

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

“Factores que inciden en la colonización y sucesión de las comunidades algales asociadas a sustratos naturales y artificiales en una laguna de la Provincia de Corrientes (Argentina)”



UNIDAD ACADÉMICA: Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura.

APELLIDO Y NOMBRE: Agustini, Karen Daiana.

DIRECTORA: Dra. Vallejos, Silvina Vanesa.

CO-DIRECTORA: Dra. Suárez, Paola Alejandra.

ÍNDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS GENERALES	3
OBJETIVOS PARTICULARES	3
MATERIALES Y MÉTODOS	3
VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS	6
TEMPERATURA AMBIENTAL Y DEL AGUA (°C)	6
	6
HUMEDAD (%)	6
	7
PRECIPITACIONES (mm)	7
COLONIZACIÓN Y SUCESIÓN EN SUBSTRATO ARTIFICIAL	9
COLONIAS ALGALES Y VARIABLES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS	10
	12
DISCUSIÓN	12
CONCLUSIÓN	13
BIBLIOGRAFIA	14
Evaluación del Director	17
Exposición sintética de la labor desarrollada:	18
Obstáculos y dificultades en el desarrollo del plan de trabajo:	18
ANEXO	19
DESCRIPCIÓN DE GÉNEROS DE IMPORTANCIA POR SU POTENCIAL TÓXICIDAD O INVASIVIDAD	29

AGRADECIMIENTOS

Con el presente trabajo me gustaría agradecer, a mi familia que sin su apoyo no hubiese llegado hasta acá, a mis padres Agustini Omar y Osuna Jorgelina por el apoyo incondicional siempre en cada paso que doy, por los valores que me inculcaron, por alentarme y no dejarme bajar los brazos.

A mis hermanas Mariana, Ayelen y Paola, por el acompañamiento y por ayudarme en muchas ocasiones a sobrellevar contratiempos, a mi sobrina Dahiara por acompañarme en esas tardes de trabajos.

A mi directora Dra. Silvina Vallejos por el acompañamiento y asesoramiento y por los consejos que me brindó. Gracias por los conocimientos compartidos durante estos años recorridos.

A mi Co- Directora Dra. Paola Suárez por el acompañamiento durante este proceso.

A Don Osvaldo Reniero y a la señora Elida por apoyarnos siempre en cada etapa.

A mi amiga Antonela Gómez gracias por esas tardes de estudios, y por estar siempre que te necesité.

A mis amigos y compañeros de la facultad gracias por el apoyo emocional, por alentarme a seguir y, por esas tardes de estudios.

“Aprende a estar agradecido por lo que ya tienes mientras conquistas lo que quieres”

Jim Rohn

RESUMEN

En este trabajo se presentan los resultados de la composición microalgal obtenidos a partir del análisis cualitativo y cuantitativo (abundancia relativa) en dos tipos de sustratos (natural y artificial) en la Laguna Aeroclub (Corrientes, Argentina) entre los años 2019 y 2022, atravesado por un período de emergencia sanitaria por Covid-19.

Durante el estudio se llevó a cabo ocho muestreos donde se recolectó y analizó la composición de la comunidad algal en dos sustratos naturales, para lo cual se seleccionó dos géneros de macrófitos presentes en la laguna: *Utricularia gibba* L y *Salvinia bilobba* Raddi y en un sustrato artificial: vidrio esmerilado, del cual se extrajo la comunidad algal asociada para su análisis. Se tuvo en cuenta los factores físico-químicos (pH, T° y humedad) que inciden en la composición y variación estacional de las microalgas en ambos tipos de sustratos. Se estudió la colonización y sucesión de microalgas en el sustrato artificial en relación a las variables físico-químicas del agua.

Se identificaron en los sustratos naturales del cuerpo de agua un total 109 taxones distribuidos en 7 grupos taxonómicos: Charophyta (37), Chlorophyta (32), Bacillariophyta (13), Cyanobacteria (15), Euglenophyta (10), Dinophyta (1) y Haptophyta (1), a diferencia del sustrato artificial donde se registró la presencia de 64 taxa distribuidos en los siguientes grupos: Charophyta (33), Chlorophyta (15), Euglenophyta (8), Cyanobacteria (4), Bacillariophyta (3) y Haptophyta (1). Las variaciones de los grupos taxonómicos no mostraron una relación marcada con las variables ambientales y a la vegetación dominante en la zona litoral del cuerpo de agua, ya que por su parte no se observó mucha variación en los taxones identificados en cada caso. La riqueza de especies fue mayor en las comunidades asociadas a *Utricularia gibba* (10) a diferencia de *Salvinia biloba* (6) donde se registró menor número de taxones.

Del total de taxones (109) se registró la presencia de cinco taxones potencialmente tóxicos como cianobacterias de los géneros *Microcystis*, *Aphanocapsa*, *Gloeotrichia*, *Arthrospira*, *Lyngbya*, y *Ceratium* perteneciente a Dinophyta.

Este trabajo permitió conocer la composición y estructura de la comunidad microalgal en un sustrato artificial y dos sustratos naturales en la zona litoral de la Laguna Aeroclub. La información obtenida permitirá el avance del conocimiento científico sobre la dinámica de colonización de las microalgas en sustratos naturales y artificiales en los ambientes someros.

INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Riachuelo ubicada en el NO de la Provincia de Corrientes, con unos 3400 km² de superficie, cuenta con numerosos cuerpos de agua permanentes y semipermanentes que ocupan un 30% de la extensión. Estos cuerpos de agua varían en su distribución, superficie y se articulan con la red de avenamiento. En épocas de inundación (por lluvia) drenan sus aguas hacia el oeste, en el Río Paraná, a través del Riachuelo (Bonetto, 1970).

El NO de la Provincia de Corrientes se caracteriza por su elevado número y variedad de ambientes acuáticos con características limnológicas contrastadas. Por un lado, ambientes profundos, con escasa vegetación y de aguas claras. Por otro lado, ambientes someros, vegetados y de gran superficie con características semejantes a esteros y/o bañados (Bonetto, 1970; Vallejos, 2014).

Las lagunas asociadas al Riachuelo presentan un amplio espectro de vegetación en cuanto a bioforma se refiere, desde la zona litoral hacia el área limnética. Se caracterizan por presentar gran diversidad de macrófitos y microalgas asociadas a la vegetación (Vallejos, 2014). A su vez, los cambios en la sucesión y colonización de las comunidades algales en sustratos naturales y artificiales, se ve afectada por diversos factores, tales como la luz, nutrientes, sustrato, inhibición por las algas planctónicas, infección por hongos y “pastoreo” por animales invertebrados (Roos, 1983; Zalocar de Domitrovic et al., 2013; Vallejos, 2014).

Varios estudios han señalado la relevancia del perifiton como bioindicador de la calidad del agua y de su estado trófico (Esteves, 2011), lo cual destaca la importancia de su estudio.

Las comunidades asociadas o adheridas a la vegetación (Metafiton, perifítton o epifiton) han sido poco estudiadas o poco se conoce de su dinámica. El perifiton es considerado como uno de los principales productores primarios en los ecosistemas acuáticos continentales, principalmente en ambientes poco profundos, como arroyos y lagunas, donde pueden llegar a contribuir con el 70-85% de la producción primaria total, y es una importante fuente de materia orgánica autóctona.

En la actualidad la eutrofización artificial de las aguas continentales está relacionada con el aumento de la población humana, la industrialización, el uso de fertilizantes químicos en la agricultura, así como en la producción. Todos estos factores resultan en la liberación de nutrientes, como fosfatos y nitrógeno, que son compuestos estimuladores de la eutrofización. La importancia de estos elementos como desencadenadores del proceso de eutrofización resulta de su papel como factores limitantes en la producción primaria de los ecosistemas, por estar relacionados con los procesos fotosintéticos (Esteves, 2011).

Las lagunas de la cuenca del Riachuelo están afectadas por disturbios producidos por el hombre que extrae la vegetación de algunos sectores de la costa para proveerse de agua para uso cotidiano y riego de plantaciones cercanas o utilizarla como zona de balneario.

En la región del noreste argentino, hasta el momento, se registran diversos estudios sobre la diversidad y abundancia de distintos grupos taxonómicos de microalgas asociadas a la vegetación acuática (Vallejos, 2008; Martínez, 2010; Vallejos, 2014; Nduré, 2018; Gómez, 2019), pero poco se conoce de los factores físico- químicos y biológicos, que inciden en el reemplazo de grupos taxonómicos durante la colonización en sustratos artificiales, aspecto a estudiar en este trabajo.

La propuesta de investigación constituirá un importante aporte para interpretar el cambio en la estructura de las comunidades adheridas o asociadas a la vegetación y ampliar el conocimiento de la dinámica de los ecosistemas acuáticos a partir del análisis en sustratos artificiales en un ambiente natural.

OBJETIVOS GENERALES

- Interpretar los cambios en la composición de las comunidades de microalgas asociadas a sustratos artificiales en función de los factores abióticos (variable físico-químicas) y bióticos (sustratos naturales) que inciden en la estructura y dinámica de la comunidad en una laguna de la provincia de Corrientes.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Analizar la composición de microalgas durante la colonización y sucesión en sustratos artificiales, en una laguna de la cuenca del Riachuelo.

Identificar los factores físico-químicos y biológicos que inciden en la colonización de sustratos artificiales en una laguna de la cuenca del Riachuelo.

- Determinar variaciones en la riqueza de especies y variación estacional en sustratos naturales y artificiales.

HIPÓTESIS DE TRABAJO

- Los factores físico-químicos y biológicos influyen en la colonización y sucesión de microalgas en sustratos artificiales y naturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como área de estudio se seleccionó la laguna Aeroclub por ser un ambiente con influencia antrópica y encontrarse en cercanías de la ciudad (Fig. 1). Esta Laguna, es un cuerpo de agua periurbano de la ciudad de Corrientes (27°28'48"S 58°43'54"W), que se utiliza tanto para fines recreativos de la población aledaña, como por la fauna doméstica y silvestre del lugar.

La laguna Aeroclub presenta abundante vegetación palustre: *Thypha dominguensis* Pers., *Ludwigia peploides* (Kunth) P.H. Raven, flotante libre: *Salvinia biloba* Raddi, *Lemna* sp. y sumergida: *Potamogeton illinoensis* Morong, *Egeria densa* Planch., *Utricularia gibba* L. y *Cabomba caroliniana* A. Gay. De las cuales se seleccionó como sustrato a analizar a *Utricularia* y *Salvinia* por ser los macrófitos más abundantes en la zona litoral de rápido acceso.

Durante el período de estudios (entre 2019 y 2022), se tomaron muestras estacionales con red de plancton de 25 micrómetros de apertura de poro en la periferia de los macrófitos y muestras del metafiton en la zona litoral. Además, se midieron *in situ* las principales variables ambientales (T° del ambiente, y T° , pH, y humedad relativa del agua), (Fig. 2), también se tuvo en cuenta las precipitaciones cuyos datos fueron extraídos del ICAA (Instituto Correntino de Agua y Ambiente). En el 2021 se procedió a la colocación de un perfitómetro, dispositivo diseñado para observar la colonización y sucesión de especies en substratos artificiales (Fig. 3), a partir del cual, en cada muestreo se relevaron cinco vidrios esmerilados de 5x5cm, a los 35, 59 y 73 días desde la colocación del dispositivo. Una vez colectado el material se procedió al raspado de la superficie substrato, rotulado y refrigeración de la muestra para su traslado.

En el laboratorio, primero se procedió a la observación del material fresco al microscopio óptico Leica de luz convencional por observación directa (Objetivos 40X y 100X). Posteriormente fue fijado y conservado en FAA para su posterior análisis. En la identificación de los principales grupos taxonómicos de cianobacterias y algas se utilizaron las obras clásicas de Bourrelly (1968, 1970, 1972) y Bicudo y Menezes (2006). Las determinaciones genéricas e infraespecíficas de cianobacterias se realizaron en base a la clasificación de Komárek y Anagnostidis (1989, 1998, 2005), Komárek et al., 2014, hasta categoría de especie en los casos que fueron posibles. Los taxones identificados fueron fotografiados en microscopio Leica de luz convencional con cámara incorporada.

Se realizó el análisis de abundancia relativa (%) de los taxones con el fin de obtener estimaciones de la contribución de cada grupo a la comunidad y sus variaciones estacionales. La riqueza de especies fue referida al número de taxones presentes en cada muestreo.

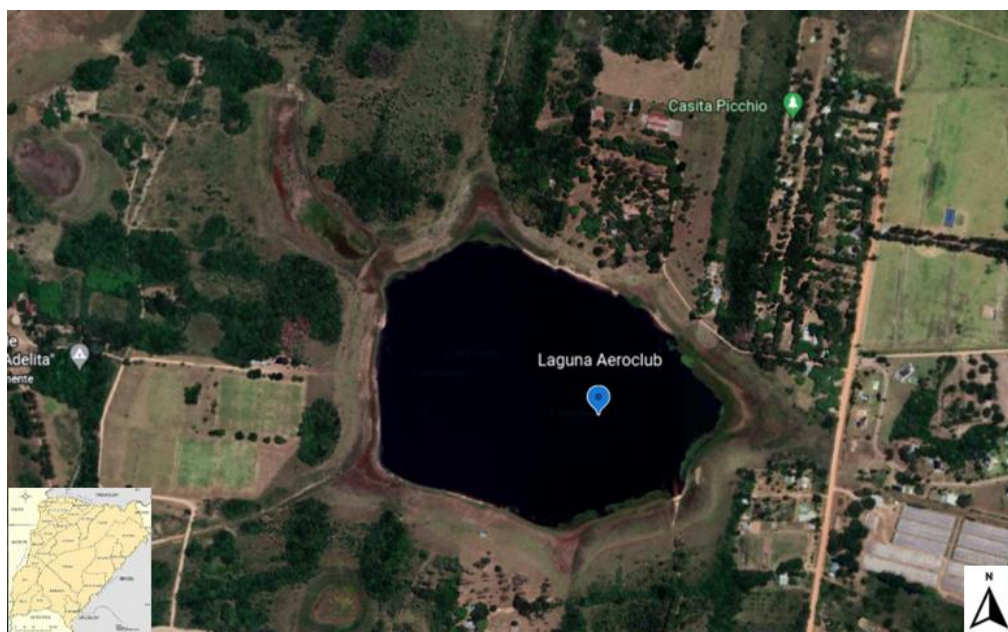


Figura 1: Ubicación geográfica de la laguna Aeroclub en el NO de la provincia de Corrientes. Imagen satelital extraída de Google Earth (Foto 24-09-22).



Figura 2: Laguna Aeroclub. A-B: Zona litoral y sitio de muestreo. C-E: Proceso de toma de muestras.



Figura 3: A-B: Colocación del perifitómetro. C: Muestras extraídas del perifitómetro. D: Muestras tomadas

RESULTADOS

VARIABLES FÍSICO-QUÍMICAS

TEMPERATURA AMBIENTAL Y DEL AGUA (°C)

Se registró una temperatura ambiental media de 28,5°C, con un rango de variación entre 22°C (septiembre 2021) y 34.7°C (agosto 2021). Las mediciones de temperatura del agua en los meses donde se tomaron las muestras arrojó un valor medio de 30,3°C, los meses donde se observan los picos máximos y mínimos coinciden con los señalados para la temperatura ambiental (ver Tabla 1, Fig. 4).

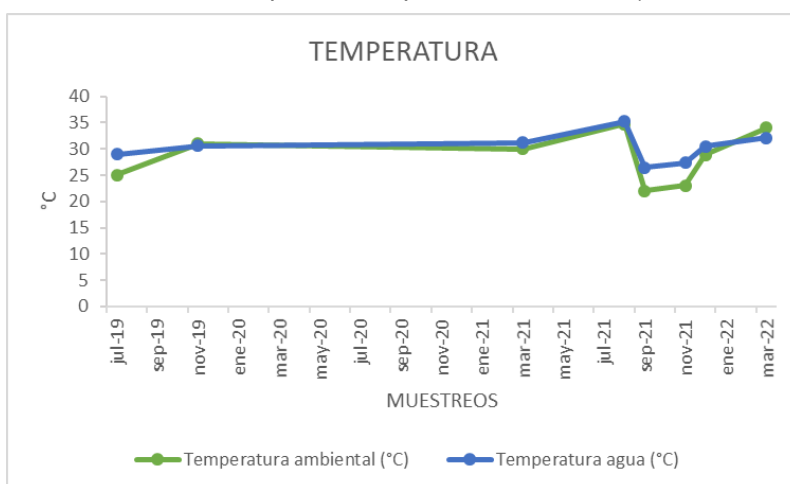


Figura 4: Datos de la temperatura ambiental y del agua

HUMEDAD (%)

La humedad relativa presentó valores entre 33-70% con un valor máximo registrado en el mes de marzo de 2021 (70%) y un valor mínimo (33%) en el mes de agosto del mismo año (ver Tabla 1, Fig. 5).

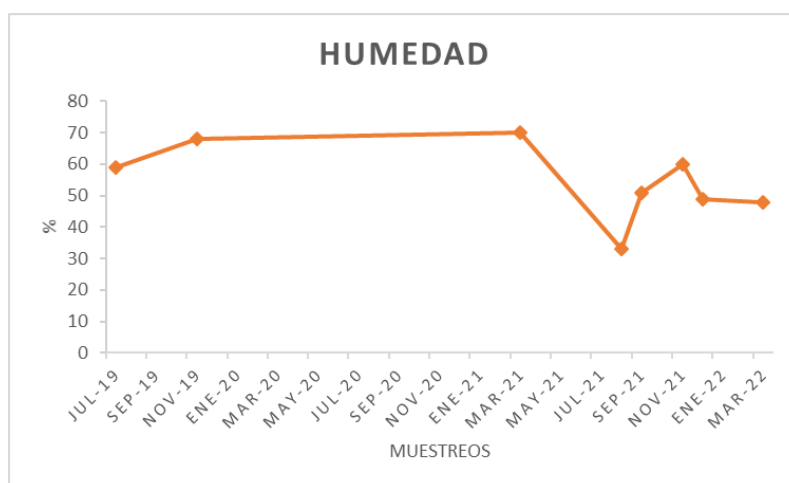


Figura 5: Valores de humedad relativa (%) medidos durante el periodo de estudios (2019-2022).

pH (Unidades)

Los valores de pH indicaron que existe una tendencia hacia un pH ácido, debido a que el rango de valores rondó entre los 5-6.6 unidades de pH, con excepción del mes de marzo del 2021 que se registró un pH neutro de 7 unidades (ver Tabla 1, Fig. 6)

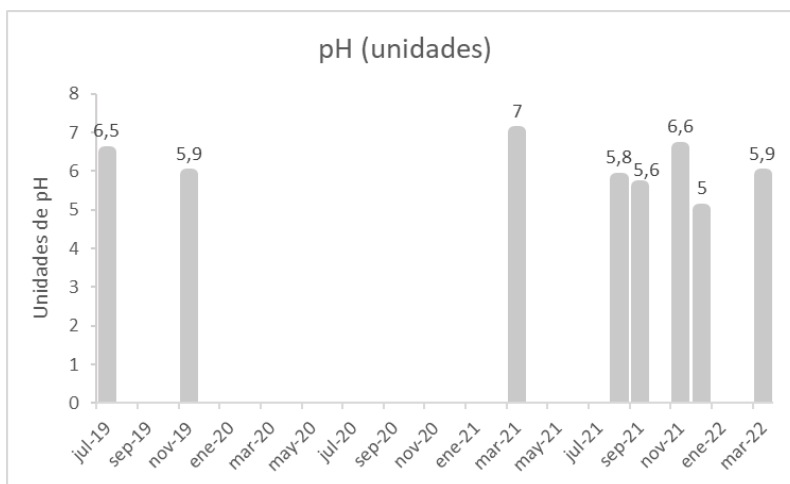


Figura 6: Valores de pH (unidades) durante el periodo de estudios (2019-2022).

PRECIPITACIONES (mm)

Las precipitaciones mostraron variación a lo largo de estos últimos años, con dos picos bastante pronunciados en los meses de agosto del 2021 donde se registró sólo 2,6 mm de agua caída y en el mes de marzo del 2022 con un pico de 270 mm de agua caída (ver Tabla 1, Fig. 7).

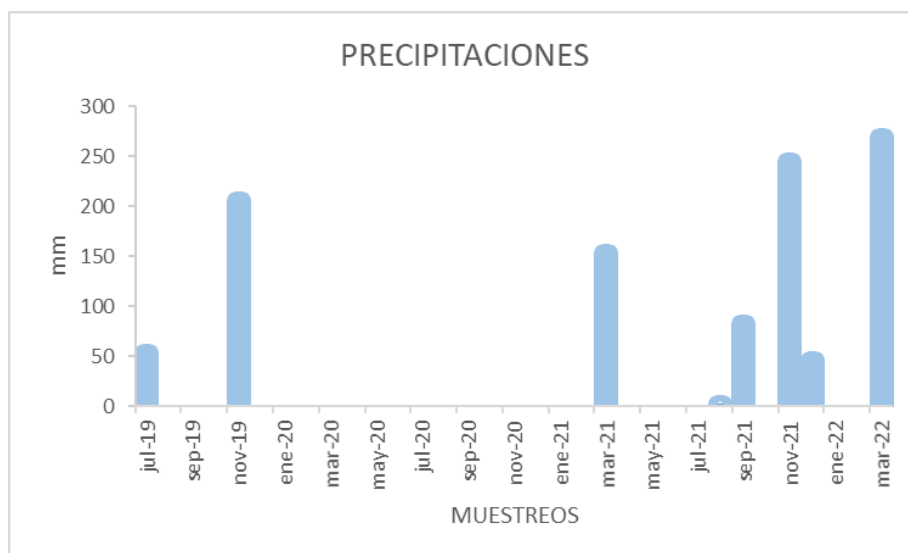


Figura 7: Valores promedios de precipitaciones durante los meses de muestreo, tomados del ICAA

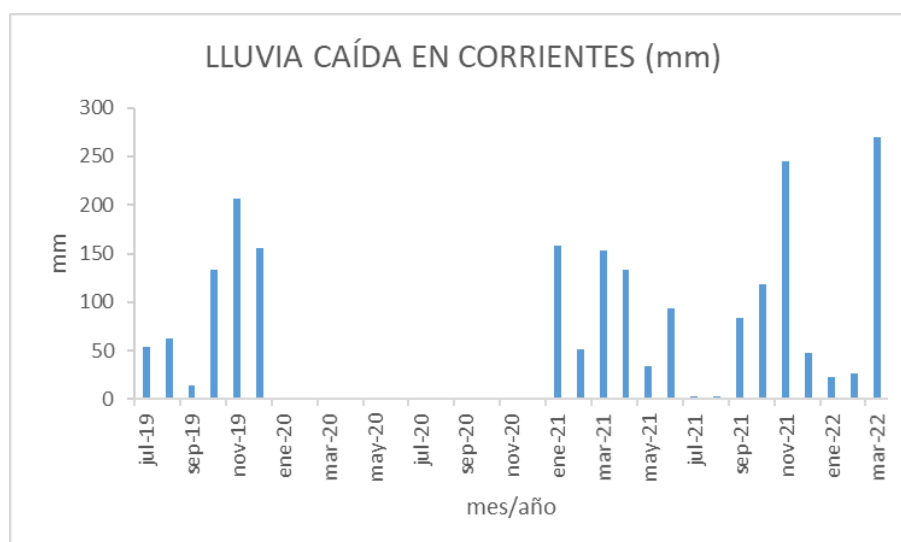


Figura 8: Precipitaciones correspondientes a los meses donde se tomaron las muestras, (adaptado del ICAA).

ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD

A continuación, se presenta el análisis cualitativo y cuantitativo en dos sustratos naturales y uno artificial correspondientes a la zona litoral de la Laguna Aeroclub. Se describen taxones de importancia por su potencial toxicidad (Cyanobacteria) o invasividad (Dinophyta), (ver Anexo).

SUBSTRATO NATURAL (*Utricularia gibba* L., *Salvinia biloba* Raddi)

A partir del análisis de las muestras obtenidas en la Laguna Aeroclub entre los años 2019-2022, se identificaron un total de 109 taxones distribuidos en 7 grupos taxonómicos: Charophyta (37) mayormente representado por el género *Staurastrum* sp., Chlorophyta (32) por el género *Scenedesmus* sp.; Cyanobacteria (15) con mayor frecuencia de *Oscillatoria* sp., Bacillariophyta (13) con el género *Pinnularia* sp., Euglenophyta (10) por el género *Trachelomonas* sp., Dinophyta (1) con su único representante *Ceratium* sp. y Haptophyta (1) representado por *Rhipidodendron huxleyi* (ver Tabla 2).

Durante el análisis se logró identificar un total de 10 taxones de microalgas en el género *Utricularia gibba* pertenecientes a los grupos taxonómicos Cyanobacteria, Chlorophyta, Bacillariophyta y Charophyta. En *Salvinia biloba* se identificaron 6 géneros distribuidos en los siguientes grupos taxonómicos Cyanobacteria, Bacillariophyta y Euglenophyta (Ver tabla 4).

Del total de taxones identificados en los sustratos naturales, se pudo observar que con excepción del mes de septiembre de 2021 y marzo de 2022 donde el grupo Chlorophyta fue dominante, en el resto de los muestreos el grupo Charophyta fue el grupo mejor representado, específicamente con la familia Desmidiaceae cuyo aporte a la comunidad fue entre 31-63%.

SUBSTRATO ARTIFICIAL (vidrio esmerilado)

En el sustrato artificial se registró, un total de 64 taxones distribuidos en 6 grupos taxonómicos Charophyta (33) representado mayormente por *Closterium* sp. y *Micrasterias* sp., Chlorophyta (15) con *Oedogonium* sp., Euglenophyta (8) con *Trachelomonas* sp. como género más representativo, Cyanobacteria (4) con mayor abundancia del género *Lyngbya* sp., Bacillariophyta (3) representada mayoritariamente por el género *Pinnularia* sp., y Haptophyta (1) con su único representante *Rhiphidodendron huxleyi* (ver Tabla 3).

Del total de taxones identificados en el sustrato artificial el grupo que tuvo mayor número de representantes (33) fue al igual que en el sustrato natural, el grupo Charophyta, la mayoría de este grupo perteneciente a la familia Desmidiaceae.

COLONIZACIÓN Y SUCESIÓN EN SUBSTRATO ARTIFICIAL

En la primera muestra tomada en septiembre/2021 se pudo observar que hay dominancia de los grupos Chlorophyta y Charophyta (Desmidiaceae), con muy pocos representantes del grupo de las Cianobacterias. En la segunda muestra tomada en noviembre/2021 se pudo observar como en el grupo de las Charophyta, la familia Desmidiaceae posee mayor cantidad de representantes, siguiendo en orden de importancia las Chlorophyta y Euglenophyta en menor proporción. En la tercera muestra tomada en diciembre/2021 siguió habiendo predominancia de la familia Desmidiaceae, seguida por las Chlorophyta, pero acá se acentuó la presencia de representantes del grupo de las Euglenophyta, se observó en menor cantidad representantes de las divisiones: Bacillariophyta y Cyanobacteria (ver Fig. 9).

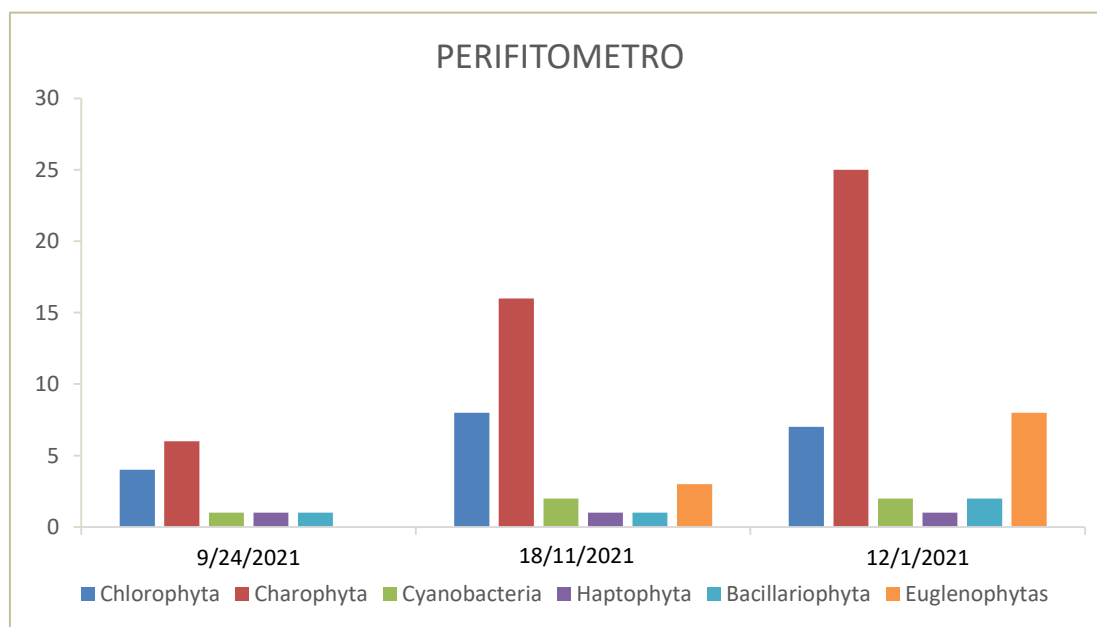


Figura 9: Abundancia de los diferentes phylum en el sustrato artificial en los diferentes muestreos durante el año 2021.

COLONIAS ALGALES Y VARIABLES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS

Durante los diferentes muestreos donde se llevaron a cabo las mediciones *in situ* de las variables se analizó cómo podrían influir estas variables en los diferentes taxones. Teniendo en cuenta el pH en la mayoría de las muestras hubo una tendencia hacia un pH ácido y el grupo Charophyta fue dominante, no así las cianobacterias que estuvieron presentes una cierta tolerancia hacia el pH ácido, ya que los períodos de tiempo donde se pudo observar mayor riqueza de taxones de este grupo coincide con pH levemente acidificado en un rango de 5-5.9 (Tabla 1, Fig. 10). En cuanto al género *Ceratium*, las observaciones del mismo solo fueron registradas en el mes de marzo 2021 y marzo de 2022, en este último período se registró un pH de 5,9 (unidades), donde se pudo observar un aumento en la población de dicho género, coincidiendo por otro lado con un período de sequía (Enero- Febrero de 2022), donde las precipitaciones no superan los 30mm al mes (Fig. 8), aspecto que se reflejó en la zona litoral de la laguna, la cual había retrocedido aproximadamente 5 metros de la última línea de costa, quedando la vegetación reducida a *Salvinia biloba* y *Elodea* sp. (Fig. 11). En cuanto a la temperatura, las cianobacterias presentaron mayor número de representantes en los rangos de temperatura entre 28 y 34°C, Chlorophyta un rango de temperatura más amplio entre 22 y 34°C, y Charophyta por su parte fue muy abundante en todos los muestreos independientemente de las temperaturas. Bacillariophyta mostró dos picos de abundancia, uno con amplio rango de temperatura que va entre 22 y 30°C (Fig. 10, Tabla 1).

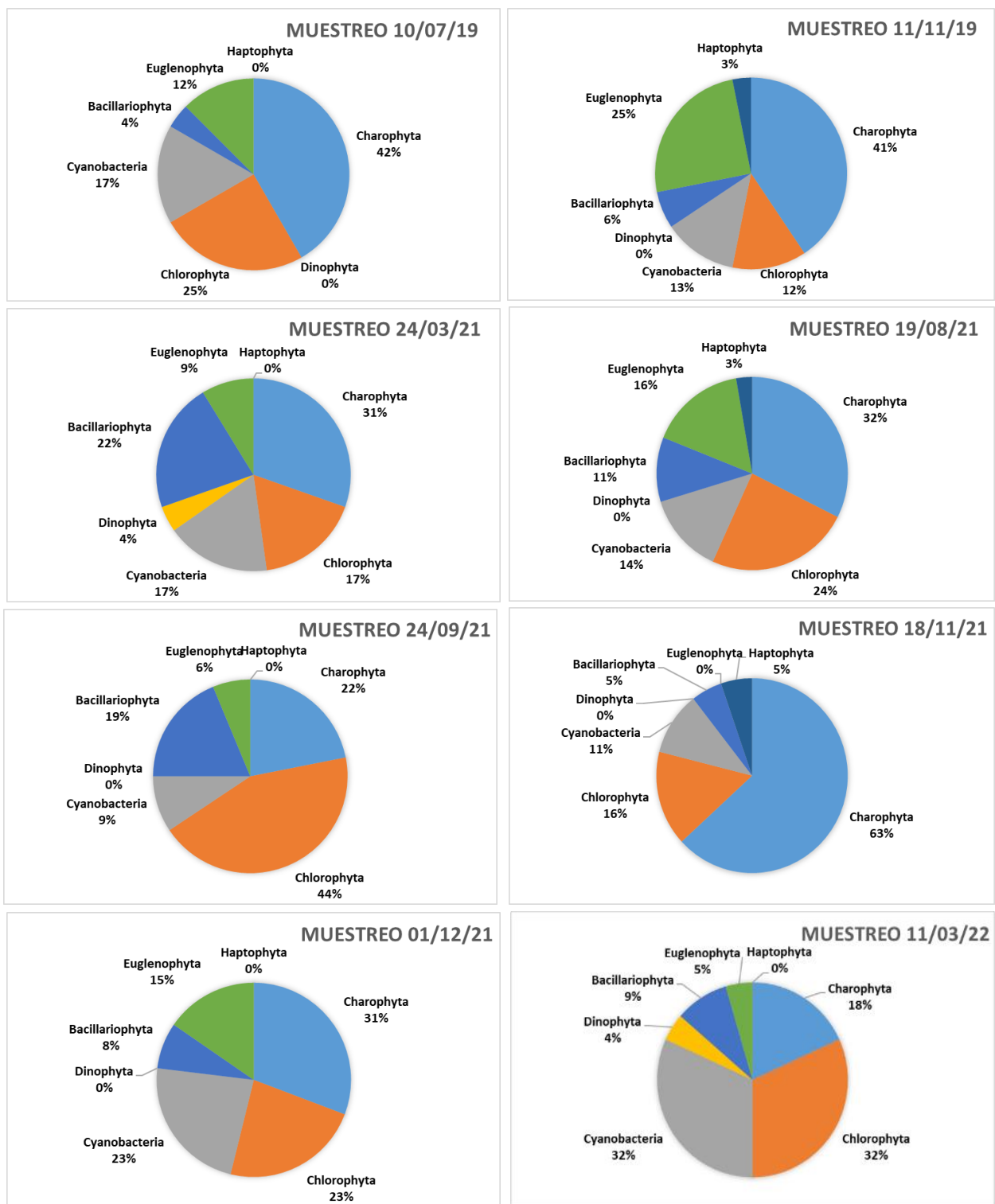


Figura 10: Abundancia relativa de los distintos grupos taxonómicos en los diferentes muestreos durante los años 2019-2021.



Figura 11: Las imágenes corresponden al muestreo del 11-03-22; **A-C:** Disminución del nivel del agua de la laguna aeroclub en el período de sequía (Enero- Febrero 2022); **D:** Vegetación dominante en la zona litoral.

DISCUSIÓN

A partir del análisis realizado en este trabajo, se pudo registrar en los sustratos naturales un total de 7 grupos taxonómicos: Charophyta, Chlorophyta, Bacillariophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta, Dinophyta y Haptophyta, con dominancia en número de taxones Charophyta y Chlorophyta. A diferencia de estudios previos realizados recientemente en este ambiente (Nduré, L. et al. 2019; Gómez, 2019), donde se registraron en la laguna un total de cinco grupos taxonómicos.

Estudios realizados sobre comunidades asociadas a distintos sustratos naturales o fitoplancton (Vallejos; 2008; Martínez, 2010; Vallejos, 2014; Nduré, L. et al. 2019; Gómez, 2019) señalan como grupo dominante a Chlorophyta, seguido por la Cyanobacteria, encontrándose ocasionalmente o con baja representatividad: Bacillariophyta, Xanthophyta y Glaucophyta, siendo los dos últimos grupos no registrados en este trabajo. A diferencia de los trabajos realizados con anterioridad (Nduré 2018; Gómez, 2019) que mostraban tendencia hacia un pH alcalino, en este estudio las mediciones de pH arrojaron valores por debajo de 7 (unidades), con tendencia hacia un pH ácido, los valores rondaron entre 5-6.6 (unidades) en los diferentes muestreos, a excepción de las muestras tomadas el 24 de marzo de 2021 donde el pH arrojó un valor de 7 (unidades).

Zalocar de Domitovic et al. 2013, en un trabajo realizado en ambientes lénticos del nordeste argentino sobre los factores que regulan la distribución y abundancia del perifiton, hacen referencia a que generalmente en aguas con pH dentro del rango básico es donde mejor se desarrolla una comunidad perifítica madura posiblemente, por la mayor abundancia de nutrientes al igual que de iones de carbonato y bicarbonato. También refieren que es frecuente encontrar menor número de taxones de algas en ambientes o sectores sometidos a la acidificación, donde suele haber una declinación de los macrófitos que proveen soporte al epifiton, condiciones similares a las registradas durante este estudio donde se registró menor número de macrófitos substratos.

Teniendo en cuenta los valores de pH registrados en este trabajo donde se observó una leve acidificación, el grupo Cyanobacteria presentó baja abundancia relativa. Como fuera mencionado en trabajos previos, este grupo es sensible al pH, no desarrollándose a pH inferiores a 4 unidades (Zalocar de Domitovic et al. 2013).

Durante los muestreos se observó la presencia de géneros de Cianobacterias potencialmente tóxicas, algunos de los cuales ya fueron citados en trabajos previos, Forastier et al. (2013), además se encontró el género *Ceratium* en asociación a los substratos naturales, una especie invasora y planctónica, que si bien su abundancia fue baja, se viene señalando su presencia en distintos trabajos desde el año 2019, dato muy importante teniendo en cuenta que no fuera mencionado en estudios realizados con anterioridad en este cuerpo de agua, siendo que estas lagunas no poseen conexión directa con el río, su rápida colonización y expansión podría afectar en un futuro a la fauna íctica, como la de los invertebrados, ocasionando un desequilibrio en este cuerpo de agua. Se puede considerar que la especie encontrada pertenece posiblemente a *C. hirundinella*, no obstante, esto sería un punto de partida para futuros estudios.

CONCLUSIÓN

Charophyta, más precisamente la familia Desmidiaceae fue dominante en la mayoría de los muestreos aportando a la comunidad con porcentajes entre el 18-42%, mostrando una gran capacidad de adaptación a un amplio rango de valores de pH, y temperatura.

Se registró la presencia de 5 taxones de cianobacterias citados en la bibliografía mundial como potencialmente tóxicos (*Lyngbya*, *Arthrospira*, *Gloeotrichia*, *Aphanocapsa*, *Microcystis*) y la presencia de *Ceratium* (Dinophyta), un alga invasora en la Laguna.

Teniendo en cuenta la hipótesis planteada en este trabajo a partir de este estudio se puede decir que, si bien algunos grupos se encuentran en determinadas condiciones ambientales con mayor número de taxones, son varios los factores que influyen en el desarrollo de las comunidades asociadas a substratos naturales y artificiales.

El reemplazo de especies en el substrato artificial se vio afectado por las condiciones de sequía que se dieron durante el muestreo del mes de marzo de 2022, mes en el que no se obtuvieron muestras dando lugar a una nueva colonización del substrato artificial.

En este trabajo se planteó inicialmente que los factores físico-químicos influyen en el proceso de colonización y sucesión de microalgas en el substrato artificial, afirmación que con las mediciones

realizadas no se pudo corroborar, ya que en los tres muestreos realizados se llegó independientemente de los valores arrojados por las variables, a la presencia de los mismos grupos de algas en todos los muestreos.

El conocimiento acerca de las dinámicas de los humedales como respuesta a los eventos de inundación y sequía, constituyen las bases para lograr un ordenamiento territorial funcional, principalmente en regiones como el noreste argentino, donde las variaciones son tan extremas, incluso dentro de un mismo año. En este sentido, los resultados han demostrado que si bien las precipitaciones en la ciudad de Corrientes durante el año 2019 se encuentran dentro de los valores normales (registrándose lluvias por encima de los 100 mm, a excepción de los meses de junio y septiembre donde las lluvias caídas fueron de entre 7-13 mm) se ha registrado eventos extremos de inundación y sequía. También como fuera señalado en trabajos previos por otros autores, la morfología del sustrato influye en el desarrollo de la comunidad epífita o metafítica, aspecto que no pudo ser estudiado en este trabajo.

Es importante realizar un monitoreo continuo de estos ambientes periurbanos debido a que representan un punto clave para la gestión y manejo sustentable de los recursos hídricos regionales, en pos de reducir los riesgos de pérdida de estos ambientes, como de la exposición de riesgos ambientales causados por especies invasoras o potencialmente tóxicas. Realizar monitoreos de los ambientes periurbanos es clave para la gestión y manejo sustentable de los recursos hídricos.

A partir de este trabajo se pudo corroborar la presencia de diferentes taxones pertenecientes al grupo de las Charophytas, Chlorophytas, Bacillariophyta, Cyanobacteria, Euglenophyta y Haptophyta que son comunes a ambos tipos de sustratos y otros taxones como, por ejemplo: *Sphaerocystis* sp., *Sorastrum* sp., *Fragilaria* sp., *Zygnema* sp. y *Haplotaenium* sp. que solo se encontraron en el sustrato artificial. Se registraron especies potencialmente tóxicas que ya fueron registradas con anterioridad en otros trabajos lo cual requiere un monitoreo continuo de estos ambientes periurbanos que son utilizados frecuentemente como balneario o para riego o bebedero de animales.

BIBLIOGRAFIA

- Bicudo, D.C. 1990. Considerações sobre metodologias de contagem de algas do perifiton. Acta Limnol. Brasil. 3: 459-475.
- Bicudo, C. E. M. y M. Menezes. 2005. Gênero de Algas de águas Continentais do Brasil. Chave para identificação e descrição. Ed. Rima.
- Bonetto, A.A. 1970. Principales rasgos limnológicos del nordeste argentino. Bol. Soc. Arg. Botánica, 11 (Suplemento): 185-209.
- Bourrelly, P. 1968. Lesalgues d'eaudouce. II: Les algues jaunes et brunes. N. Boubée, París, 438 p.
- Bourrelly, P. 1970. Les algues d' eau douce. III: Les algues bleues et rouges. N. Boubée, París, 512 p.
- Bourrelly, P. 1972. Les algues d' eau douce. I: Les alguesvertes. N. Boubée, París, 572 p.
- Chorus, I. y J. Bartram. 1999. Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Public Health Significance, Monitoring and Management. E&FN Spon. London. 416 p

- Esteves, F.A. 2011. Fundamentos de limnología. 3a ed. Interciência, Rio de Janeiro, 826 p.
- Forastier M.E., Y. Zalocar, Daniela Sedan y D. Andrinolo. 2013. Cyanobacterias y cianotoxinas en una Laguna Somera del Nordeste de Argentina. FACENA, Vol. 29, 65-77 pp.
- Gómez, F.D. 2019. Factores que inciden en la diversidad y abundancia de cianobacterias asociadas a la vegetación: Análisis comparativo en dos ambientes acuáticos pertenecientes a la Cuenca del Riachuelo, Corrientes (Argentina). Tesis de Grado, Universidad Nacional del Nordeste. 50p
- Komarek, J. y K., Anagnostidis 1989. Modern approach to the classification system of cyanophytes. 4- Nostocales. Arch. Hydrobiol. Suppl. 82, 3 (Algological Studies 56): 247-345.
- Komarek, J. y K., Anagnostidis 1998. Susswasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales. G. Fischer, Jena, 548 p.
- Komarek, J. y K., Anagnostidis 2005. Susswasserflora von Mitteleuropa. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. Elsevier, Italy, 759 p.
- Komárek, J., J. Kastovský, J. Mares, y J.R. Johansen. 2014. Clasificación taxonómica de cianoprocariotas (géneros cianobacterianos) 2014, utilizando un enfoque polifásico. Preslia 86: 295-335.
- Martínez, M.S. 2010. Microalgas fotosintéticas asociadas a *Nymphoides indica* (L.) Kuntze en una laguna del NO de la provincia de Corrientes (Argentina). Tesis de Grado, Universidad Nacional del Nordeste. 27 p.
- Morales, E. A., S. F. Rivera, L. H. Vildoza y A. Pol. 2017. Floración algal nociva (FAN) producida por cianobacterias en la Laguna Alalay, Cochabamba, Bolivia. Acta Nova. 8: (1): 50-75 p.
- Nduré, N. L. 2018. Microalgas fotosintéticas asociadas a *Ricciocarpos natans* (L.) Corda (Marchantiophyta) en una laguna somera del noroeste de la provincia de Corrientes (Argentina). Tesis de Grado, Universidad Nacional del Nordeste. 58 p.
- Nduré, N.L.; S.V. Vallejos, K.D. Agustini y F.D. Gómez. 2019. Microalgas asociadas a un macrófito flotante libre en un ambiente somero periurbano de la provincia de Corrientes (Argentina). Extensionismo, innovación y transferencia tecnológica- claves para el desarrollo. Volumen 5. 311-319 pp.
- Roos, P.J. 1983. Dynamics of periphytic communities. En Wetzel, R.G. (ed.), Periphyton of freshwater ecosystems. Dr W. Junk Publishers, The Hague: 5-10.
- Schwarzbald, A. 1990. Métodos ecológicos aplicados ao estudo do perifiton. Acta Limnol. Brasil. 3: 545-592
- Taboada M.A, M.S. Bustos, V. Mirande. 2021. *Ceratium hirundinella*, *C. furcoides* algas invasoras en sistemas acuáticos. Tucuman (Argentina). Universo Tucumano N°72: 3-12
- Vallejos, S.V. 2008. Cianobacterias del perifiton de *Potamogeton* sp. En una Laguna de la cuenca del Riachuelo (Corrientes, Argentina) Tesis de Grado, Universidad Nacional del Nordeste. 37 p
- Vallejos, S.V. 2014. Diversidad de Cianobacterias asociadas a macrófitos acuáticos en ambientes someros del Nordeste argentino. Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, 220 p.
- Zalocar de Domitovic, Y., J.J. Neiff y S.V. Vallejos. 2013. Factores que regulan la distribución y abundancia del perifiton em ambientes lenticos. En: SCHWARZBOLD A., BURLINGA A.L. y TORGAN L.C. (orgs.). 2013. Ecología do Perifiton. RiMA Editora, São Carlos. 413 p.

SITIOS WEB

- <http://www.algaebase.org/>
- <https://icaa.gov.ar/>

Evaluación del Director

Directora: Dra. Vallejos Silvina Vanesa

Alumna: Agustini, Karen Daiana

Durante el transcurso del trabajo final de graduación, la estudiante Karen Daiana Agustini, se desempeñó satisfactoriamente en el cumplimiento de las actividades planificadas, pese a las dificultades vinculadas a la pandemia de COVID - 19.

Entre las actividades desarrolladas, la alumna se ha interiorizado en el tema de investigación planteado, realizó pasantías en el laboratorio de Diversidad Vegetal entorno al estudio de microalgas, participado como coautora en trabajos relacionados al estudio de la comunidad microalgal y colaboró en proyectos de extensión e investigación relacionados al tema. Por otra parte, ha resuelto de manera autónoma cuestiones vinculadas al diseño de experiencias de colonización y sucesión de microalgas. Se desenvolvió satisfactoriamente en las tareas de campo y laboratorio, así como en la presentación de trabajos en congresos y Jornadas donde la alumna los presentó resultados preliminares en las Comunicaciones Científicas y Tecnológicas (UNNE).

La estudiante Karen Daiana Agustini, se ha desempeñado siempre en forma activa y entusiasmada por llevar a cabo su trabajo de investigación. Ha cumplido satisfactoriamente las expectativas y los objetivos propuestos para el desarrollo del trabajo.

Exposición sintética de la labor desarrollada:

Se realizaron cuatro salidas al campo y se tomaron muestras de agua en la zona litoral de la laguna (una por estación del año), y se midieron los parámetros físicos-químicos in situ (temperatura, humedad del agua y del aire, pH). Se montó un dispositivo (Perifitómetro) en la zona litoral de la laguna Aeroclub, para analizar el proceso de colonización y sucesión de microalgas en un cuerpo de agua de la cuenca del Riachuelo. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio 2 de la FaCENA-UNNE.

Las actividades de laboratorio consistieron en la revisión bibliográfica, la cual fue realizada durante toda la duración del TFG. Se ha abarcado un gran espectro de la bibliografía referente al tema de del TFG, incluyendo la lectura de obras clásicas, la observación y análisis de muestras a través de un microscopio óptico.

Obstáculos y dificultades en el desarrollo del plan de trabajo:

En el transcurso de esta investigación se tuvo que ampliar el periodo de muestreo debido a la situación epidemiológica mundial vinculada a la pandemia de COVID – 19, que imposibilitó la realización de los muestreos de campo y el análisis del material biológico, dada la imposibilidad de asistir al campo y laboratorio. No obstante, se pudieron cumplir con los objetivos planteados.

ANEXO

Tabla 1: Datos de variables físico-químicas en las distintas fechas de muestreos

VARIABLES	10-07-19	11-11-19	24-03-21	19-08-21	24-09-21	18-11-21	01-12-21	11-03-22
T° ambiental	25°C	31°C	30°C	34.7°C	22°C	23°C	28.9°C	34°C
T° agua	29°C	30.6°C	31.2°C	35.2°C	26.5°C	27.4°C	30.5°C	32.1°C
Humedad	59%	68%	70%	33%	51%	60%	49%	48%
Ph	6.5	5.9	7	5.8	5.6	6.6	5	5.9
Precipitaciones (mm)	53.4	206	153.6	2.6	83.6	244.9	47.2	270.3

Tabla 2: Presencia/ Ausencia de taxones identificados en el sustrato natural durante el período de estudio (2019-2022).

TAXONES	2019		2021				2022	
	10-07	11-11	24-03	19-08	24-09	18-11	01-12	11-03
CHAROPHYTA								
<i>Gonatozygon</i> sp.	+							
<i>Desmidium</i> sp.	+				+			
<i>Staurastrum</i> sp.	+		+					
<i>Staurastrum</i> sp. 2				+	+			
<i>Staurastrum</i> sp. 3						+		
<i>Staurastrum</i> sp. 4							+	
<i>Staurastrum setigerum</i>		+						
<i>Staurastrum sebaldi</i>		+		+	+			+
<i>Staurastrum leptacanthum</i>								+
<i>Micrasterias</i> sp. 1	+	+	+	+				
<i>Micrasterias</i> sp. 2								+
<i>Micrasterias laticeps</i>		+				+	+	
<i>Micrasterias torreyi</i>				+				
<i>Staurodesmus</i> sp.	+				+			
<i>Xanthidium</i> sp.	+							
<i>Euastrum</i> sp. 1	+			+		+	+	
<i>Euastrum</i> sp. 2				+	+	+		
<i>Euastrum</i> sp. 3						+		
<i>Euastrum</i> sp. 4						+		
<i>Euastrum quadricaps</i>		+						
<i>Euastrum subintegrum</i>						+		
<i>Spirogyra</i> sp.	+	+		+		+		
<i>Mougeotia</i> sp.	+							
<i>Cosmarium</i> sp. 1	+	+	+	+				
<i>Cosmarium</i> sp. 2			+			+	+	
<i>Cosmarium margaritatum</i>		+	+					+
<i>Cosmarium pyramidatum</i>		+				+		
<i>Closterium</i> sp.			+	+				
<i>Closterium libellula</i>		+				+		
<i>Closterium parvulum</i>		+	+			+	+	
<i>Closterium setaceum</i>				+	+		+	
<i>Closterium turgidum</i>							+	
<i>Spirotaenia condensata</i>				+				
<i>Spondylosium</i> sp.				+				
<i>Onychonema</i> sp.		+						
<i>Pleurotaenium</i> sp.					+		+	
<i>Actinotaenium wollei</i>		+						
CHLOROPHYTA								
<i>Cylindrocapsa</i> sp.	+							
<i>Crucigenia</i> sp.	+							
<i>Tetrachlorella</i> sp.	+							
<i>Pediastrum</i> sp.	+	+	+	+				
<i>Pediastrum</i> sp. 1					+			
<i>Pediastrum argentinensis</i>				+				+
<i>Pediastrum duplex</i>							+	+
<i>Oedogonium</i> sp.	+	+	+	+	+	+		+
<i>Coelastrum</i> sp.	+							
<i>Coelastrum reticulatum</i> cf.			+		+		+	
<i>Coelastrum microporum</i> cf.				+	+			
<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>				+				
<i>Scenedesmus</i> sp. 1					+			

<i>Scenedesmus</i> sp. 2					+			
<i>Scenedesmus maximus</i>		+			+		+	
<i>Scenedesmus quadricauda</i>				+				+
<i>Scenedesmus acutus</i>				+				
<i>Scenedesmus armatus</i>					+			
<i>Scenedesmus linearis</i> cf.					+			
<i>Diplochloris</i> sp.			+					
<i>Selenastrum gracile</i>		+			+			
<i>Volvox</i> sp.				+				
<i>Dictyosphaerium</i> sp.					+			
<i>Pectodictyon</i> sp.					+			
<i>Sorastrum</i> sp.					+			
<i>Microthamnion</i> sp.					+			
<i>Westella</i> sp. cf.								+
<i>Glaucocystis nostochinearum</i>								+
<i>Torakochloris</i> sp. cf.							+	
<i>Ankistrodesmus benardii</i>							+	+
<i>Koliella</i> sp. cf.						+		
<i>Eudorina</i> sp.				+		+	+	
BACILLARIOPHYTA								
<i>Pinnularia</i> sp.	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Frustulia</i> sp.					+			
<i>Gomphonema</i> sp.				+	+			+
<i>Encyonema</i> sp.			+					
<i>Eunotia</i> sp.			+					
<i>Hantzschia</i> sp.				+	+			
<i>Luticola</i> sp.					+			
<i>Synedra</i> sp.					+			
<i>Stauroneis</i> sp.			+				+	
<i>Stenopterobia</i> sp.			+					
<i>Ctenophora</i> sp.				+				
<i>Navicula</i> sp.		+						
<i>Stauroneis</i> sp.								
CYANOBACTERIA								
<i>Microcystis</i> sp.	+			+				
<i>Microcystis aeruginosa</i>				+	+			
<i>Aphanothece</i> sp.	+				+		+	+
<i>Coelosphaerium</i> sp.	+							
<i>Lyngbya</i> sp.	+						+	+
<i>Leptolyngbya erebi</i> cf.			+					
<i>Gloeotrichia</i> sp.			+				+	+
<i>Scytonema</i> sp.			+			+	+	
<i>Eucapsis densa</i> cf.			+					
<i>Arthrospira</i> sp. cf.				+				
<i>Gomphosphaeria</i> sp.		+						+
<i>Anabaena</i> sp. 1		+						
<i>Anabaena</i> sp. 2					+			
<i>Anabaena sphaerica</i>		+						
<i>Oscillatoria</i> sp.		+		+			+	
<i>Spirulina</i> sp.						+	+	+
<i>Planktolyngbya contorta</i> cf.				+				
<i>Aphanocapsa</i> sp.								+
<i>Rivularia</i> sp.								+
EUGLENOPHYTA								
<i>Euglena</i> sp.	+	+		+			+	
<i>Trachelomona</i> sp.	+							
<i>Trachelomona</i> sp. 1		+						
<i>Trachelomona</i> sp. 2		+						
<i>Trachelomona armata</i>		+		+				
<i>Trachelomona armata</i> var. <i>Longispina</i>		+		+			+	
<i>Trachelomona lafevrei</i> cf.		+						
<i>Trachelomona megalacantha</i>		+		+				
<i>Trachelomona kelloggi</i>			+	+	+		+	
<i>Phacus</i> sp.	+	+	+	+	+		+	+
DINOPHYTA								
<i>Ceratium</i> sp.			+					+
HAPTOPHYTA								
<i>Rhiphidodendron huxleyi</i>		+		+		+		

Tabla 3: Taxones registrados en el sustrato artificial durante el periodo de estudios (Septiembre-Diciembre 2021)

TAXONES	24-09-21	18-11-21	01-12-21
<i>Glaucocystis nostochinearum</i>	+	+	+
<i>Oedogonium</i> sp.	+	+	+
<i>Lyngbya</i> sp.	+	+	
<i>Rhipidodendron huxleyi</i>	+	+	+
<i>Staurastrum tetracerum</i>	+		
<i>Staurastrum sebaldi</i>		+	+
<i>Staurastrum</i> sp. 2		+	
<i>Staurastrum</i> sp. 3			+
<i>Pleurotaenium ehrenbergii</i>	+	+	+
<i>Closterium</i> sp. 1		+	+
<i>Closterium setaceum</i>			+
<i>Closterium closterioides</i> var. <i>Closterioides</i>	+		+
<i>Closterium turgidum</i> var. <i>Giganteum</i>	+		
<i>Closterium libellula</i> cf.		+	
<i>Closterium turgidum</i> cf.			+
<i>Closterium parvulum</i>			+
<i>Cosmarium</i> sp. 1		+	+
<i>Cosmarium</i> sp. 2		+	
<i>Cosmarium</i> sp. 3			+
<i>Cosmarium</i> sp. 4			+
<i>Cosmarium margaritatum</i> var. <i>margaritatum</i>	+	+	
<i>Cosmarium pyramidatum</i>			+
<i>Fragilaria</i> sp.	+		
<i>Ankistrodesmus benardii</i>	+		+
<i>Chaetosphaeridium globosum</i>	+		
<i>Selenastrum gracile</i>	+	+	
<i>Euastrum quadriceps</i> cf.		+	+
<i>Euastrum evolutum</i>			+
<i>Euastrum gemmatum</i>			+
<i>Micrasterias</i> sp. 1		+	+
<i>Micrasterias</i> sp. 2		+	
<i>Micrasterias lateceps</i>		+	+
<i>Micrasterias torreyi</i>		+	
<i>Micrasterias mahabuleswarensis</i>			+
<i>Micrasterias radiosa</i> var. <i>Elegantior</i>		+	
<i>Micrasterias radiosa</i> var. <i>Ornata</i> f. <i>aculeata</i>		+	
<i>Pediastrum dúplex</i>		+	
<i>Pediastrum argentinensis</i>		+	+
<i>Spirogyra</i> sp. 1		+	+
<i>Euglena acus</i>		+	+
<i>Phacus</i> sp.		+	+
<i>Zygnema</i> sp.		+	
<i>Sphaerocystis</i> sp. cf.		+	
<i>Anabaena</i> sp.		+	
<i>Anabaena affinis</i>			+
<i>Cylindrocapsa</i> sp.		+	
<i>Actinotaenium wollei</i>			+
<i>Desmidium grevillii</i>			+
<i>Pinnularia</i> sp.		+	+
<i>Staurodesmus convergens</i>			+
<i>Trachelomona</i> sp. 1			+
<i>Trachelomona armata</i>		+	+
<i>Trachelomona armata</i> var. <i>longispina</i>			+
<i>Trachelomona hispida</i>			+
<i>Trachelomona scabra</i> cf.			+
<i>Trachelomona megalacantha</i>			+
<i>Xanthidium</i> sp.			+
<i>Gomphonema</i> cf.			+
<i>Coelastrum microporum</i> cf.			+
<i>Eudorina</i> sp. cf.			+
<i>Gomphosphaeria</i> sp.			+
<i>Scenedesmus quadricauda</i>			+

<i>Sorastrum</i> sp.			+
<i>Haplotaenium</i> sp.			+

Tabla 4: Distribución de taxones de acuerdo a los sustratos naturales tenidos en cuenta para el estudio.

TAXONES	<i>Utricularia gibba</i>	<i>Salvinia biloba</i>
<i>Oedogonium</i> sp.	+	
<i>Aphanocapsa</i> sp.	+	
<i>Aphanothece</i> sp.	+	+
<i>Microcystis</i> sp.	+	+
<i>Lyngbya</i> sp.	+	+
<i>Oscillatoria</i> sp.	+	+
<i>Anabaena</i> sp. 2	+	
<i>Gomphonema</i> sp.	+	
<i>Pinnularia</i> sp.	+	+
<i>Trachelomona armata</i>		+
<i>Mougeotia</i> sp.	+	
TOTAL	10	6

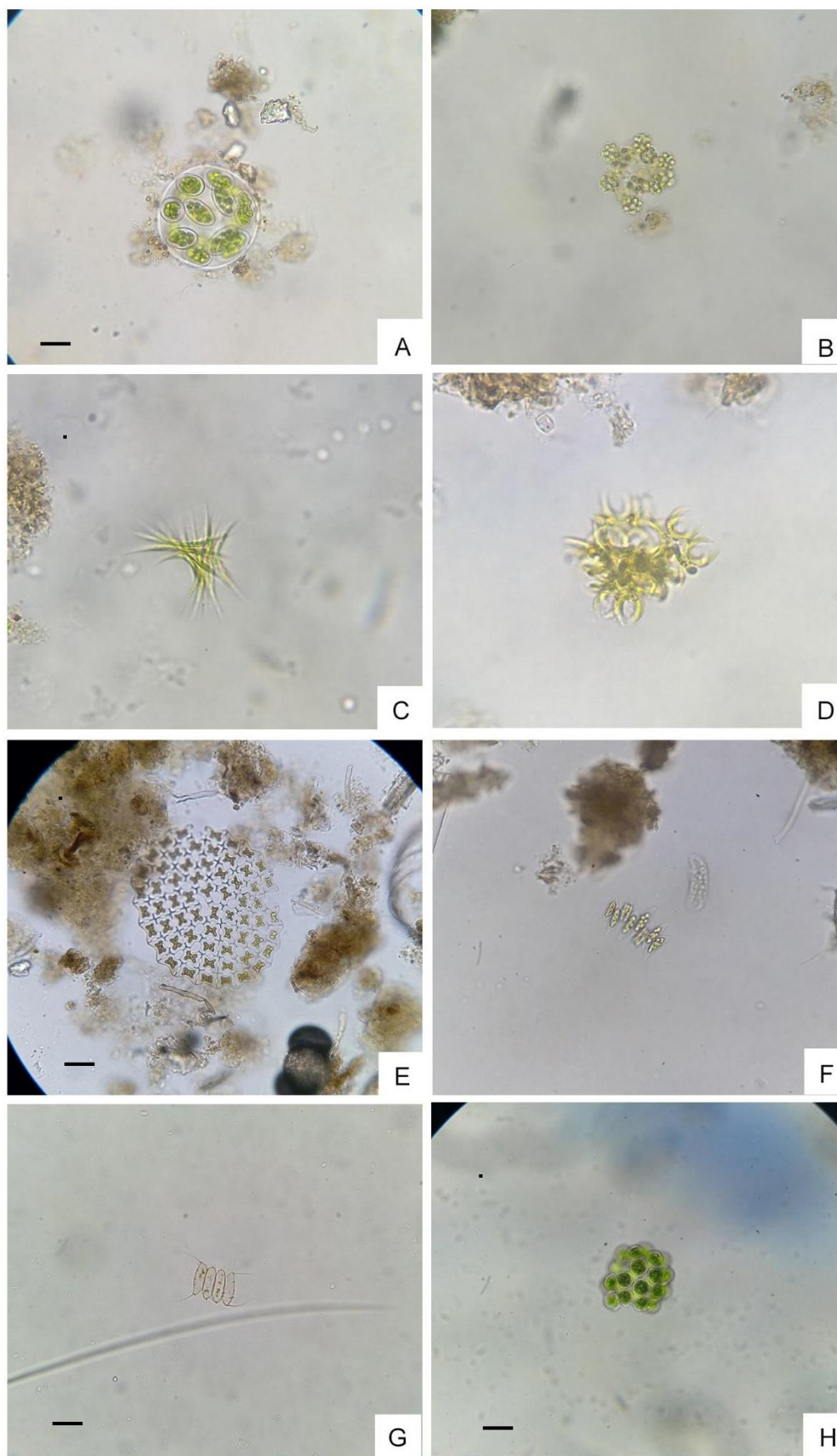


LÁMINA 1: CHLOROPHYTA, A: *Glaucocystis nostochinearum*; **B:** *Westella* sp. cf.; **C:** *Ankistrodesmus* sp.; **D:** *Selenastrum gracile*, **E:** *Pediatrums* sp.; **F:** *Scenedesmus acutus*; **G:** *Scenedesmus quadricauda*; **H:** *Coelastrum reticulatum*. Escala equivale a 5 μ m,

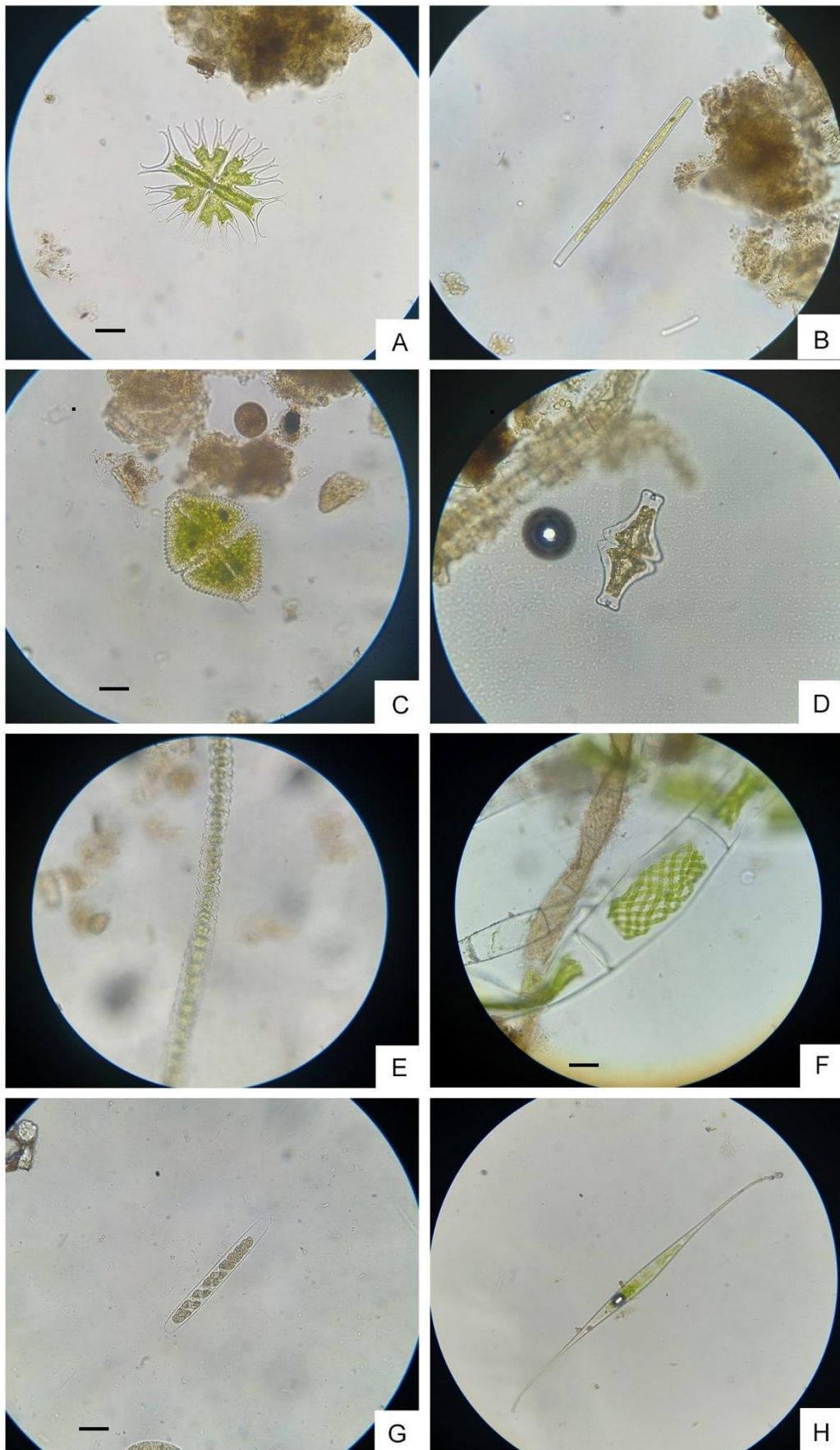


LÁMINA 2: CHAROPHYTA, A: *Micrasterias* sp. 2; B: *Pleurotaenium* sp.; C: *Cosmarium* sp. 2; D: *Euastrum* sp. 1; E: *Desmidium* sp.; F: *Spirogyra* sp.; G: *Spirotaenia condensata*; H: *Closterium setaceum*. Escala equivale a 5 μ m

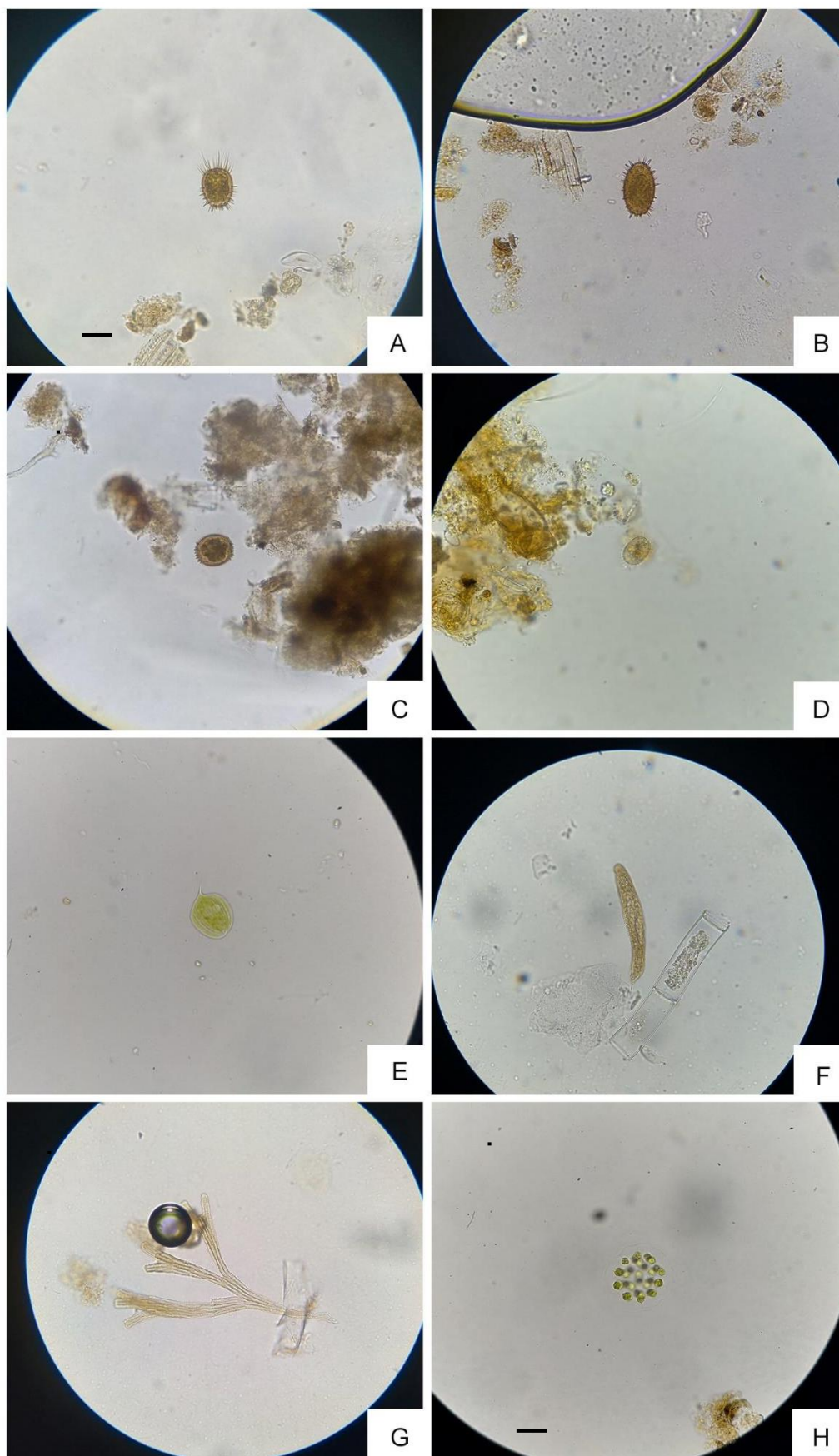


LÁMINA 3: EUGLENOPHYTA, A: *Trachelomona armata* var. *Longispina*; B: *Trachelomona melacantha*; C: *Trachelomona kelloggi*; D: *Trachelomona megalacantha*; E: *Phacus* sp.; F: *Euglena* sp.; **HAPTOPHYTA**, G: *Rhipidodendron huxleyi*; **CHLOROPHYTA**, H: *Eudorina* sp. Escala equivale a 5 μ m.

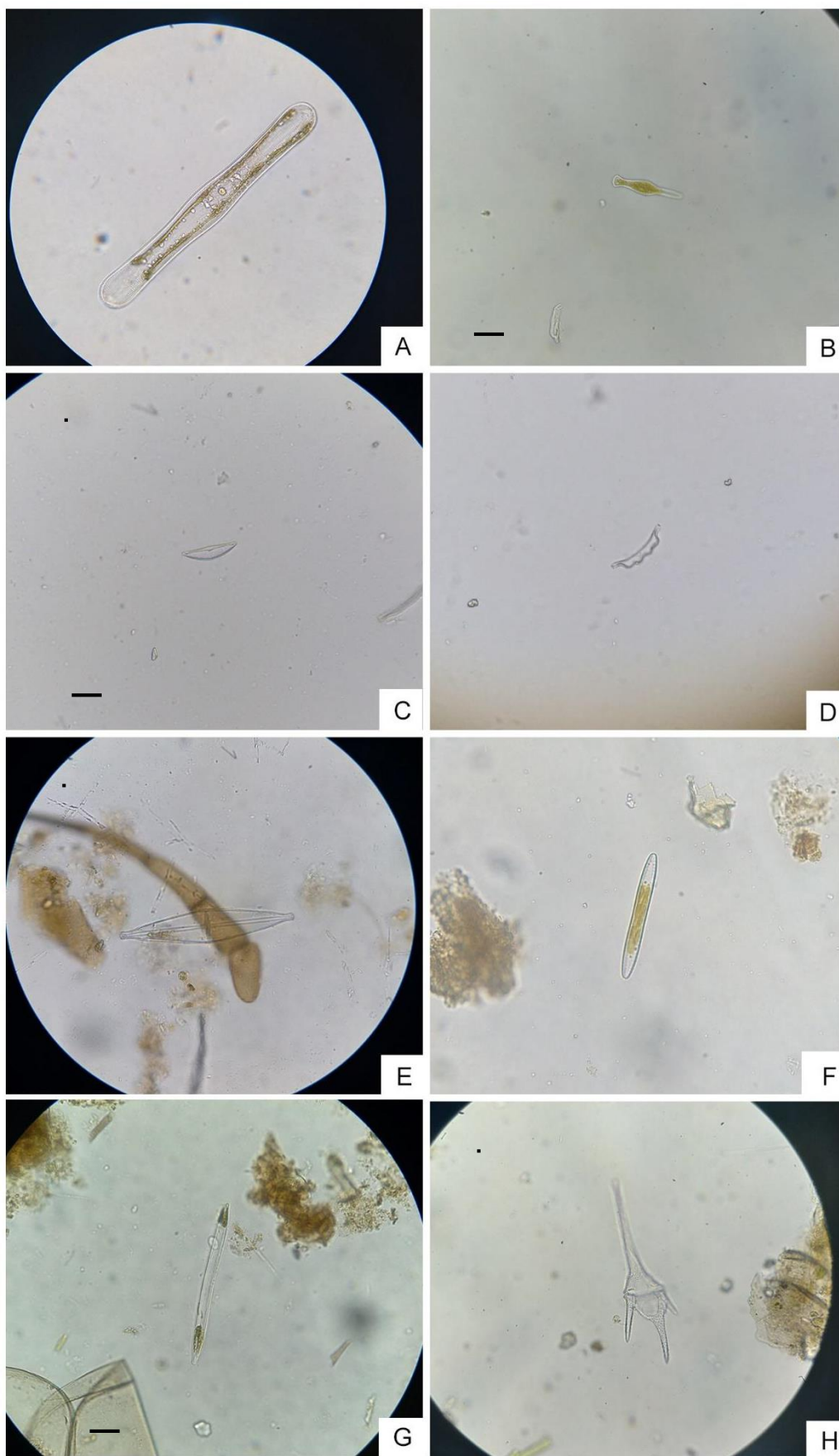


LÁMINA 4: BACILLARIOPHYTA, A: *Pinnularia* sp.; B: *Gomphonema* sp.; C: *Encyonema* sp.; D: *Eunotia* sp.; E: *Stauroneis* sp.; F: *Synedra* sp.; G: *Hatzschia* sp.; DYNOPHYTA, H: *Ceratium* sp. Escala equivale a 5 μ m.

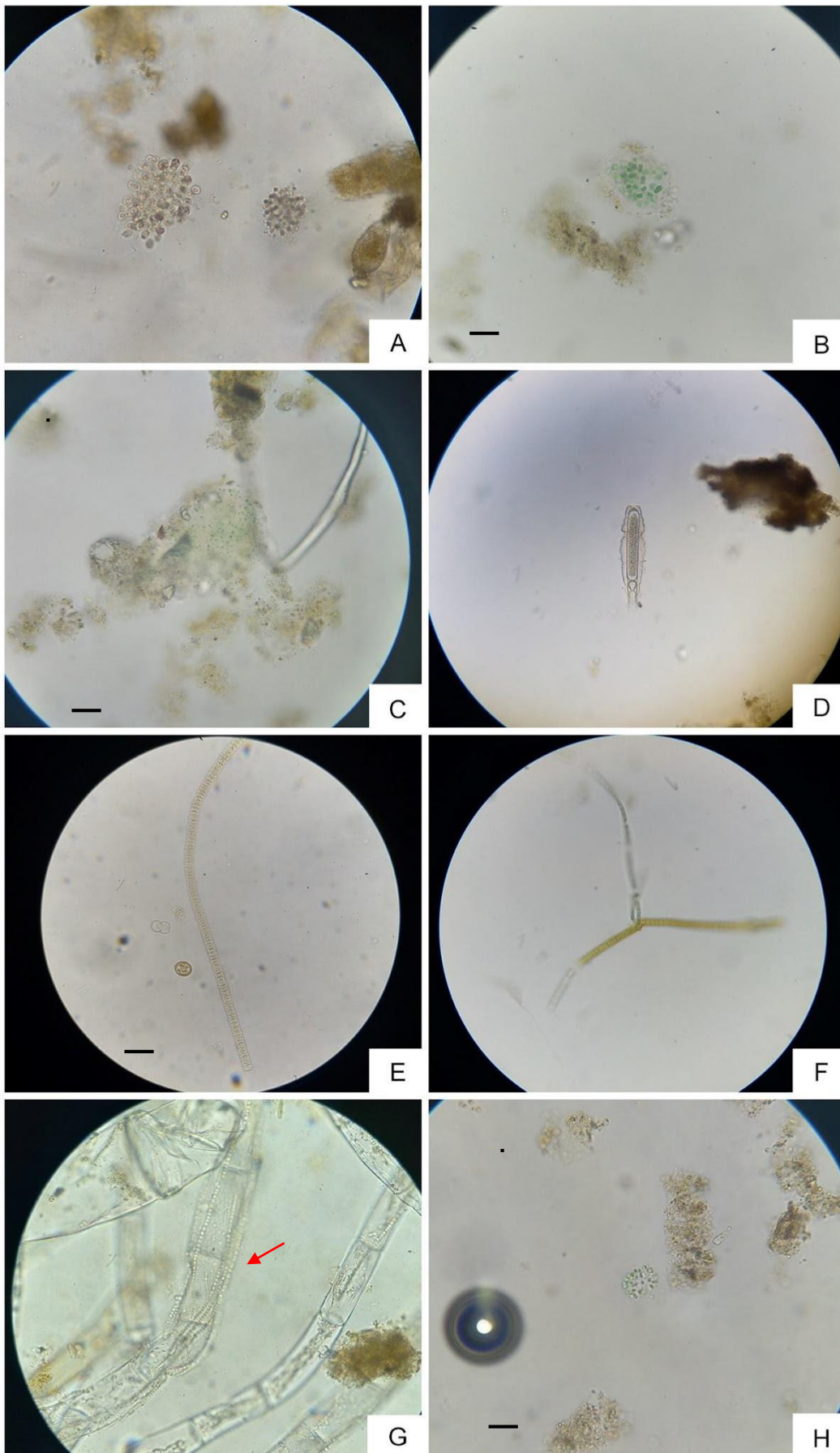


LÁMINA 5: CYANOPHYTA, A: *Microcystis* sp.; B: *Aphanothece* sp.; C: *Aphanocapsa* sp.; D: *Gloeotrichia* sp.; E: *Oscillatoria* sp.; F: *Scytonema* sp.; G: *Anabaena* sp.; H: *Gomphosphaeria* sp. Escala equivale a 5 μ m.

DESCRIPCIÓN DE GÉNEROS DE IMPORTANCIA POR SU POTENCIAL TÓXICIDAD O INVASIVIDAD

Durante el análisis de las muestras se encontraron entre los representantes de Cyanobacteria, algunos de los géneros que presentan especies con antecedentes de potencial toxicidad, como ser: *Microcystis* (Bicudo, et al., 2005), *Aphanocapsa* (Morales, et al., 2017), *Gloeotrichia* (Vallejos, 2008, 2014), *Arthrospira* (Morales, et al., 2017), y *Lyngbya* (Chorus, et. al 1999), además del género *Ceratium* citado como una especie invasora para esta región.

Las cianotoxinas se han clasificado, por su estructura química, en péptidos cíclicos, alcaloides y lipopolisacáridos, mientras que por el efecto tóxico que tienen (Morales, et al., 2017):

- Hepatotoxinas (generalmente afectan el hígado),
- Neurotoxinas (con efectos sobre el sistema nervioso),
- Dermo/citotoxinas (producen lesiones en la piel) y,
- Endotoxinas (producen una serie de respuestas del sistema inmunológico).

- ***Microcystis* Kützinger ex Lemmermann**

Microcystis es un género colonial, típicamente planctónico y que comúnmente forma floraciones en cuerpos de agua eutrofizados. Las colonias pueden ser microscópicas o macroscópicas, esféricas, irregulares o alargadas y a veces forman subcolonias. La envoltura mucilaginosa es siempre incolora y puede ser ancha o estrecha, homogénea o con protuberancia. Las células son esféricas, obligatoriamente con aerótopos dispuestas irregularmente dentro de la colonia o subcolonia. La división celular se produce por fisión binaria en tres planos. Las células hijas crecen alcanzando la forma y el tamaño originales antes de la siguiente división.

Todas las especies de *Microcystis* conocidas son de ambiente acuático y, muchas de ellas son productoras de hepatotoxinas (microcistina) que afectan el hígado (Bicudo, et al. 2005)

- ***Aphanocapsa* Nägeli**

El género *Aphanocapsa* es colonial, con especies que se encuentran principalmente en plancton, bentos, suelo y sobre piedras húmedas. Las colonias pueden ser micro o macroscópicas, con las células distribuidas irregularmente por todo su interior. La envoltura mucilaginosa es comúnmente incolora y homogénea. Las células son esféricas y desprovistas de aerótopos. La división celular se produce por fisión binaria a través de dos planos perpendiculares y, las células hijas crecen hasta que alcanzan la forma y el tamaño originales antes de que se produzca la siguiente división (Bicudo, et al., 2005).

Las distintas especies de *Aphanocapsa* viven en ambientes acuáticos, subaéreos y en suelos; y producen hepatotoxinas (microcistinas) según Morales, et al., 2017.

- ***Gloeotrichia* C. Agardh ex Bornet & Flahault**

Es colonial, micro o macroscópico, generalmente esférico, compuesto por filamentos dispuestos radialmente (la parte basal siempre está orientada hacia el centro de la colonia). La vaina mucilaginosa es firme e incolora o amarillenta. Los tricomas son heteropolares, claramente con una base agrandada y el ápice atenuado, y pueden ser constreñidas a nivel de los septos. Las células tienen forma de barril o

pueden ser cilíndricas. El contenido celular puede ser de color verde azulado, violeta o amarillento y, con o sin aerótopos (Bicudo, et. al., 2005).

La mayoría de las especies de este género vive en la periferia de las aguas continentales. Sólo 2 especies son planctónicas y pueden presentarse también en aguas ligeramente salobres. Existen evidencias de especies potencialmente tóxicas en ambientes de la cuenca del riachuelo (Vallejos, 2014).

- ***Arthrospira* Stizenberger ex Gomont**

Los tricomas son solitarios y planctónicos o forman pequeños agregados bentónicos. En general, son regularmente en espiral, no hay vaina mucilaginosa. A excepción de algunos casos raros, los tricomas no presentan movimiento. Las células suelen ser cuadráticas y los septos son claramente visibles (a veces marcados por una fila de gránulos). El contenido celular es verde-azulado oscuro o castaño y presenta aerótopos sólo en especies planctónicas. La célula apical es redondeada o cónica y casi siempre no tiene engrosamiento polar. La reproducción tiene lugar mediante a la formación de hormogonios u hormocistes, con necridios. (Bicudo, et al., 2005).

Las especies pertenecientes a este género, la mayoría son bentónicas y algunas son planctónicas en regiones tropicales. Dependiendo de la especie pueden secretar neurotoxinas y hepatotoxinas (*A. fusiformis*) o, solo hepatotoxinas (*A. milleri*) (Morales, et al., 2017).

- ***Lyngbya* C. Agardh ex Gomont**

Los filamentos pueden estar aislados o enredarse, formando talos macroscópicos con diversos aspectos (terciopelo, alfombra, pelo, cuero, etc.) sobre el sustrato, que pueden ser plantas, otras algas, conchas, piedras, sedimentos del suelo o roca. La vaina mucilaginosa es firme, incolora, amarillenta, marrón o incluso rojiza. Las células son siempre discoides, en general, al menos cuatro veces más anchas que largas. El contenido celular es de color verde azulado, marrón o violeta, homogéneo o granular, generalmente sin aerótopos, o pueden estar presentes solo en algunas especies típicamente planctónicas. La célula apical es redondeada y presenta comúnmente engrosamiento apical o caliptra.

El género es bastante amplio y bien caracterizado, en general las especies son perifíticas o bentónicas, tanto en aguas continentales como salobres y marinas. Pocas especies son planctónicas en el ambiente terrestre (Bicudo, et al., 2005).

Existe evidencia de este género como potencialmente tóxico, puede presentar saxitoxinas (neurotoxina), Lyngbyatoxin-a, Aplysiatoxins. (Chorus y Bartram, 1999).

- ***Ceratium* Schrank**

Los representantes de *Ceratium* son solitarios, natantes libres y fuertemente aplanados dorsiventralmente. La epiteca termina en una proyección más o menos cónica, alargada y ligeramente girada hacia la derecha. La hipoteca tiene una, dos o tres proyecciones cuyo diseño depende de la variación de temperatura. El cíngulo ecuatorial presenta desplazamiento en espiral. El sulco no se extiende hacia la epiteca. La pared celular (teca) está compuesta por 16 o 17 placas que pueden ser lisas o incluso fuertemente ornamentadas (Bicudo, et. al., 2005). Este género es citado como invasor para Sudamérica. (Taboada, et al. 2021)

