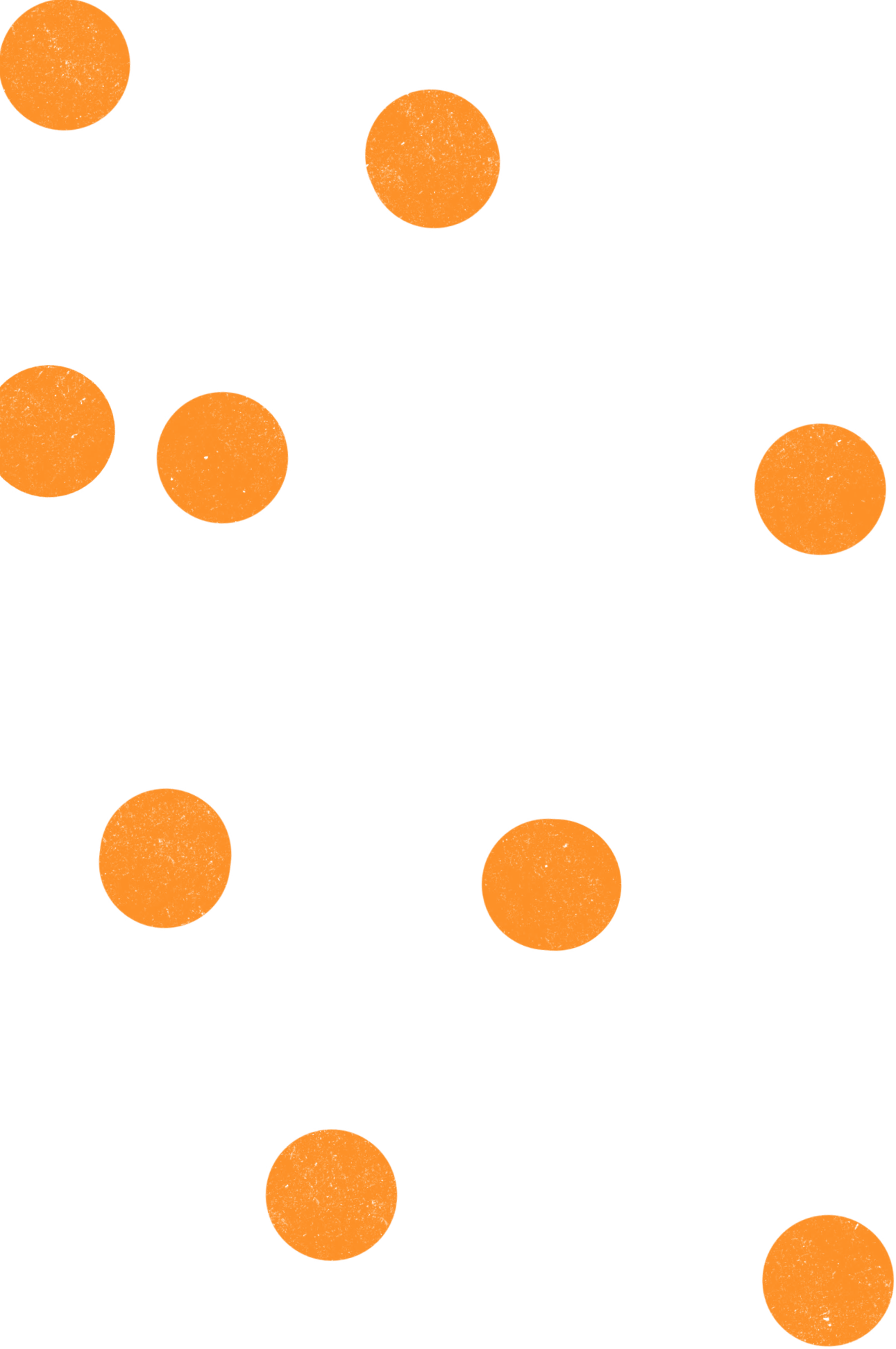


Filamento de *Pseudanabaena mucicola*, 1000 x.

Pseudanabaena mucicola *Microcystis aeuroginosa*



Filamento de *Pseudanabaena mucicola*, 1000 x.



ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Radiocystis
Skuja, 1948

- Células ovaladas a esféricas que pueden o no tener aerotopos.
- Pueden variar de 1,7 a 8 µm de diámetro, dependiendo de la especie.
- Colonias más o menos esféricas a irregulares, con las células irregularmente agrupadas en el centro de la colonia, irradiando filas más o menos uniseriadas de células en todas las direcciones, apenas distantes unas de otras.
- Mucílago fino y transparente. Envoltorio gelatinoso individual.

REFERENCIA
(Cybis et al., 2006; Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Chroococcales

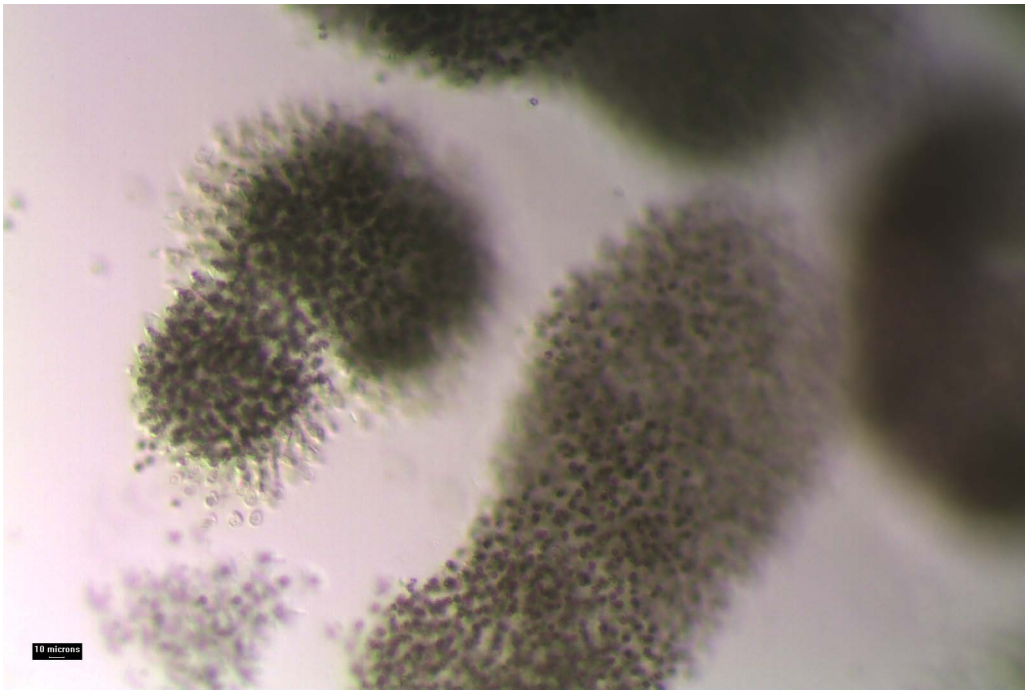
FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Radiocystis
Skuja, 1948

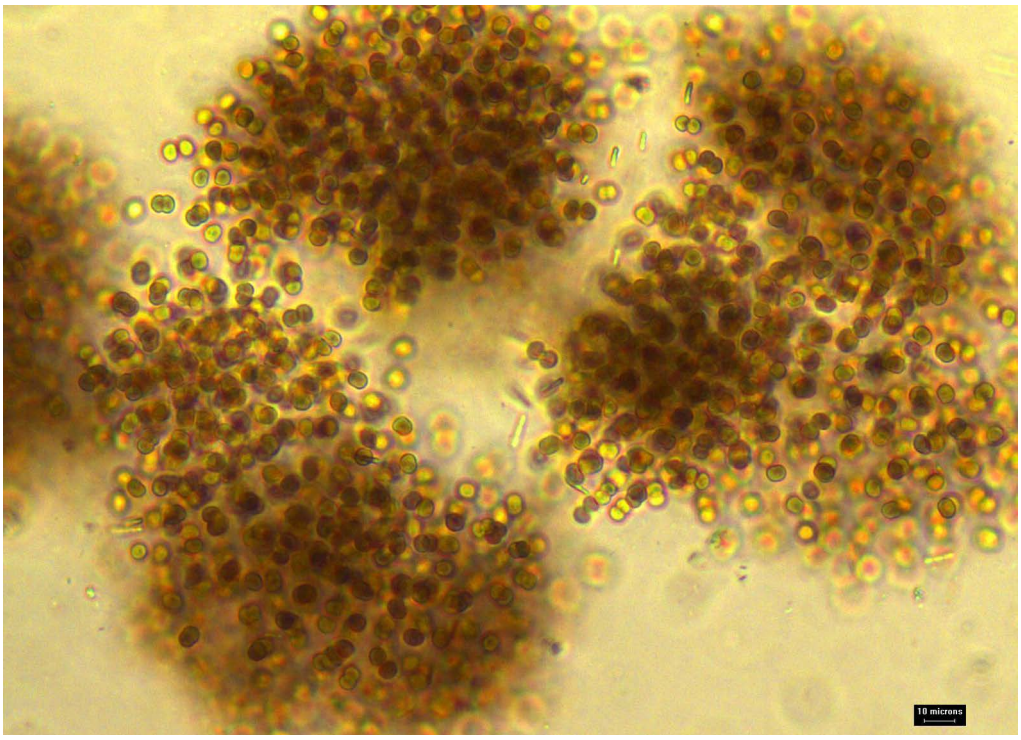
ESPECIE
Radiocystis fernandoi
Komárek y Komárková-Legnerová, 1993

SINÓNIMO
Pseudanabaena crassa Vozzhennikova, 1953

ESPECIE		***RADIOCYSTIS FERNANDOI***
Colonias		Esféricas a irregulares, con las células irregularmente agrupadas en el centro de la colonia, irradiando en todas las direcciones filas más o menos uniseriadas de células, apenas distantes unas de otras.
Mucílago		Homogéneo, hialino, contorno inconspicuo, envolviendo todos los grupos de células.
Células vegetativas	Forma y características	Ovaladas a esféricas, hemisféricas después de la división celular. Color verde azulado oscuro, con aerotopos.
	Diámetro (µm)	De 6 a 8,5.
Observaciones		La especie puede ser fácilmente confundida con *Microcystis novacekii*, que también tiene células densamente agregadas en el centro y algunas pocas distribuidas en el borde. Se diferencian porque las células del borde, en *R. fernando*i, están dispuestas en hileras (*vs.* células sin disposición específica).
Registro		Río Uruguay, Río Negro, Río de la Plata.



Colonia de *Radiocystis fernandoi*, 100 x.



Colonia de *Radiocystis fernandoi*, 400 x.



ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Raphidiopsis
Fritsch y Rich, 1929

- Células cilíndricas o con forma de barril, facultativamente con aerotopos, siempre más largas que anchas, usualmente alargadas y angostas en los extremos. Células apicales puntiagudas.
- Presenta especies con y sin heterocito.
- Acinetes cilíndricos, ovales o con forma de barril, solitarios, intercalares o unos pocos (de 1 a 4) en fila. Se desarrollan particularmente al final de la estación vegetativa.
- Tricomas solitarios, sin vaina, rectos, levemente curvados o helicoidales, con o sin constricciones. Estrechados en ambos extremos, puntiagudos.
- Los tricomas a menudo se desintegran y después de la división quedan bipolares, con uno de los extremos redondeados.

REFERENCIA
(Komárek, 2013; Aguilera et al., 2018; Guiry y Guiry, 2025)

Cylindrospermopsis se unificó con *Raphidiopsis* en 2018 (Aguilera et al., 2018).

ORDEN
Nostocales

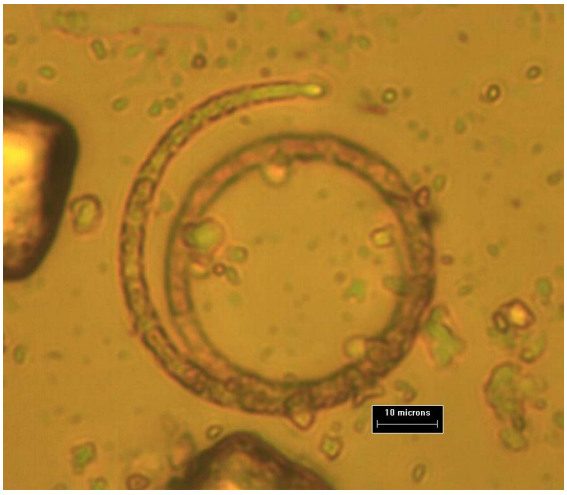
FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Raphidiopsis
Fritsch y Rich, 1929

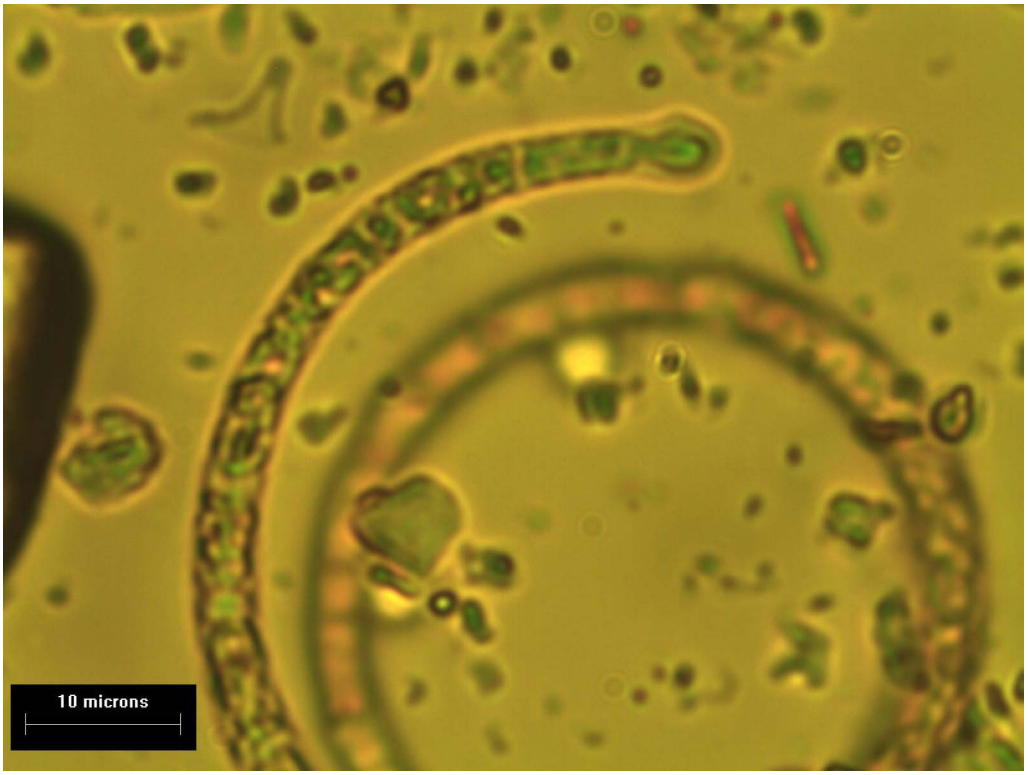
ESPECIE
Raphidiopsis acuminato-crispa
(Couvy y Bouvy) Aguilera, Berrendero Gómez, Kastovsky, Echenique y Salerno, 2018

SINÓNIMO
Cylindrospermopsis acuminatocrispa Couté y Bouvy, 2004

ESPECIE		***RAPHIDIOPSIS ACUMINATO-CRISPA***
Tricomas		Solitarios, cilíndricos, curvados en forma circular o en forma sigmoidea, disminuyendo ligeramente hacia los extremos, no constrictos o ligeramente constrictos entre las células.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas o alargadas. Células apicales puntiagudas
	Ancho (µm)	De 2 a 4,41.
	Largo (µm)	De 2,5 a 12.
Heterocitos	Forma y características	Solamente terminal, en uno o ambos extremos del tricoma, con forma de gota, con extremo redondeado.
	Ancho (µm)	De 2 a 3.
	Largo (µm)	De 6 a 10.
Acinetes	Forma y características	Cilíndricos ovales, se desarrollan cerca del final del tricoma, juntos o apenas separados del heterocito.
	Ancho (µm)	De 3,5 a 5.
	Largo (µm)	De 11 a 13.
Registro		Río Uruguay.



Filamento de *Raphidiopsis acuminato-crispa*, 400 x.



Filamento de *Raphidiopsis acuminato-crispa*, 1000 x.

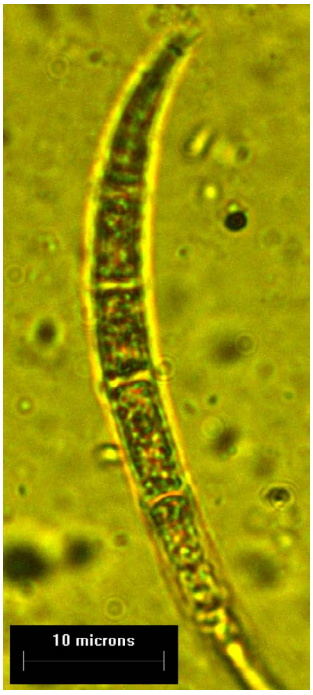
ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

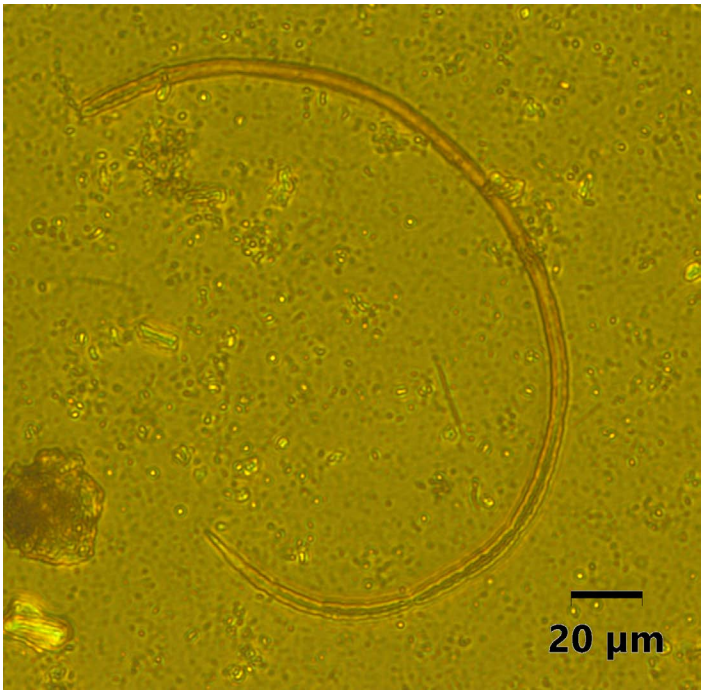
GÉNERO
Raphidiopsis
Fritsch y Rich, 1929

ESPECIE
Raphidiopsis curvata
Fritsch y Rich, 1930

ESPECIE		***RAPHIDIOPSIS CURVATA***
Tricomas		Solitarios, curvados sigmoidalmente o irregularmente circulares, raramente casi rectos. Sin constricciones.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas o con forma de barril, usualmente con aerotopos. Células apicales alargadas, hialinas y puntiagudas, de hasta 20 µm de largo.
	Ancho (µm)	De 1,5 a 4,5.
	Largo (µm)	De 6 a 11.
Heterocitos		No presentan.
Acinetes	Forma y características	Subapical o raramente en el medio del tricoma, de forma oval o de barril, granular.
	Ancho (µm)	De 10 a 16.
	Largo (µm)	De 3,9 a 5,2.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, tajamar en Colonia.



Filamento de *Raphidiopsis curvata*, 1000 x.



Filamento de *Raphidiopsis curvata*, 400 x.



Filamento de *Raphidiopsis curvata*, 100 x.

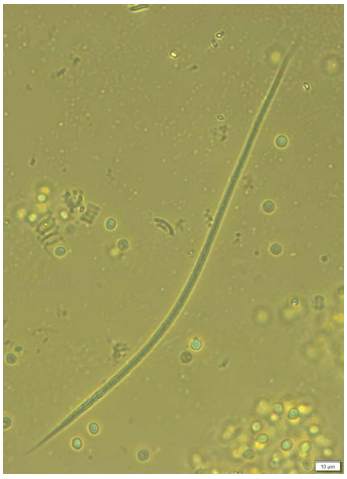
ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Raphidiopsis
Fritsch y Rich, 1929

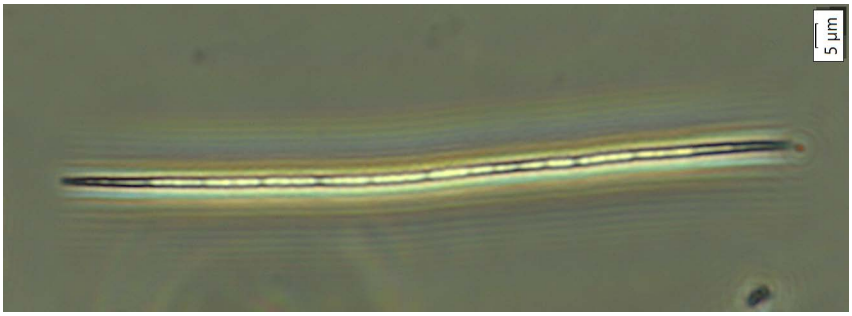
ESPECIE
Raphidiopsis mediterranea
Skuja, 1937

SINÓNIMO
Raphidiopsis subrecta Frémy ex Skuja, 1949



Filamento de *Raphidiopsis mediterranea*, 400 x.

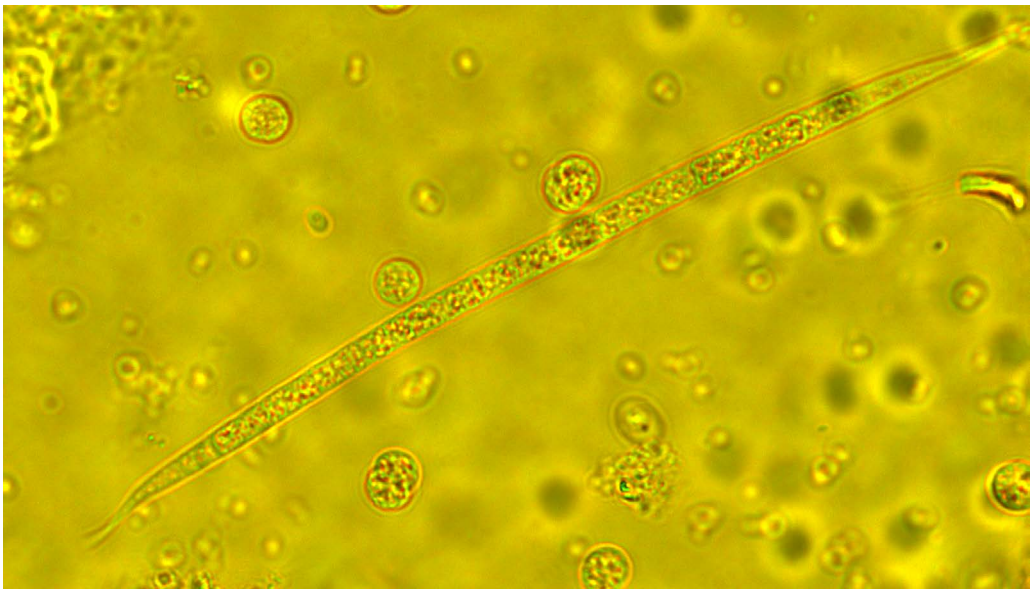
ESPECIE		***RAPHIDIOPSIS MEDITERRANEA***
Tricomas		Solitarios, usualmente cortos, rectos o apenas curvados. Isopolares, estrechos en ambos extremos. Sin constricciones.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas, con contenido celular homogéneo o facultativamente con aerotopos. Células apicales alargadas, estrechas y puntiagudas, mayormente de 1,6 µm de ancho.
	Ancho (µm)	De 1 a 3,5.
	Largo (µm)	De 2,4 a 6.
Heterocitos		No presentan.
Acinetes	Forma y características	Solitarios o de 2 a 3 juntos, cilíndricos, elipsoidales o con forma de barril, con extremos planos o redondeados.
	Ancho (µm)	De 2,5 a 5,2.
	Largo (µm)	De 6,5 a 16.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, tajamar en Colonia y en Canelones.



Filamento de *Raphidiopsis mediterranea*, 400 x.



Filamento de *Raphidiopsis mediterranea*, 400 x.



Filamento de *Raphidiopsis mediterranea*, 1000 x.

ORDEN
Nostocales

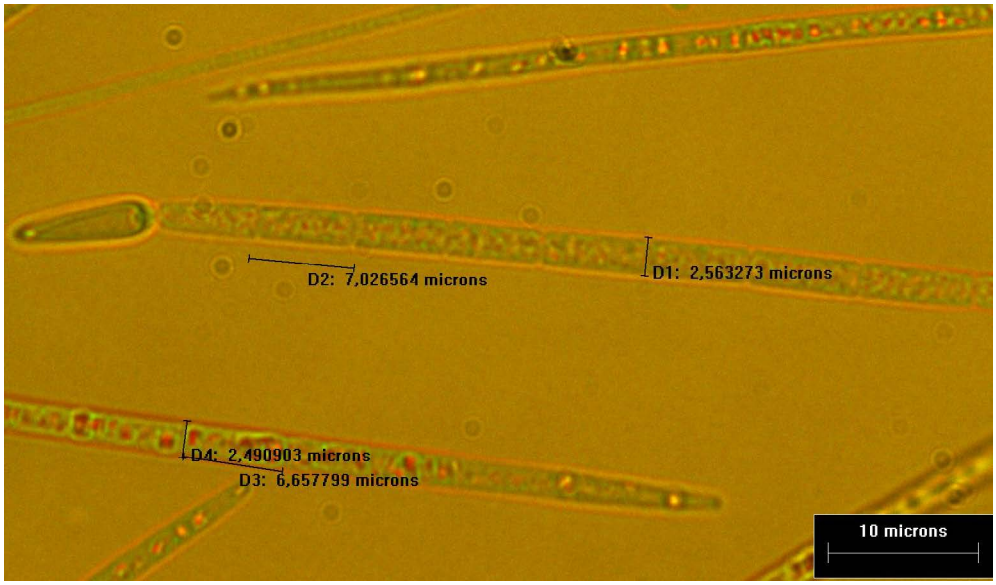
FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Raphidiopsis
Fritsch y Rich, 1929

ESPECIE
Raphidiopsis raciborskii
(Woloszynska) Aguilera, Berrendero Gómez, Kastovsky, Echenique y Salerno, 2018

SINÓNIMO
Cylindrospermopsis raciborskii (Wołoszyńska) Seenayya y Subba Raju, 1972; *Anabaena raciborskii* Wołoszyńska, 1912

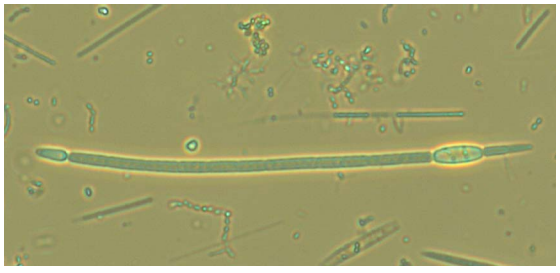
ESPECIE		***RAPHIDIOPSIS RACIBORSKII***
Tricomas		Solitarios, cilíndricos, disminuyendo ligeramente hacia los extremos, rectos o ligeramente curvados, irregularmente constrictos entre las células.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas o con forma de barril. Células apicales cónicas estrechadas y redondeadas.
	Ancho (µm)	De 2 a 3.
	Largo (µm)	De 2,5 a 12.
Heterocitos	Forma y características	Solamente terminal, en uno o ambos extremos del tricoma, con forma de gota, con extremo redondeado.
	Ancho (µm)	De 1,5 a 1,8.
	Largo (µm)	De 5 a 6.
Acinetes	Forma y características	Cilíndricos ovales, se desarrollan cerca del final del tricoma, juntos o apenas separados del heterocito.
	Ancho (µm)	De 2 a 5.
	Largo (µm)	De 5 a 18.
Registro		Río Uruguay, Río Negro, tajamar en Colonia y en Canelones.



Filamento de *Raphidiopsis raciborskii*, 1000 x.



Filamento de *Raphidiopsis raciborskii*, 1000 x.



Filamento de *Raphidiopsis raciborskii*, 1000 x.



Filamento de *Raphidiopsis raciborskii*, 1000 x.



ORDEN
Nodosilineales

FAMILIA
Cymatolegaceae

GÉNERO
Romeria
Zapomelová et al., 2010

- Células cilíndricas alargadas o en forma de barril, siempre más largas que anchas. Sin aerotopos. Células apicales redondeadas en el ápice.
- Pueden variar de 1,3 a 12 µm de largo y 0,6 a 3 µm de ancho, dependiendo de la especie.
- Tricomas solitarios o en pequeños grupos mucilaginosos, de una célula a 8 (de 18 a 32), raramente de más. Con constricciones. Raramente rectos, generalmente son curvados, en semicírculo o irregulares, con una hélice o 2 (o hasta 8).

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Nodosilineales

FAMILIA
Cymatolegaceae

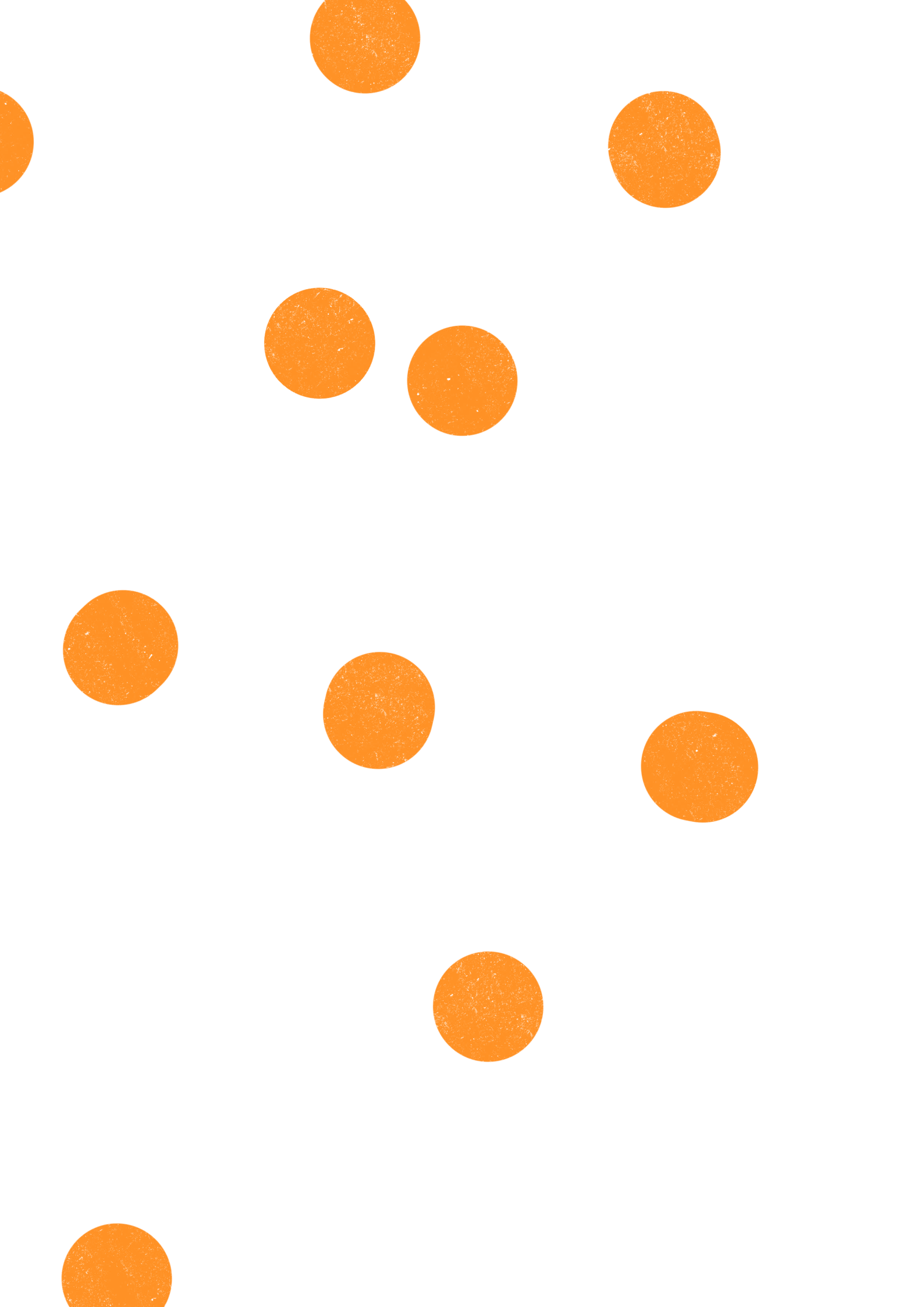
GÉNERO
Romeria
Zapomelová et al., 2010

ESPECIE
Romeria gracilis
(Koczwara) Koczwara, 1932

ESPECIE		***ROMERIA GRACILIS***
Tricomas		Solitarios, de curvados irregulares hasta hélices, formados por 2 a 18 células. Con constricciones entre las células. Sin vaina, pueden tener envoltura mucilaginosa fina.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas cortas, de una a 5 veces más largas que anchas. De color verde azuladas. Células apicales redondeadas.
	Ancho (µm)	De 1 a 1,5.
	Largo (µm)	De 1,3 a 6.
Registro		Río Uruguay.



Filamento de *Romeria gracilis*, 400 x.



ORDEN
Chroococcales

FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Sphaerocavum
Azevedo y Sant'Anna, 2003

- Células esféricas o alargadas antes de la división, con aerotopos.
- Pueden variar de 2 a 4 µm de diámetro, dependiendo de la especie.
- Las colonias jóvenes son esferas huecas, luego pueden ser apenas elípticas, cilíndricas o irregulares, con agujeros en la superficie, apenas achatadas y clatradas.
- Las células se disponen de manera irregular, más o menos densas, en una capa de una o 2 células de espesor.
- Mucílago fino, incoloro, inconspicuo, sin envoltura celular individual.

REFERENCIA
(Azevedo y Sant'Anna, 2003)

Este género se puede confundir con *Pannus*, del cual deriva. Se diferencia por la presencia de aerotopos (*vs.* células sin aerotopos), por sus células sin envoltura mucilaginosa individual (*vs.* con envoltura mucilaginosa individual) y por la disposición de las células en capas de una o 2 células de espesor (*vs.* disposición densa de hasta 3 capas de células).
También se podría confundir con *Coelosphaerium*, pero se diferencia fácilmente por la disposición cercana de sus células (*vs.* células más distantes), por la falta de envoltura mucilaginosa individual (*vs.* con envoltura mucilaginosa individual) y la forma elíptica, cilíndrica o irregular de la colonia (*vs.* colonias esféricas en todo el ciclo de vida).

ORDEN
Chroococcales

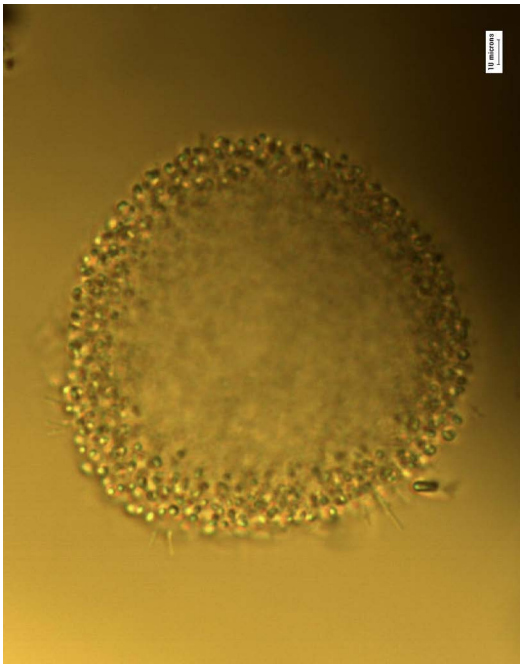
FAMILIA
Microcystaceae

GÉNERO
Sphaerocavum
Azevedo y Sant'Anna, 2003

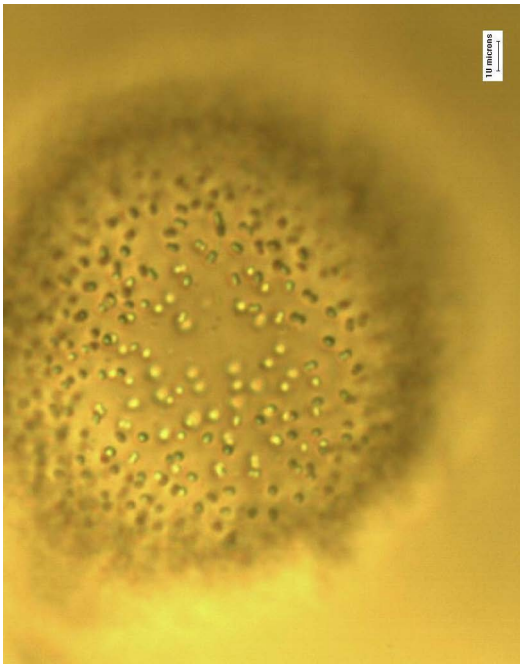
ESPECIE
Sphaerocavum brasiliense
Azevedo y Sant'Anna, 2003

SINÓNIMO
Microcystis brasiliensis (Azevedo y Sant'Anna) Rigonato et al., 2017

ESPECIE		***SPHAEROCAVUM BRASILIENSE***
Colonias		Colonias jóvenes son esferas huecas, con grupos de células formando filas. Luego pueden ser apenas elípticas, cilíndricas o irregulares, con agujeros en la superficie, apenas achatadas y clatradas o con protuberancias. En las fases más tardías son irregulares. Las células se disponen en una capa de una o 2 células de espesor, poco densamente distribuidas, en forma irregular, en hileras o a veces formando un arreglo tipo red.
Mucílago		Fino, difluente a acuoso, incoloro, inconspicuo, sin envoltura celular individual.
Células vegetativas	Forma y características	Esféricas o alargadas antes de la división, con aerotopos, de color amarronado o verdoso.
	Diámetro (µm)	De 2,4 a 3,6.
Registro		Río Uruguay, Río Negro.



Colonia de *Sphaerocavum brasiliense*, 200 x.



Colonia de *Sphaerocavum brasiliense*, 200 x.



Colonia de *Sphaerocavum brasiliense*, 200 x.



ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

GÉNERO
Sphaerospermopsis
Zapomelová et al., 2010

- Células esféricas, cilíndricas o en forma de barril, de tamaño variable en el tricoma. Obligatoriamente con aerotopos. Células terminales no diferenciadas.
- Pueden variar de 4 a 9 µm de diámetro.
- Heterocitos solamente intercalares, solitarios, más o menos esféricos.
- Acinetes siempre esféricos o apenas ovales, desarrollándose a ambos lados de los heterocitos. Pueden variar de 9 a 18 µm de diámetro.
- Tricomas solitarios, en espiral o rectos, de longitud variable, más o menos constrictos, con o sin mucílago. Células terminales afinadas, más o menos cónicas.

REFERENCIA
(Komárek, 2013)

Puede ser confundido con *Dolichospermum* por el tamaño y forma de las células. Se diferencia por la presencia de acinetes esféricos adyacentes a los heterocitos (*vs.* cilíndricos, ovales, ovoides o esféricos, distantes de los heterocitos) y longitud de células variable en el tricoma (*vs.* células de longitud similar).

ORDEN
Nostocales

FAMILIA
Aphanizomenonaceae

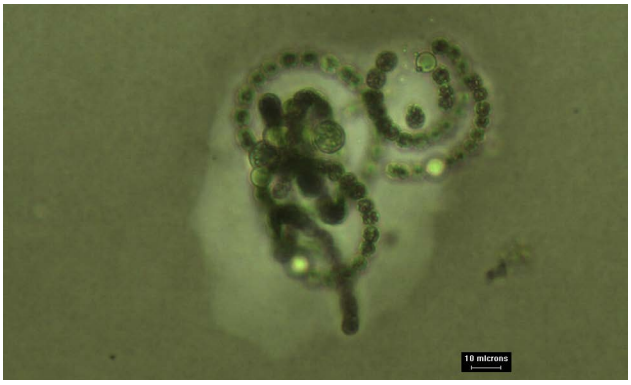
GÉNERO
Sphaerospermopsis
Zapomelová et al., 2010

ESPECIE
Sphaerospermopsis torquesreginae
(Komárek) Werner, Laughinghouse IV, Fiore y Sant'Anna, 2012

ESPECIE		***SPHAEROSPERMOPSIS TORQUESREGINAE***
Tricomas		Solitarios, enrollados irregularmente, a veces formando espirales circulares, usualmente con envoltura gelatinosa.
Células vegetativas	Forma y características	Más o menos esféricas, isodiamétricas o apenas más anchas que largas, con aerotopos y células terminales redondeadas.
	Diámetro (µm)	De 5,5 a 6,5.
Heterocitos	Forma y características	Intercalares, solitarios, más o menos esféricos.
	Diámetro (µm)	De 7,5 a 8,8.
Acinetes	Forma y características	Intercalares, bastante esféricos. Se desarrollan en uno o a ambos lados de los heterocitos, solitarios o menos frecuentemente en pares.
	Diámetro (µm)	De 9,5 a 14,5.
Registro		Lago en Parque Miramar.



Filamento de *Sphaerospermopsis torquesreginae*, 200 x.



Filamento de *Sphaerospermopsis torquesreginae* con titna china, 200 x.



Filamento de *Sphaerospermopsis torquesreginae*, 200 x.



ORDEN
Spirulinales

FAMILIA
Spirulinaceae

GÉNERO
Spirulina
Turpin ex Gomont, 1892

- Células más o menos isodiamétricas o más largas que anchas. Con contenido homogéneo y sin aerotopos. Células apicales redondeadas, hemisféricas, sin espesamiento en las paredes o caliptra.
- Tricomas solitarios, cilíndricos, color verde pálido o amarillo verdoso. Regularmente enrollados en espirales más o menos apretados o helicoidales. Sin constricciones o con constricciones muy leves. Usualmente no atenuados en los extremos.
- Pueden variar de 0,3 a 7,5 µm de ancho.

REFERENCIA
(Komárek y Anagnostidis, 2008)

ORDEN
Spirulinales

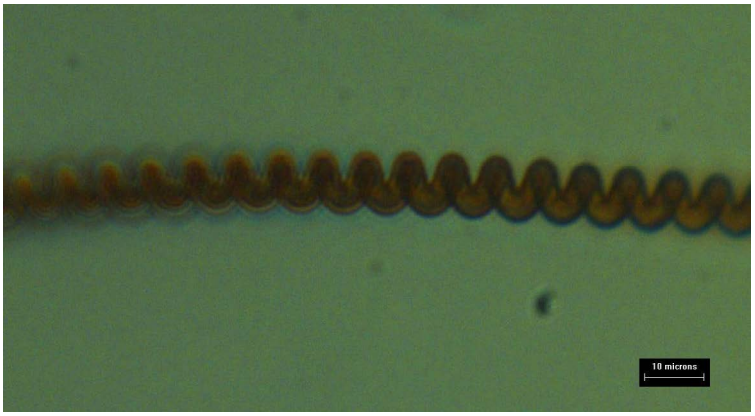
FAMILIA
Spirulinaceae

GÉNERO
Spirulina
Turpin ex Gomont, 1892

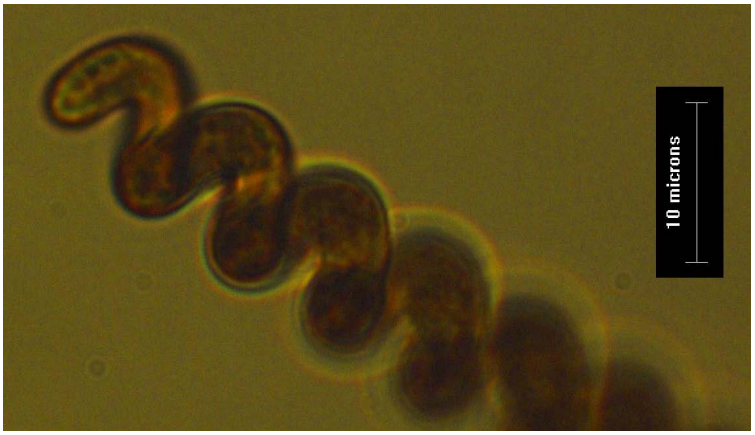
ESPECIE
Spirulina major
Kützing ex Gomont, 1892

SINÓNIMO
Arthrospira major (Kützing ex Gomont) Crow, 1927

ESPECIE		***SPIRULINA MAJOR***
Tricomas		Solitarios, enrollados. La distancia entre espirales varía entre 2,7 y 5 µm. Sin constricciones o levemente constrictos.
Células vegetativas	Forma y características	Cilíndricas, sin aerotopos, de color verde pálido o azul verdoso. Células apicales redondeadas.
	Ancho (µm)	De 2,5 a 4,5.
	Largo (µm)	De 2,5 a 4,6.
Registro		Río Negro, tajamar en Colonia, río Uruguay.



Filamento de *Spirulina major*, 400 x.



Filamento de *Spirulina major*, 1000 x.



Filamento de *Spirulina major*, 1000 x.



Referencias

Aguilera, A.; Haakonsson, S.; Martin, M.; Salerno, G. y Echenique, R., 2018. Bloom-forming cyanobacteria and cyanotoxins in Argentina: A growing health and environmental concern. En: *Limnologica*, 69, pp. 103-114. DOI: https://doi.org/10.1016/j.limno.2017.10.006

Almanza, V.; Parra, O.; Bicudo, C.; Sant´Anna, C.; Figueroa, R.; Urritia, R.; Lara, F.; Beltrán, J.; Baeza C. y González, P. 2016. *Guía para el estudio de Cianobacterias en el sistema lacustre del Gran Concepción: Aspectos ecológicos, toxicológicos, de control vigilancia y taxonómicos*. Concepción: Centro de Ciencias Ambientales, EULA-Chile, Universidad de Concepción.

Anagnostidis, K. y Komárek, J., 1985. Modern Approach to the classification system of cyanophytes. 1 - Introduction. En: *Algological Studies* (suplemento de *Archiv Für Hydrobiologie*), 38-39, pp. 291-302.

Anagnostidis, K. y Komárek, J., 1990. Modern approach to the classification system of Cyanophytes. 5 - Stigonematales. En: *Algological Studies* (suplemento de *Archiv Für Hydrobiologie*), 59, pp. 1-73.

Anderson, D. M.; Glibert, P. M. y Burkholder, J. M., 2002. Harmful algal blooms and eutrophication: nutrient sources, composition, and consequences. En: *Estuaries*, 25(4), pp. 704-726. DOI: https://doi.org/10.1007/BF02804901

Andrinolo, D.; Pereira, P.; Giannuzzi, L.; Aura, C.; Massera, S.; Caneo, M.; Caixach, J.; Barco, M. y Echenique, R., 2007. Occurrence of *Microcystis aeruginosa* and microcystins in Río de la Plata river (Argentina). En: *Acta Toxicológica Argentina*, 15, pp. 13-18.

Asociación Española de Normalización y Certificación, 2016. UNE-EN 16695. *Calidad del agua. Guía para la estimación del biovolumen de fitoplancton*. Madrid: AENOR.

Azevedo, M. y Sant'Anna, C., 1999. *Coelosphaerium evidenter-marginatum*, a new planktonic species of Cyanophyceae/Cyanobacteria from São Paulo State, Southeastern Brazil. En: *Algological Studies* (suplemento de *Archiv Für Hydrobiologie*), 94, pp. 35-43. DOI: https://doi.org/10.1127/algol_stud/94/1999/35

Azevedo, M. y Sant'Anna, C., 2003. *Sphaerocavum*, a new genus of planktic Cyanobacteria from continental water bodies in Brazil. En: *Algological Studies* (suplemento de *Archiv Für Hydrobiologie*), 109(1), pp. 79-92. DOI: https://doi.org/10.1127/1864-1318/2003/0109-0079

Ballot, A.; Sandvik, M.; Rundberget, T.; Botha, C. y Miles, C., 2014. Diversity of cyanobacteria and cyanotoxins in Hartbeespoort Dam, South

Africa. En: *Marine and Freshwater Research*, 65(2), pp. 175-189. DOI: https://doi.org/10.1071/MF13153

Bonilla, S., 1997. Composición y abundancia fitoplanctónica de tres embalses en cadena sobre el Río Negro, Uruguay. En: *Iheringia. Série Botânica*, 49, pp. 47-61. DOI: https://doi.org/10.23818/limn.22.07

Bonilla, S.; Aubriot, L.; Haakonsson, S.; Illarze, M.; Díaz, I. y Brena, B., 2021. Las floraciones de cianobacterias tóxicas comprometen el uso del agua del Río Negro, Uruguay. En: *INNOTEC*, 22, e577. DOI: https://doi.org/10.26461/22.08

Bonilla, S.; Haakonsson, S.; Somma, A.; Gravier, A.; Britos, A.; Vidal, L.; De León, L.; Brena, B.; Pírez, M.; Piccini, C.; Martínez de la Escalera, G.; Chalar, G.; González-Piana, M.; Martigani, F. y Aubriot, L., 2015. Cianobacterias y cianotoxinas en ecosistemas límnicos de Uruguay. En: *INNOTEC*, 10, pp. 9-22. DOI: https://doi.org/10.26461/10.01

Bonilla, S. y O'Farrell, I., 2023. La importancia de usar el biovolumen en estudios de fitoplancton y monitoreo ambiental de cianobacterias. En: *Ecología Austral*, 33(2), pp. 558-566. DOI: https://doi.org/10.25260/EA.23.33.2.0.2148

Bonilla, S.; Zabaleta, B.; Vaz, P.; González Etchebehere, L.; Haakonsson, S.; Risso, J.; D'Alessandro, B.; Sienra, D.; Urban, A.; Hernández, T.; Trasante, T.; Belén Islas, M. y Aubriot, L., 2026. Exceptionally large clumps of *Microcystis wesenbergii* on Río de la Plata beaches driven by changes in wind direction. En: *Limnologica*, 118, 126329. DOI: https://doi.org/10.1016/j.limno.2026.126329

Brena, B.; Díaz, L.; Sienra, D.; Ferrari, G.; Ferraz, N.; Hellman, U.; Gonzalez-Sapienza, G. y Last, J., 2006. ITREOH building of regional capacity to monitor recreational water: development of a non-commercial microcystin ELISA and its impact on public health policy. En: *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 12(4), pp. 377-385. DOI: https://doi.org/10.1179/oeh.2006.12.4.377

Britos, A.; Gravier, A. y Vidal, L., 2009. Métodos de análisis de cianotoxinas en los servicios de agua potable de OSE. En: *Resúmenes del 1º Encuentro Uruguayo. Cianobacterias: del conocimiento a la gestión*. Montevideo: Facultad de Ciencias.

Bueno, C.; Muñoz, N.; Bombi-Haedo, K.; Marín, L.; Cabral, A. y Ferrari, G. 2026. Beyond phosphorus: five years of evidence for nitrate-limited cyanobacterial blooms in a large subtropical river. En: *Hydrobiologia* 853(9), pp. 1-19. DOI: https://doi.org/10.1007/s10750-025-06093-9

CARU, 2019. *Digesto sobre el uso y aprovechamiento del Río Uruguay*. [En línea]. Paysandú y Colón: CARU. [Consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en: http://www.caru.org.uy/web/

pdfs_publicaciones/DIGESTO/DIGESTO%20SOBRE%20EL%20USO%20Y%20APROVECHAMIENTO%20DEL%20RIO%20URUGUAY%20APROBADO%20POR%20RESOLUCION%20CARU%20NRO%2028-19%20DE%205-12-2019.pdf

CARU, 2024. *Programa de vigilancia de playas*. Comisión Administradora del Río Uruguay y en Acuerdo con la Comisión Técnica Mixta de Salto Grande. [En línea]. Paysandú, Colón: CARU. [Consulta: 20 de octubre de 2025]. Disponible en: https://caru.org.uy/nuevositio/vigilancia-de-playas/

Carvalho, M. d. C.; Agujaro, L. F.; Pires, D. A. y Picoli, C., 2013. *Manual de cianobactérias planctônicas: legislação, orientações para o monitoramento e aspectos ambientais*. [En línea]. San Pablo: CETESB (Série Manuais). ISSN 0103-2623. [Consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en: https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2015/01/manual-cianobacterias-2013.pdf

Chorus, I., ed., 2012. *Current approaches to cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries*. [En línea]. Dessau: Umweltbundesamt (Texte, 63/2012). ISSN: 1862-4804. [Consulta: 16 de mayo de 2020]. Disponible en: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/publikationen/4390.pdf

Chorus, I. y Bartram, J., eds., 1999. *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*. Londres: CRC Press. 400p. DOI: https://doi.org/10.1201/9781482295061

Chorus, I. y Welker, M., 2021. *Toxic cyanobacteria in water.* 2.a ed. Boca Ratón: CRC Press. DOI: https://doi.org/10.1201/9781003081449

Cronberg, G. y Annadotter, H., 2006. *Manual on aquatic cyanobacteria: a photo guide and a synopsis of their toxicology*. Copenhague: ISSHA.

Cybis, L.; Bendati, M.; Maizonave, C.; Werner, V. y Domingues, C., 2006. *Manual para estudo de cianobactérias planctônicas em mananciais de abastecimento público: caso da represa Lomba do Sabão e Lago Guaíba, Porto Alegre, Rio Grande do Sul*. Rio de Janeiro: ABES. ISBN: 85-7022-153-3.

De León, L. y Yunes, J., 2001. First report of a microcystin-containing bloom of the cyanobacterium *Microcystis aeruginosa* in the La Plata River, South America. En: *Environmental Toxicology: An International Journal*, 16(1), pp. 110-112. DOI: https://doi.org/10.1002/1522-7278(2001)16:1%3C110::AID-TOX1012%3E3.0.CO;2-Z

Dias, E.; Rosado, T. y Menezes, C., 2021. Novos valores-guia da Organização Mundial de Saúde para cianotoxinas em águas para consumo humano e balneares. [En línea]. En: *Boletim*

Epidemiológico Observações, 10(30), pp. 5-14. [Consulta: 3 de octubre de 2025]. Disponible en: https://oasisbr.ibict.br/vufind/Record/RCAP_fc94fa06723d8c2d76d43414355859dd

Dörr, F.; Pinto, E.; Soares, R. y Azevedo, S., 2010. Microcystins in South American aquatic ecosystems: Occurrence, toxicity and toxicological assays. En: *Toxicon*, 56, pp. 1247-1256. DOI: https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2010.03.018

Edler, L., 1979. Recomendations for marine biological studies in the Baltic Sea: Phytoplankton and chlorophyll. En: *The Baltic Marine Biologists*, 5, pp. 1-38.

España. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino, 2011. *Catálogo de cianobacterias planctónicas potencialmente tóxicas de las aguas continentales españolas*. [En línea]. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. [Consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.sergas.es/Saude-publica/Documents/1477/CAT%C3%81LOGO%20CIRES%20QUESADA.pdf

Felisberto, S. y Souza, D., 2014. Characteristics and diversity of cyanobacteria in periphyton from lentic tropical ecosystem, Brazil. En: *Advances in Microbiology*, 4(15), pp. 1076-1087. DOI: https://doi.org/10.4236/aim.2014.415118

Feola, G.; Brena, B.; Risso, J.; Sienra, D.; Echezarreta, M.; Saona, G. y Rodríguez, A., 2011. *Programa de monitoreo de agua de playas y costa de Montevideo. Informe 2010-2011*. [En línea]. Montevideo: Departamento de Desarrollo Ambiental. Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental, IM. [Consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en: https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/documentos/informe_monitoreo_agua_playas_costas_2010-2011.pdf

Ferrari, G., 2020. Water flow and temperature as main factors that regulate phytoplankton and cyanobacterial blooms in a large subtropical river. En: *INNOTEC*, 20, pp. 30-66. DOI: https://doi.org/10.12461/20.07

Ferrari, G. y Méndez, S., 2000. Reports of phytoplankton species producers of coastal water discolorations in Uruguay. En: *Iheringia. Série Botânica*, 54, pp. 3-18.

Ferrari, G.; Pérez, M.; Dabezies, M.; Míguez, D. y Saizar, C., 2011. Planktic Cyanobacteria in the Lower Uruguay River, South America. En: *Fottea*, 11(1), pp. 225-234. DOI: https://doi.org/10.5507/fot.2011.021

Ferrari, G. y Vidal, L., 2006. Fitoplancton de la zona costera uruguaya: Río de la Plata y Océano Atlántico. En: Menafra, R.; Rodríguez-Galllego, L.; Scarabino, F. y Conde, D., eds. *Bases para la conservación y el manejo de la costa uruguaya*. Montevideo: Vida Silvestre, pp. 45-56.

Fonseca, B. M.; Ferragut, C.; Tucci, A.; Crossetti, L.; Ferrari, F.; Bicudo, D. d. C. y Bicudo, C. E., 2014. Biovolume de cianobactérias e algas de reservatórios tropicais do Brasil com diferentes estados tróficos. En: *Hoehnea*, 41, pp. 9-30. DOI: https://doi.org/10.1590/S2236-89062014000100002

Glibert, P., 2020. Harmful algae at the complex nexus of eutrophication and climate change. En: *Harmful Algae*, 91, 101583. DOI: https://doi.org/10.1016/j.hal.2019.03.001

Glibert, P.; Maranger, R.; Sobota, D. J. y Bouwman, L., 2014. The Haber Bosch-harmful algal bloom (HB-HAB) link. En: *Environmental Research Letters*, 9(10). DOI: https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/10/105001

González-Piana, M.; Fabián, D.; Piccardo, A. y Chalar, G., 2017. Dynamics of total Microcystin LR concentration in three subtropical hydroelectric generation reservoirs in Uruguay, South America. En: *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 99(4), pp. 488-492. DOI: https://doi.org/10.1007/s00128-017-2158-7

Goyenola, G.; Kruk, C.; Mazzeo, N.; Nario, A.; Perdomo, C.; Piccini, C. y Meerhoff, M., 2021. Producción, nutrientes, eutrofización y cianobacterias en Uruguay armando el rompecabezas. En: *INNOTEC*, 22. DOI: https://doi.org/10.26461/22.02

Gugger, M. y Hoffmann, L., 2004. Polyphyly of true branching cyanobacteria (Stigonematales). En: *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54(2), pp. 349-357. DOI: https://doi.org/10.1099/ijs.0.02744-0

Guiry, M. D. y Guiry, G. M., 2025. *AlgaeBase*. [En línea]. Galway: University of Galway. [Consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.algaebase.org

Haakonsson, S.; Montesino, Y.; Renom, M. y Aubriot, L., 2025. Extreme temperatures increase the frequency of cyanobacterial blooms in subtropical reservoirs. En: *Sci. Total Environ.*, 1009, 181086 DOI: https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2025.181086

Hallegraeff, G.; Enevoldsen, H. y Zingone, A., 2021. Global harmful algal bloom status reporting. En: *Harmful Algae*, (102), 101992. DOI: https://doi.org/10.1016/j.hal.2021.101992

Harke, M.; Steffen, M.; Gobler, C.; Otten, T.; Wilhelm, S.; Woodf, S. y Paerl, H., 2016. A review of the global ecology, genomics, and biogeography of the toxic cyanobacterium, *Microcystis* spp. En: *Harmful Algae*, 54, pp. 4-20. DOI: https://doi.org/10.1016/j.hal.2015.12.007

Hasler, P.; Dvorák, P. y Poulícková, A., 2014a. A new genus of filamentous epipelic cyanobacteria, *Johansenia*. En: *Preslia*, 86(1), pp. 81-94.

Hasler P.; Dvorák P. y Poulícková, A., 2014b. *Johanseninema*, a corrected name for a recently described genus of filamentous epipelic cyanobacteria. En: *Preslia*, 86, pp. 293-294.

Hawkins, P. R.; Holliday, J.; Kathuria, A. y Bowling, L., 2005. Change in cyanobacterial biovolume due to preservation by Lugol's Iodine. En: *Harmful Algae*, 4(6), pp. 1033-1043. DOI: https://doi.org/10.1016/j.hal.2005.03.001

Health Canada, 2022. *Guidelines for Canadian recreational water quality. Cyanobacteria and their toxins. Guideline Technical Document*. Ottawa: Health Canada. ISBN: 978-0-660-41541-3.

Hillebrand, H.; Dürselen, C. D.; Kirschtel, D.; Pollingher, U. y Zohary, T., 1999. Biovolumen calculation for pelagic and benthic microalgae. En: *Journal of Phycology*, 35, pp. 403-424. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.1999.3520403.x

Hindák, F., 2008. *Colour atlas of cyanophytes*. Bratislava: Grant Agency of the Academic of Ciencies VEGA.

Htay, T., 2019. Indicator organisms of algae and related water quality in hot springs, Hanlin village, Wetlet Township, Sagaing Region. En: *2nd Myanmar Korea Conference Research Journal*, 1, pp. 414-422.

Instituto Uruguayo de Normas Técnicas, 2008. UNIT 833. *Agua potable - requisitos*. Montevideo: UNIT.

Joniver, C. F.; Photiades, A.; Moore, P. J.; Winters, A. L.; Woolmer, A. y Adams, J. M., 2021. The global problem of nuisance macroalgal blooms and pathways to its use in the circular economy. En: *Algal Research*, 58, 102407. DOI: https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102407

Knoll, A., 2008. Cyanobacteria and earth history. En: Herrero, A. y Flores, E., eds. *The cyanobacteria, molecular biology, genetics and evolution*. Norfolk: Caister Academic Press, pp. 1-20.

Komárek, J., 2003. Problem of the taxonomic category "species" in cyanobacteria. En: *Archiv Für Hydrobiologie*, 148, pp. 281-297. DOI: https://doi.org/10.1127/1864-1318/2003/0109-0281

Komárek, J., 2006. Cyanobacterial taxonomy: current problems and prospects for the integration of traditional and molecular approaches. En: *Algae*, 21(4), pp. 349-375. DOI: https://doi.org/10.4490/ALGAE.2006.21.4.349

Komárek, J., 2010. Recent changes (2008) in cyanobacteria taxonomy based on a combination of molecular background with phenotype and ecological consequences (genus and species concept). En: *Hydrobiologia*, 639(1), pp. 245-259. DOI: https://doi.org/10.1007/s10750-009-0031-3

Komárek, J., 2013. *Cyanoprokaryota. 3. Teil / Part 3: Heterocytous Genera*. Berlín: Springer Spektrum (Süßwasserflora von Mitteleuropa, 19/3). ISBN: 978-3-8274-0932-4.

Komárek, J. y Anagnostidis, K., 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4 - Nostocales. En: *Algological Studies*, 56, pp. 247-345.

Komárek, J. y Anagnostidis, K., 1999. *Übersicht der planktischen Blaualgen (Cyanobakterien) im Elbe Flussgebiet*. [En línea]. Magdeburgo: IKSE/MKOL, p. 88. [Consulta: 8 de marzo de 2026]. Disponible en: https://www.ikse-mkol.org/fileadmin/media/user_upload/D/06_Publikationen/06_Messprogramme/1999_IKSE-Uebersicht_Blaualgen.pdf

Komárek, J. y Anagnostidis, K., 2005. *Cyanoprokaryota. 2. Teil / Part 2: Oscillatoriales*. En: Büdel, B.; Krienitz, L.; Gärtner, G. y Schagerl, M., ed. *Süsswasserflora von Mitteleuropa* 19/2. Berlín: Elsevier/Spektrum.

Komárek, J. y Anagnostidis, K., 2007. *Cyanoprokaryota. 2. Teil / Part 2: Oscillatoriales*. Berlín: Springer Spektrum (Süßwasserflora von Mitteleuropa, 19/2). ISBN: 978-3-8274-1914-9.

Komárek, J. y Anagnostidis, K., 2008. *Cyanoprokaryota. 1. Teil / Part 1: Chroococcales*. Berlín: Springer Spektrum (Süßwasserflora von Mitteleuropa, 19/1). ISBN: 978-3-7482-2111-1.

Komárek, J.; Kaštovský, J. y Jezberová, J., 2011. Phylogenetic and taxonomic delimitation of the cyanobacterial genus Aphanothece and description of Anathece gen. nov. En: *European Journal of Phycology*, 46(3), pp. 315-326. DOI: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09670262.2011.606373

Komárek, J.; Kaštovský, J.; Mareš, J. y Johansen, J., 2014. Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. En: *Preslia*, 86(4), pp. 295-335.

Komárek, J.; Zapomelová, E.; Smarda, J.; Kopecký, J.; Rejmanková, E.; Woodhaouse, J.; Neilan, B. y Komárková, J., 2013. Polyphasic evaluation of Limnoraphis robusta a water-bloom forming cyanobacterium from Lake Atitlán, Guatemala, with a description of Limnoraphis gen. nov. En: *Fottea*, 13(1), pp. 39-52. DOI: https://doi.org/10.5507/fot.2013.004

Konoplya, B. I. y Soares, F. S., 2011. New geometric models for calculation of microalgal biovolume. En: *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54, pp. 527-534. DOI: https://doi.org/10.1590/S1516-89132011000300014

Kouassi, B.; Adon, M.; Komoé, K. y Ouattara, A., 2015. Cyanobacteria from a shallow Reservoir in Côte d'Ivoire. En: *Journal of Biological*

and Environmental Sciences, 7(5), pp. 136-149.

Kozlíková-Zapomělová, E.; Ferrari, G. y Pérez, M. d. C., 2016. *Dolichospermum uruguayense* sp. nov., a planktic nostocacean cyanobacterium from the Lower Uruguay River, South America. En: *Fottea*, 16(2), pp. 189-200. DOI: https://doi.org/10.5507/fot.2016.009

Kruk, C. C.; Martínez, A.; Martínez de la Escalera, G.; Trinchin, R.; Manta, G.; Segura, Á. M.; Piccini, C.; Brena, B.; Fabiano, G.; Pírez, M.; Gabito, L.; Alcántara, I. y Yannicelli, B., 2019. Floración excepcional de cianobacterias tóxicas en la costa de Uruguay, verano 2019. En: *INNOTEC*, 18, pp. 36-68. DOI: https://doi.org/10.26461/18.06

Kruk, C. C.; Martínez, A.; Martínez de la Escalera, G.; Trinchin, R.; Manta, G.; Segura, Á. M.; Piccini, C.; Brena, B.; Yannicelli, B.; Fabiano, G. y Calliari, D., 2021. Rapid freshwater discharge on the coastal ocean as a mean of long distance spreading of an unprecedented toxic cyanobacteria bloom. En: *Science of The Total Environment*, 754, 142362, DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142362

Kruk, C. C.; Perera, L. G.; Segura, Á. M.; Crisci, C.; Piccini, C.; Delbene, L. y González, S. X., 2023. *Informe final del proyecto: Modelización de los efectos del cambio y la variabilidad climática en la intensificación de las floraciones de cianobacterias tóxicas en el río Uruguay y Río de la Plata*. Montevideo: Udelar.

Kruk, C. C.; Piccini, C.; Segura, Á. M.; Nogueira, L.; Carballo, C.; Martínez de la Escalera, G.; Calliari, D.; Ferrari, G.; Simoens, M.; Keel, K.; Cea, J.; Alcántara, I.; Vico, P. y Míguez, D., 2015. Herramientas para el monitoreo y sistema de alerta de floraciones de cianobacterias nocivas: Río Uruguay y Río de la Plata. En: *INNOTEC*, 10, pp. 23-39. DOI: https://doi.org/10.26461/10.02

Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 2009. *Informe análisis y ensayo 22099. Resultados sobre la floración en el río Uruguay*. Informe inédito. LATU.

Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 2020. *Informe análisis y ensayo 1833445. Resultados del Tajamar*. Informe inédito. LATU.

Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 2023. *Informe de la Biota acuática-Fitoplancton en el Río Negro. Resultados octubre 2020 - abril 2023. Monitoreo de línea de base en la zona receptora de efluentes de la futura planta de celulosa de UPM en Paso de los Toros*. Informe inédito. LATU.

Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 2024. *Informe anual de las comunidades biológicas. Monitoreo realizado en la zona receptora de efluentes de la planta de celulosa de UPM en Paso de los Toros. Resultados acumulativos hasta marzo 2024. Informe Estudio de las comunidades de Fitoplancton, Zooplancton, Macrozoobentos y Perifiton*

en la zona media del río Negro. Informe inédito. LATU.

Laboratorio Tecnológico del Uruguay, 2025. *Resultados acumulativos hasta el trimestre enero - marzo 2025. Informe biológico anual. Estudio de las comunidades de Fitoplancton, Zooplancton, Macrozoobentos y Perifiton en la zona media del Río Negro*. Informe inédito. LATU.

Mendoza-Carbajal, L., 2016. El género *Sphaerocavum* y dominancia de *S. brasiliense* y *Microcystis wesenbergii* (Microcystaceae, Cyanophyceae) en la floración algal de la laguna Huacachina, Perú. En: *Revista Peruana de Biología*, 23(1), pp. 53-60. DOI: https://doi.org/10.15381/rpb.v23i1.11835

Nowicka-Krawczyk, P.; Mühlsteinová, R. y Hauer, T., 2019. Detailed characterization of the *Arthrospira* type species separating commercially grown taxa into the new genus *Limnospira* (Cyanobacteria). En: *Scientific Reports*, 9(1), pp. 1-11. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-018-36831-0

Nueva Zelanda. Ministry for the Environment and Ministry of Health, 2009. *New Zealand guidelines for cyanobacteria in recreational fresh waters - Interim guidelines*. [En línea]. Wellington: Ministry for the Environment. [Consulta: 8 de marzo de 2026]. Disponible en: https://environment.govt.nz/assets/Publications/Files/nz-guidelines-cyanobacteria-recreational-fresh-waters.pdf

Nürnberg, G. K., 2025. *Lake functioning: internal phosphorus loading, cyanobacteria, and climate change*. Boca Ratón: CRC Press. DOI: https://doi.org/10.1201/9781003301592

O'Farrell, I.; Bordet, F. y Chaparro, G., 2012. Bloom forming cyanobacterial complexes co-occurring in a subtropical large reservoir: validation of dominant ecostrategies. En: *Hydrobiologia*, 698, pp. 175-190. DOI: https://doi.org/10.1007/s10750-012-1102-4

Organización Mundial de la Salud, 2008. Guidelines for drinking-water quality. Volume 1 - Recommendations incorporating the first and second addenda [En línea]. 3a ed. Ginebra: OMS. [Consulta: 08 de marzo de 2026]. Disponible en: https://www.who.int/publications/i/item/9789241547611

Organización Mundial de la Salud, 2018. *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda*. [En línea]. Ginebra: OMS. ISBN: 978-92-4-354995-8. [Consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.who.int/es/publications/i/item/9789241549950

Organización Mundial de la Salud, 2021. *Guidelines on recreational water quality. Volume 1: coastal and fresh waters*. Ginebra: OMS. ISBN: 978-92-4-003130-2.

OSE, 2006. *Norma interna de calidad de agua potable*. [En línea]. Montevideo: OSE. [Consulta: 21 de mayo de 2020]. Disponible en: http://www.ose.com.uy/descargas/reclutamiento/norma_interna_de_calidad_agua_potable_de_OSE.pdf

Paerl, H. W. y Huisman, J., 2008. Blooms like it hot. En: *Science*, 320, pp. 57-58. DOI: http://dx.doi.org/10.1126/science.1155398

Paerl, H. W. y Huisman, J., 2009. Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacterial blooms. En: *Environmental Microbiology Reports*, 1(1), pp. 27-37. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1758-2229.2008.00004.x

Pérez, M., 2002. Fitoplancton del Río Negro, Uruguay. En: *Limnetica*, 21(1-2), pp. 81-92.

Pérez, M.; Bonilla, S. y Martínez, G., 1999b. Phytoplankton community of a polymictic reservoir, La Plata River Basin, Uruguay. En: *Revista Brasileira de Biologia*, 59(4), pp. 535-541. DOI: https://doi.org/10.1590/S0034-71081999000400002

Pérez, M., Bonilla, S.; De León, L.; Šmarda, J. y Komárek, J., 1999a. A bloom of *Nodularia baltica-spumigena* group (Cyanobacteria) in a shallow coastal lagoon of Uruguay, South America. *Algological Studies* (suplemento de *Archiv Für Hydrobiologie*), (93), pp. 91-101. DOI: https://doi.org/10.1127/algol_stud/93/1999/91

Pérez, M. y Odebrecht, C., 2005. The phytoplankton structure of Merin Lagoon: a Subtropical World Biosphere Reserve System (Brasil-Uruguay). En: *Acta Botanica Croatica*, 64(2), pp. 247-261.

Piccini, C.; Aubriot, L.; Fabre, A.; Amaral, V.; González-Piana, M.; Giani, A.; Figueredo, C.; Vidal, L.; Kruk, C. C. y Bonilla, S., 2011. Genetic and eco-physiological differences of South American Cylindrospermopsis raciborskii isolates support the hypothesis of multiple ecotypes. En: *Harmful Algae*, 10(6), pp. 644-653. DOI: https://doi.org/10.1016/j.hal.2011.04.016

Pírez, M.; Gonzalez-Sapienza, G.; Sienra, D.; Ferrari, G.; Last, M.; Last, J. y Brena, B. M., 2013. Limited analytical capacity for cyanotoxins in developing countries may hide serious environmental health problems: simple and affordable methods may be the answer. En: *Journal of Environmental Management*, 114, pp. 63-71. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.052

Rakko, A., s. d. *Aphanocapsa planctónica*. En: Swedish Meteorological and Hydrological Institute, SMHI. *Nordic microalgae and aquatic protozoa*. [En línea]. Gotemburgo: SMHI. [Consulta: 17 de octubre de 2025]. Disponible en:

https://nordicmicroalgae.org/taxon/aphanocapsa-planctonica/

Reynolds, C. S., 2006. *The ecology of phytoplankton*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: https://doi.org/10.1017/CBO9780511542145

Reynolds, C. S. y Descy, J. P., 1996. The production, biomass and structure of phytoplankton in large rivers. En: *Large Rivers*, 10, pp.161-187.

Rippka, R.; Deruelles, J.; Waterbury, J. B.; Herdman, M. y Stanier, R. Y., 1979. Generic assignments, strain histories and properties of pure cultures of cyanobacteria. En: *Microbiological Reviews*, 111(1), pp. 1-61. DOI: https://doi.org/10.1099/00221287-111-1-1

Sant'Anna, C.; Azevedo, M.; Agujaro L. T.; Carvalho, M. d. C.; De Carvalho L. y De Souza, R. C. R., 2006. *Manual Ilustrado para la identificaçao e contagem de cianobactérias planctônicas de águas continentais brasileiras.* Rio de Janeiro: Interciência.

Sant'Anna, C.; Azevedo, M.; Senna, P.; Komárek, J. y Komárková, J., 2004. Planktic Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil: Chroococcales. En: *Brazilian Journal of Botany*, 27(2), pp. 213-227. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-84042004000200002

Sant'Anna, C.; Azevedo, M.; Werner, V.; Dogo, C.; Rios, F. y De Carvalho, L., 2008. Review of toxic species of Cyanobacteria in Brazil. En: *Algological studies*, 126(1), pp. 251-265. DOI: https://doi.org/10.1127/1864-1318/2008/0126-0251

Santos, K. R. d. S.; Hentschke, G. S.; Ferrari, G.; Andreote, A. P.; Fiore, M. d. F.; Vasconcelos, V. y Sant'Anna, C., 2023. Molecular, morphological and ecological studies of *Limnospira platensis* (Cyanobacteria), from saline and alkaline lakes, Pantanal Biome, Brazil. En: *Frontiers in Environmental Science,* 11, 1204787. DOI: https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1204787

Sathicq, M.; Bauer, D. y Gómez, N., 2015. Influence of El Niño Southern Oscillation phenomenon on coastal phytoplankton in a mixohaline ecosystem on the southeastern of South America: Río de la Plata estuary. En: *Marine Pollution Bulletin*, 98(1-2), pp. 26-33. DOI: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.07.017

Schirrmeister, B.; Antonelli, A. y Bagheri, H., 2011. The origin of multicellularity in cyanobacteria. En: *BMC Evolutionary Biology*, 11(45), pp. 1-21. DOI: https://doi.org/10.1186/1471-2148-11-45

Schopf, J., 1996. Are the oldest fossils cyanobacteria? En: *Symposia-Society for General Microbiology*, pp. 23-62.

Shejul, S. y Sawant, R., 2019. Some Filamentous Blue Green Algae from Sukhana Dam, Aurangabad, Maharashtra. En: *Journal of Biological and Chemical Chronicles*, 5(1), pp. 43-46.

DOI: https://doi.org/10.33980/jbcc.2019.v05i01.008

Shih, P.; Wu, D.; Latifi, A.; Axen, S.; Fewer, D.; Talla, E. y Kerfeld, C. A., 2013. Improving the coverage of the cyanobacterial phylum using diversity-driven genome sequencing. En: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(3), pp. 1053-1058. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.1217107110

Smayda, T. J., 1997. Harmful algal blooms: their ecophysiology and general relevance to phytoplankton blooms in the sea. En: *Limnology and Oceanography*, 42. DOI: https://doi.org/10.4319/lo.1997.42.5_part_2.1137

Strunecký, O.; Komárek, J. y Smarda, J., 2014. *Kamptonema* (Microcoleaceae, Cyanobacteria), a new genus derived from the polyphyletic *Phormidium* on the basis of combined molecular and cytomorphological markers. En: *Preslia*, 86(2), pp. 193-208.

Sun, J. y Liu, D., 2003. Geometric models for calculating cell biovolume and surface area for phytoplankton. En: *Journal of Plankton Research*, 25, pp. 1331-1346. DOI: https://doi.org/10.1093/plankt/fbg096

Torstensson, A.; Loo, A.; Sundqvist, L.; Skjevik, A.-T.; Karlberg, M.; Johansen, M.; Andreasson, A. y Karlson, B., 2024. *Nordic microalgae*. [En línea]. Gotemburgo: Nordic Microalgae. [Consulta: 17 de octubre de 2025]. Disponible en: https://nordicmicroalgae.org/

Tucci, A.; Sant'Anna, C.; Azevedo, M.; Malone, C.; Werner, V.; Rosini, E.; Gama, W.; Hentschke, G.; Osti, J.; Dias, A.; Jacinavicius, F. y Santos, K. R. d. S., 2019. *Atlas de cianobactérias e microalgas de águas continentais brasileiras*. [En línea]. 2.a ed. San Pablo: Instituto de Botânica, Núcleo de Pesquisa em Ficología. [Consulta: 30 de abril de 2020]. Disponible en: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutodebotanica/wp-content/uploads/sites/235/2020/01/atlas-algas-e-cianobacterias-ibt-2019_versao-dezembro-2019.pdf

UNESCO, 2009. *Cianobacterias Planctónicas del Uruguay. Manual para la identificación y medidas de gestión*. Montevideo: UNESCO (Documento Técnico PHI-LAC, 16). ISBN: 978-92-9089-138-3.

Urrutia-Cordero, P.; Zhang, H.; Chaguaceda, F.; Geng, H. y Hansson, L. A., 2020. Climate warming and heat waves alter harmful cyanobacterial blooms along the benthic–pelagic interface. En: *Ecology*, 101(7), e03025. DOI: https://doi.org/10.1002/ecy.3025

Uruguay. Decreto 253/979, de 9 de mayo de 1979. *Diario Oficial*. [En línea], 31 de mayo de 1979. [Consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.impo.com.uy/bases/decretos/253-1979

Uruguay. Decreto 226/025, de 20 de octubre de 2025. *Diario Oficial* [En

línea], 12 de noviembre de 2025. [Consulta: 27 de mayo de 2026]. Disponible en: https://www.impo.com.uy/bases/decretos/226-2025

Uruguay. Intendencia de Montevideo, 2010. *Resolución 1324/10, de 06 de abril de 2010*. [En línea]. Montevideo: IM (n.o de expediente: 6302-000825-10). [Consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.montevideo.gub.uy/asl/Sistemas/Gestar/resoluci.nsf/WEB/Intendente/1324-10

Uruguay. Intendencia de Montevideo, 2019. *Programa de monitoreo de agua de playas y costa del departamento de Montevideo: Informe anual. Abril 2018 - Marzo 2019*. [En Línea]. Montevideo: IM. [Consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en: https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/informeanualcalidaddeaguadelacosta-2018-2019_0.pdf

Uruguay. Intendencia de Montevideo, 2024. *Programa de monitoreo de agua de Playas y costa del departamento de Montevideo. Informe Anual. Abril 2023 - Marzo 2024*. [En línea]. Montevideo: IM. [Consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en: https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/biblioteca/informeanualdecalidaddelaguadeplayasdemontevideo2023-2024.pdf

Uruguay. Ministerio de Ambiente, s. d. *Floraciones de cianobacterias. Estadíos 0-1-2*. [En línea]. Montevideo: Ministerio de Ambiente. [Consulta: 3 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Cartilla%20Floraciones%20Cianobacterias.pdf

Uruguay. Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente y Red de Monitoreo Costero, 2019. *Monitoreo de playas. Quinquenio 2013-2018 y temporada 2018-2019*. [En línea]. Montevideo: MVOTMA y RMP. [Consulta: 16 de octubre de 2025]. Disponible en: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Informe_monitoreo_calidad_de_playas_2018-2019.pdf

Uruguay. Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente y Red de Monitoreo Costero, 2022. *Monitoreo de playas. Temporada 2021-2022*. [En línea]. Montevideo: MVOTMA y RMP. [Consulta: 18 de septiembre de 2024]. Disponible en: https://www.ambiente.gub.uy/oan/documentos/DCA_Informe-monitoreo-calidad-de-playas-2022-FINAL.pdf

Utermöhl, H., 1958. Zur vervollkommnung der quantitativen phytoplankton-methodik: mit 1 Tabelle und 15 abbildungen im Text und auf 1 Tafel. En: *SIL Communications*, 9, pp. 1-38. DOI: https://doi.org/10.1080/05384680.1958.11904091

Van Apeldoorn, M. E.; Van Egmond, H. P.; Speijers, G. J. y Bakker, G. J., 2007. Toxins of cyanobacteria. En: *Molecular Nutrition y Food Research*, 51(1), pp. 7-60. DOI: https://doi.org/10.1002/mnfr.200600185

Vico, P.; Aubriot, L.; Martigani, F.; Rigamonti, N.; Bonilla, S. y Piccini, C., 2016. Influence of nitrogen availability on the expression of genes involved in the biosynthesis of saxitoxin and analogs in *Cylindrospermopsis raciborskii*. En: *Harmful Algae*, 56, pp. 37-43. DOI: https://doi.org/10.1016/j.hal.2016.04.008

Vidal, L. y Britos, A., 2012. Uruguay: occurrence, toxicity and regulation of Cyanobacteria. En: Chorus, I., ed., 2012. *Current approaches to cyanotoxin risk assessment, risk management and regulations in different countries*. Dessau-Roßlau: Federal Environment Agency (Umweltbundesamt), pp. 130-136. ISSN: 1862-4804.

Vidal, L.; Britos, A. y Gravier, A., 2009. Cianobacterias planctónicas en aguas superficiales destinadas para consumo humano en Uruguay: taxonomía, distribución y toxicidad. En: *Resúmenes del 1º Encuentro Uruguayo. Cianobacterias: del conocimiento a la gestión. Octubre 2009*. Montevideo: s. d.

Vidal, L.; Britos, A. y Gravier, A., 2010. Saxitoxin to biovolume ratio in natural population of *Cylindropermopsis* complex of Uruguay. En: *Official Program and Abstract Book. The International Conference of Toxic Cyanobacteria (ICTC8)*. Estambul: s. d., pp. 73.

Whitton, B. A. y Potts, M., eds., 2007. *The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space*. Berlín: Springer Science y Business Media.

Wilmotte, A., 1994. Molecular evolution and taxonomy of the cyanobacteria. En: Bryant, D. A. *The molecular biology of cyanobacteria*. Dordrecht: Springer Netherlands, pp. 1-25.

World Health Organization, 2003. *Guidelines for safe recreational water environments. Volume 1: Coastal and Fresh Waters* [En línea]. Geneva: WHO. [Consulta: 15 de junio de 2026]. Disponible en: https://www.who.int/publications/i/item/9241545801?utm_source=chatgpt.com

Glosario

Acineto: célula especializada de resistencia originada a partir de una célula vegetativa por acumulación de sustancias de reserva. Se caracteriza por presentar un tamaño mayor que las células vegetativas, una pared celular engrosada y ocasionalmente una vaina mucilaginosa. Permite la supervivencia de la cianobacteria bajo condiciones ambientales desfavorables y participa en la propagación de la especie cuando las condiciones vuelven a ser favorables.

Aerotopos: grupos de vesículas de gas que se observan en la célula como cuerpos irregulares refractarios o de color oscuro. Influyen en la regulación de la posición del organismo en la columna de agua.

Caliptra: cubierta fina externa que cubre la pared de células apicales, formada por restos de vainas mucilaginosas o de células muertas.

Célula terminal: célula encontrada en los extremos de cada filamento, su forma es importante para la identificación de especies.

Célula vegetativa: célula metabólicamente activa de una cianobacteria, responsable de realizar las funciones esenciales del organismo, como la fotosíntesis, el crecimiento y la división celular. Corresponde a la forma celular no especializada y constituye la unidad básica que integra colonias, filamentos o poblaciones unicelulares.

Cianotoxinas: sustancias producidas por cianobacterias, tóxicas para el ser humano y los animales.

Colonia: agrupación de células que permanecen unidas tras la división celular, formando una estructura de tamaño y forma características para cada especie. La disposición de las células está relacionada con el plano de división y, generalmente, la colonia se encuentra rodeada por una vaina o envoltura mucilaginosa.

Difluente: referido al mucílago, que diverge o fluye al exterior.

Eutrofización: proceso de enriquecimiento de un cuerpo de agua por el aumento de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, que favorece el crecimiento excesivo de algas y cianobacterias y puede alterar el equilibrio ecológico del ecosistema acuático.

Filamento: unidad estructural formada por un tricoma envuelto por una vaina. En las cianobacterias, se presenta como una sucesión de células conectadas que forman una cadena celular continua.

Fitoplancton: comunidad de microorganismos fotosintetizadores que forman parte del plancton, compuesto por diversos grupos de organismos eucariotas y procariotas (microalgas, cianobacterias) de vida libre en la columna de agua.

Floración: proliferación rápida y masiva de una o varias especies de cianobacterias o algas eucariotas dentro de la comunidad fitoplanctónica, que produce un aumento significativo de su abundancia o biomasa en un período relativamente corto.

Gránulos: inclusiones en el citoplasma de corpúsculos redondeados de color oscuro o refringentes.

Heterocito: célula especializada derivada de una célula vegetativa, con pared celular engrosada y un sistema enzimático adaptado para la fijación de nitrógeno atmosférico. Puede presentar una vaina mucilaginosa y se encuentra en algunas cianobacterias filamentosas.

Hialino: sin color, transparente.

Isodiamétrico: etérmino utilizado para describir células cuyas dimensiones son aproximadamente iguales.

Isopolar: tricoma o filamento en que los extremos no se diferencian morfológicamente entre sí, no presentan polaridad.

Mucílago: envoltura gelatinosa de células, colonias o filamentos de cianobacterias, formada de polisacáridos complejos y excretados por las propias células.

Pirenoide: estructura proteica esférica o elíptica, ubicada en el interior celular. Visible al microscopio óptico y relacionada a funciones de reserva.

Planctónico: organismo que vive suspendido en la columna de agua y es transportado pasivamente por las corrientes.

Posición intercalar: en filamentos, en cualquier punto no terminal de una estructura.

Refringente: aspecto brillante, o con marcado contraste respecto al entorno, de algunas estructuras celulares observadas en microscopio óptico.

Tricoma: hilera de células, sin vaina, conectadas en una unidad fisiológica (existe transporte fisiológico entre células, al menos en parte).

Tricoma = hilera de células.

Filamento = tricoma + vaina.

Vaina: capa mucilaginosa, de diferentes formas y espesor, que es excretada por las células y rodea a estas y a los tricomas.

Índice de especies

Anabaenopsis elenkinii 60
Anathece minutissima 64
Aphanizomenon favaloroi 68
Aphanizomenon gracile 70
Aphanizomenon schindleri 72
Aphanizomenon yezoense 74
Aphanocapsa delicatissima 78
Aphanocapsa koordersii 80
Aphanocapsa planctonica 82
Chroococcus dispersus 86
Chroococcus minutus 88
Coelosphaerium dubium 92
Coelosphaerium evidenter-marginatum 94
Cuspidothrix issatschenkoi 98
Dolichospermum circinale 106
Dolichospermum crassum 108
Dolichospermum planctonicum 110
Dolichospermum uruguayense 112
Dolichospermum viguieri 114
Geitlerinema splendidum 118
Jaaginema sp. 122
Johanseninema constrictum 126
Kamptonema formosum 130
Komvophoron crassum 132
Limnoraphis hieronymusii 136
Limnospira maxima 140
Limnothrix redekei 144
Merismopedia glauca 148
Merismopedia tenuissima 150
Microcrocis pulchella 154

Catálogo ilustrado de las cianobacterias planctónicas del Uruguay

Graciela Ferrari, Katherine Bombi-Haedo,
Kleber Renan de Souza Santos, Lucía Marín



Este libro se terminó de imprimir y encuadernar en el mes de julio de 2026 en xxxxxxxxxxxxxx,
Montevideo, Uruguay. Depósito legal XXX.XXX





ISBN: 978-9915-9842-6-1

ISBN: 978-9915-9842-7-8