

# **PRINCIPIOS Y MÉTODOS DE LIMNOLOGÍA**

**EJEMPLOS DE URUGUAY**



# **PRINCIPIOS Y MÉTODOS DE LIMNOLOGÍA**

**EJEMPLOS DE URUGUAY**

EDITADO POR  
RAFAEL AROCENA

SECCIÓN LIMNOLOGÍA  
INSTITUTO DE ECOLOGÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES  
FACULTAD DE CIENCIAS  
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

DIRAC  
MONTEVIDEO – URUGUAY  
2016

*Principios y métodos de limnología: ejemplos de Uruguay / Rafael Arocena, editor – Montevideo : DIRAC, 2016.*

328 p. : il., cuadros, fotos.

ISBN: 978-9974-0-1351-3

1. LIMNOLOGÍA 2. AGUAS CONTINENTALES 3. CALIDAD DEL AGUA 4. ECOLOGÍA 5. PALEOLIMNOLOGÍA 6. FITOPLANCTON 7. ZOOPLANCTON 8. PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

I. Arocena, Rafael, editor

CDU 504.4(899)

Este libro es una segunda edición corregida, aumentada y actualizada de *Métodos en ecología de aguas continentales: con ejemplos de limnología en Uruguay*, por R. Arocena y D. Conde (eds.), DIRAC, Facultad de Ciencias, Udelar, Montevideo, 1999.

*Los conceptos vertidos en los libros editados por la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República son de responsabilidad de sus autores. Su publicación no implica que sean compartidos por las mencionadas instituciones.*

Edición y puesta en página: Gabriel Santoro

Diseño de tapa: Alejandro Crosa

Foto de tapa: arroyo Canelón Grande a la altura de ruta 6, Paso de los Difuntos, Canelones, Uruguay.

Publicado por DIRAC – Facultad de Ciencias – Universidad de la República

Iguá 4225 – Montevideo 11400 – Uruguay

Tel.: (+598) 2525.1711 – Fax (+598) 2525.8617

E-mail: [dirac@fcien.edu.uy](mailto:dirac@fcien.edu.uy)

© 1a ed.: DIRAC, Facultad de Ciencias, Udelar, 1999.

© 2a ed. corregida, aumentada y actualizada: DIRAC, Facultad de Ciencias, Udelar, 2016.

# CONTENIDO

---

	<i>Prólogo a la 1ª edición</i>	7
	<i>Introducción a la 1ª edición</i>	9
	<i>Breve introducción histórica</i>	11
Capítulo 1	<i>Investigación en limnología</i> por Rafael Arocena	15
Capítulo 2	<i>Forma y tamaño</i> por Rafael Arocena	31
Capítulo 3	<i>Luz y calor</i> por Rafael Arocena	41
Capítulo 4	<i>Movimiento</i> por Rafael Arocena	51
Capítulo 5	<i>Sedimentos</i> por Rafael Arocena	59
Capítulo 6	<i>Macroconstituyentes</i> por Daniel Conde y Javier Gorga	73
Capítulo 7	<i>Nutrientes</i> por Luis Aubriot, Daniel Conde, Guillermo Chalar y Javier Gorga	95
Capítulo 8	<i>Comunidad microbiana</i> por Claudia Piccini y Daniel Conde	117
Capítulo 9	<i>Fitoplancton</i> por Sylvia Bonilla, Lizet de León y Amelia Fabre	129
Capítulo 10	<i>Algas y cianobacterias del perifiton</i> por Sylvia Bonilla y Daniel Conde	169
Capítulo 11	<i>Hidrófitas</i> por Néstor Mazzeo	185
Capítulo 12	<i>Zooplancton</i> por Daniel Fabián	219
Capítulo 13	<i>Zoobentos</i> por Rafael Arocena	239
Capítulo 14	<i>Peces</i> por Flavio Scasso y Federico Quintans	259
Capítulo 15	<i>Paleolimnología</i> por Dermot Antoniades y Gloria Daners	271
	<i>Referencias bibliográficas</i>	287
	<i>Los autores</i>	323



# PRÓLOGO A LA 1ª EDICIÓN

---

LA LIMNOLOGÍA ES UNA DISCIPLINA CIENTÍFICA DE RECIENTE DESARROLLO en Uruguay. Sin embargo, sus raíces pueden encontrarse ya a comienzo del siglo. Las investigaciones sobre organismos de agua dulce realizadas por el Dr. Ricardo Thomsen, ocupan un papel destacado. Este científico establece en 1924 colaboración con zoólogos y limnólogos europeos, principalmente de Austria y Alemania. Como resultado de esa colaboración, Brehm publica en 1929 el primer trabajo sobre investigaciones hidrobiológicas realizadas en Uruguay, en la revista de más larga trayectoria en limnología: *Archiv für Hydrobiologie*.

A pesar de la importancia que los ecosistemas acuáticos de agua dulce y salobre tienen en Uruguay, el establecimiento de la limnología como rama de la ecología que estudia las características físicas y químicas del agua, la biota, así como las interacciones entre estos componentes, es más reciente. En 1984 se crea en la Facultad de Humanidades y Ciencias el Departamento de Limnología, dirigido desde sus comienzos por el recientemente fallecido Lic. Wilson Pintos, quien introduce un enfoque ecológico a las investigaciones. En sus pocos años de formación, este centro académico ha logrado ocupar un importante rol en la investigación, enseñanza y difusión de la limnología en Uruguay.

Tengo el agrado de introducir esta primera edición del libro *Métodos en ecología de aguas continentales*, el cual, con sus 233 páginas, presenta no solo detallados protocolos experimentales y de laboratorio, sino también ejemplos con datos obtenidos en estudios realizados en ecosistemas acuáticos de Uruguay. En particular quisiera destacar la profesionalidad con la cual los editores así como los diversos autores organizaron los respectivos capítulos, logrando una visión global que incluye no solo métodos tradicionales utilizados en limnología sino también actuales.

Es mi deseo que este manual de métodos ayude a futuras generaciones de limnólogos a obtener un mejor entendimiento del funcionamiento de los ecosistemas acuáticos de agua dulce, y de esta forma ayudar a su preservación.

A. Univ. Prof. Dr. Ruben Sommaruga  
Innsbruck, junio 1999





# INTRODUCCIÓN A LA 1ª EDICIÓN

---

EL AUMENTO DE LA POBLACIÓN MUNDIAL Y DEL CONSUMO *PER CÁPITA* DE agua dulce acaecido durante las últimas décadas, ha conducido a una reducción importante de la calidad del recurso, especialmente en los países del Tercer Mundo. Esto ha llevado a científicos a señalar que el principal problema ambiental a corto plazo será la disponibilidad de agua dulce apta para uso potable, para actividades agropecuarias e industriales, así como para la recreación y la conservación. Las principales alteraciones que han sufrido los cuerpos de agua dulce pueden resumirse en aquellas de índole física (canalización, desecación, embalsado), química (contaminación térmica, radiactiva, orgánica, tóxica) o sanitaria (transmisión de vectores patógenos). Tal disparidad entre demanda y disponibilidad se refleja en los costos que ha alcanzado el recurso en muchos países.

Estos problemas llevan a postular un uso racional y formas más eficaces de gestión del medio acuático, lo que requiere del conocimiento de su funcionamiento. En tal sentido, la limnología juega un papel central en la conservación de los recursos hídricos. Margalef (1983) define la limnología como la ecología de las aguas continentales, mientras Cole (1983) incluye los problemas del uso del agua en el campo de estudio de esta ciencia. Aparte de definiciones, el conocimiento del funcionamiento de los ecosistemas brinda las bases para reducir del impacto antrópico, el mantenimiento de los usos múltiples y la restauración de los sistemas acuáticos alterados.

En Uruguay, tal vez debido a la distribución uniforme y abundante de los recursos hídricos, son relativamente escasos los estudios limnológicos realizados. Si bien la investigación se ha incrementado sustancialmente durante los últimos años, el conocimiento de estos ambientes es aún insuficiente para su correcta gestión.

Sin embargo, la creciente preocupación ambiental ha generado una demanda creciente de técnicas de campo y laboratorio, difícilmente disponibles en una bibliografía dispersa o inaccesible. Por otra parte, la variedad de métodos existente dificulta la comparación de los resultados obtenidos. Al reunir tales métodos en el presente volumen pretendemos a la vez que hacerlos accesibles, realizar un aporte a la necesaria estandarización de la metodología. La inclusión de una selección de referencias sobre otros métodos no desarrollados en el texto, más sofisticados o de reciente desarrollo, sirve de guía para aquellos interesados en profundizar en temas específicos.

El presente texto surgió originalmente como una reedición actualizada del *Manual de Prácticos de Limnología* (Pintos & Arocena 1988), destinado a estudiantes de la Licenciatura de Biología. Sin embargo, las necesidades de otras materias relacionadas, e incluso de otras carreras, reflejo de la diversidad de enfoques con que se aborda hoy la ecología, nos condujo a enfrentar un esfuerzo mayor, destinado a satisfacer un público más amplio y exigente. En diversas ocasiones hemos sido consultados sobre métodos limnológicos por investigadores especializados en aspectos moleculares, fisiológicos o etológicos de organismos y comunidades acuáticas, cuyos trabajos incluyen además el registro de las condiciones del medio donde éstos son colectados.

Asimismo, es cada vez más importante el tratamiento de temas ambientales en la Enseñanza Secundaria, generalmente complementado con trabajos prácticos que requieren de métodos sencillos, claramente detallados y fundamentados, pero difícilmente disponibles.

Organismos públicos a cargo del manejo y control ambiental de los ecosistemas acuáticos, encontrarán en los diversos capítulos una guía práctica para aplicar métodos de monitoreo. Entre las tareas de extensión a la comunidad que los autores del libro han desarrollado en su accionar universitario, se ha procurado asesorar y transferir la metodología antes que efectuar directamente los estudios. Organizaciones no gubernamentales y otros grupos sociales, pero también aficionados y público en general interesados en conocer y preservar ciertos ambientes acuáticos, nos han solicitado información sobre aspectos relacionados a la calidad del agua y sobre las técnicas para su evaluación. Estos protagonistas dispondrán de un compendio con tal información en la presente edición.

Debido a que el libro solo trata sobre técnicas de campo y laboratorio, creímos necesario incluir un primer capítulo a modo de advertencia sobre la totalidad de las fases que componen una investigación, desde la selección de un tema de trabajo hasta la comunicación de los resultados obtenidos. Nuestra intención es que el lector pueda inscribir las técnicas específicas en un contexto más amplio, seleccionándolas de acuerdo a su objetivo particular, y con el fin último de dar a conocer sus resultados.

El resto del libro sigue un ordenamiento clásico, comenzando por los aspectos físicos de los sistemas acuáticos (capítulos 2 al 5)\*, luego los químicos (7 al 11)\* y por último el análisis de las distintas comunidades de organismos (12 al 19)\*. El capítulo 6\* está destinado al estudio de los sedimentos como parte activa del medio acuático, mientras que en el capítulo 20\* se los analiza como registro histórico del mismo.

Todos los capítulos se inician con una breve introducción que incluye la definición, explicación e importancia del tema. Sigue una organización jerárquica, en la que en general los subcapítulos corresponden a diferentes parámetros o grupos de parámetros similares. Cada tema es abordado por un especialista cuyo estilo se ha respetado, lo que necesariamente condujo a cierta heterogeneidad en la presentación de los capítulos.

Al final de cada capítulo se incluye, como corolario de los aspectos más técnicos, una sección destinada a presentar algunos resultados de trabajos limnológicos llevados a cabo en Uruguay. De esta forma, se pretende por un lado dar a conocer datos que puedan servir de referencia a los lectores, y por otro ilustrar sobre las diversas maneras de presentar resultados mediante listas, tablas y gráficas.

Con el presente texto, nuestro objetivo es introducir a un amplio rango de potenciales actores de la problemática ambiental, en la fascinante complejidad de los aspectos más aplicados de la limnología. Es de esperar que este aporte contribuya a la toma de conciencia sobre la urgente necesidad de un uso racional del entorno en que vivimos, tarea para lo cual resulta indispensable la comprensión de su funcionamiento sobre bases científicas ciertas.

*Rafael Arocena y Daniel Conde*  
1999

\* (se refiere a la numeración de los capítulos de la primera edición de 1999)

# BREVE INTRODUCCIÓN HISTÓRICA

---

LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA DEL SIGLO XVII, LIDERADA POR LA FÍSICA Y DE carácter mecanicista, tomó el camino de la experimentación cuantitativa que enseñara Galileo (1564-1642) y el análisis de las partes como sugería Descartes (1596-1650). En cambio, la historia natural del siglo XVIII, liderada por Linneo (1707-1778), Buffon (1707-1788), Lamarck (1744-1829) y Humboldt (1769-1859), tenía un enfoque más descriptivo, cualitativo e integral (McIntosh 1987).

El término “biología” –del griego βίος (*bíos*: vida) y λόγος (*lógos*: estudio o tratado)– fue propuesto y definido en 1802 por Lamarck, considerado por ello el padre fundador de esta ciencia por algunos. Botánico y zoólogo, fue el primero en postular ideas sobre la evolución. Por su parte, el zoólogo alemán Haeckel (1834-1919) fue el primero en publicar en 1866 el término “ecología” –del griego οἶκος (*oíkos*: casa o habitación) y λόγος (*lógos*: estudio o tratado)–. Si bien Haeckel la consideraba una rama de la fisiología, otros a principios del siglo XX la consideraron como la nueva historia natural (McIntosh 1987).

La ecología nace de la confluencia a fines del siglo XIX de la historia natural, renovada por la teoría de la evolución de Darwin (1809-1882), y de la fisiología impulsada por Pasteur (1822-1895). Un poco esquemáticamente, habría dos visiones extremas de la ecología herederas de sus dos orígenes: 1) analítica, basada en estudios de laboratorio, de partes y procesos de los organismos, buscando datos con precisión y 2) holística, que estudia todo el organismo en su medio natural, buscando amplias regularidades a través de modelos apropiados para abordar sistemas complejos. En el primer caso se tiende al reduccionismo (separación de sistemas complejos en otros más simples). En el segundo, a las grandes descripciones y pocas leyes.

Esta dicotomía se plantea en forma explícita en la historia de la ecología, pero está presente en toda la biología así como en sus instituciones. En ecología, la observación desempeña un rol más importante que la experimentación. El estudio de las relaciones de los seres vivos entre sí y con el medio no puede realizarse plenamente en el laboratorio debido a la dificultad de reproducir las condiciones ambientales, una de las razones que explican el lento y tardío desarrollo de la disciplina. La ecología como disciplina se enfrenta a la dificultad de generalizar y extrapolar sus resultados en escalas espaciales y temporales amplias y dificultad de hacer predicciones a largo plazo. Los criterios convencionales de la ciencia, delineados por filósofos y físicos, han sido difíciles de aplicar a los fenómenos ecológicos (McIntosh 1987).

La limnología –del griego λίμνη (*limnē*: laguna) y λόγος (*lógos*: estudio o tratado)– habría nacido en 1892, cuando el biólogo suizo François Alphonse Forel (1841-1912) publica “*Le Léman: Monographie Limnologique*”. Es una época influenciada por el evolucionismo y la ecología, en la que se sintetiza el conocimiento previo de los cuerpos de agua aportado por la hidrobiología. Forel, en el primer manual de limnología de 1901, la define como la ciencia hermana de la oceanografía que describe observaciones y teorías de los lagos en general. Además de acuñar el nombre, Forel cambió el enfoque de hidrobiología a ecología, pasando a considerar el lago como un todo (Esteves 2011). Él veía los lagos como sistemas cerrados, los micro-

cosmos que nombraba Forbes en 1887. Con ello implicaban la necesidad de conocer el todo para poder entender cualquiera de sus partes, 60 años antes que lo dijera von Bertalanffy (1901-1972) en su Teoría general de sistemas.

Durante la primera mitad del siglo XX la limnología tuvo un carácter predominantemente descriptivo, dominada por la clasificación de los lagos según su estado trófico (Margalef 1983). Naumann en Suecia y Thienemann en Alemania lideraron estos estudios. Ambos fundaron la Sociedad Internacional de Limnología (SIL), que en su primer congreso en 1922 definió a la disciplina como el estudio de todas las aguas dulces (*freshwaters*), interiores (*binnengewasser*) o epicontinentales. Aunque incluía a las aguas corrientes (potamología), recién en la década del 70 los ríos adquirieron importancia en los congresos de la SIL y se realizaron las primeras reuniones y publicaciones sobre ríos (Hynes 1970; Oglesby *et al.* 1972; Whitton 1975).

A mediados del siglo pasado sobresale la figura de Hutchinson (1903-1991), tanto en limnología como en ecología general. Hutchinson sostenía que la competencia por recursos para la investigación favorecería el aislacionismo de pequeños grupos endogámicos, y que el todo es mucho más fuerte y fecundo que las pequeñas piezas aisladas. También fue de los primeros en resaltar la importancia de las contribuciones interdisciplinarias, las que deben sustentarse tanto en una formación amplia como mediante el trabajo conjunto de distintos especialistas.

En la segunda mitad del siglo pasado la limnología adquiere un carácter más experimental y universal (Esteves 2011), atendiendo al funcionamiento de todo el ecosistema y de las interacciones entre las distintas comunidades. Ante la necesidad de estandarizar la diversidad de métodos que dificultaba la comparación de resultados, surge el Programa Internacional de Biología (IBP, por su sigla en inglés) que publica varios manuales de métodos de investigación (entre otros Edmondson & Winberg 1971; Golterman *et al.* 1978; Downing & Rigler 1984). Esta especialización a su vez requiere del trabajo interdisciplinario para sintetizar los aportes de las diversas ciencias.

La limnología tuvo un rápido desarrollo en las últimas décadas del siglo pasado. Según Margalef (1994), fue debido más a las demandas sociales para resolver los problemas con el agua, y gracias a los fondos disponibles para ello, que por los avances científicos obtenidos. Como el resto de la ecología, la limnología cobró notoriedad con la crisis ambiental de los 60, pero también generó confusión al pretender resolver los problemas de la ecología global. Se le exigió que incluyera al hombre en sus problemas sin tener bases para ello, y también se la confundió con ecologismo.

Aunque el enfoque actual incorpora más experimentación, la observación y registro de datos de campo es aún importante para generar y probar hipótesis y monitorear el ambiente. Pero ya no se trata de reunir tantos datos de campo como sea posible, sino de hacerlo de modo sistemático, riguroso y eficiente, con objetivos e hipótesis claramente definidos que guíen la forma de tomar los datos.

La limnología en Sudamérica, donde hay menos lagos que en el hemisferio norte pero muchos ríos, embalses y lagunas costeras, comenzó con los expedicionarios europeos de la época colonial. Tanto en Brasil (Esteves 2011) como en Argentina (López & Mariazzi 1994) la limnología se desarrolló de la mano de la piscicultura en las primeras décadas del siglo XX. En 1982 se crea la Sociedad Brasileira de Limnología y en 1984 la Asociación Argentina de Limnología, cuyos congresos recibieron varias comunicaciones de limnólogos uruguayos.

En Uruguay los precursores de la limnología fueron Ergasto Cordero (1890-1951) y Ricardo Thomsen (1878-1963), miembro de la Sociedad Internacional de Limnología desde sus inicios, ambos estudiosos de los protistas a partir de los años 20. Fernando de Buen (1895-1962), exiliado de la guerra civil española, trabajó en los ríos Uruguay y Negro y destacó en 1949 la importancia de la limnología y la oceanografía en el país (Conde & Sommaruga 1999).

En los años 70 se crea el Departamento de Ecología y en 1984 el de Limnología, ambos en la ex Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad de la República. Las primeras investigaciones refieren a temas de calidad de agua en los ríos Uruguay (Pintos *et al.* 1993) y Santa Lucía (Méndez *et al.* 1988) y el arroyo Toledo-Carrasco (Arocena & Chalar 1989). Otras refieren a eutrofización en distintos sistemas lénticos como las represas del río Negro y Salto Grande (Chalar & Conde 2000), las lagunas costeras del este (Sommaruga & Conde 1990; Pintos *et al.* 1991), los lagos Ton-Ton (Fabián & Schinca 1990) y Rodó (Sommaruga & Conde 1997), vinculando en general aspectos básicos y aplicados.

A partir de la reinstalación de la democracia en 1985, se recuperaron y crearon en Uruguay varias instituciones que alentaron el regreso de numerosos científicos. Muchos de ellos, emparentados con disciplinas experimentales, vinieron a actualizar y enriquecer la visión más descriptiva, predominante entonces en la biología nacional. Sin embargo, junto con sus valiosos aportes –impulsando la búsqueda de financiación de proyectos y la publicación internacional de resultados–, impusieron conceptos tan discutibles y elitistas como el de la “excelencia”, término con alta carga de individualismo y competencia. Relacionado con esto vino el criterio del número de “*papers*” como valor casi absoluto y excluyente para evaluar la actividad de los investigadores. Si bien esa era una carencia a corregir, nunca debió implicar la desatención de muchas otras actividades académicas, tan necesarias como las publicaciones y muchas veces imprescindibles para que éstas tuviesen lugar, como la formación de los investigadores y la instalación e implementación de nuevos laboratorios y métodos.



*Se indica para cada autor: nombre, títulos académicos, lugares de trabajo, áreas de desempeño profesional y correo electrónico. Las instituciones mencionadas son uruguayas salvo indicación expresa.*

### DERMOT ANTONIADES

Dr. en Geología, Universidad de Toronto, Canadá, 2004. Posdoctorado en Ecología y paleoecología de ambientes acuáticos del Ártico, Universidad Laval, Quebec, Canadá, 2010.

Docente Libre de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Prof. Adjunto del Departamento de Geografía, Universidad Laval, Quebec, Canadá.

Investiga en paleolimnología.

dermot.antonιάdes@cen.ulaval.ca

### RAFAEL AROCENA

Dr. en Ciencias Naturales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina, 2000.

Prof. Adjunto y Encargado de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Investiga el zoobentos y la calidad del agua en sistemas fluviales.

rarocena@fcien.edu.uy

### LUIS AUBRIOT

Dr. en Ciencias Biológicas (Ecología), PEDECIBA-Facultad de Ciencias, Universidad de la República, 2008.

Asistente de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Investiga la asimilación de nutrientes por microalgas y la calidad del agua.

laubriot@fcien.edu.uy

### SYLVIA BONILLA

Dra. en Ciencias Biológicas, PEDECIBA-Facultad de Ciencias, Universidad de la República, 2002. Posdoctorado en Limnología, Universidad Laval, Quebec, Canadá, 2004.

Prof. Adjunta de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Investiga la ecología y fisiología del fitoplancton, con énfasis en cianobacterias de ecosistemas de aguas continentales.

sbon@fcien.edu.uy

### GUILLERMO CHALAR

Dr. en Ciencias de la Ingeniería Ambiental, Universidad de San Pablo, Brasil, 1998.  
Asistente de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Investiga la química y la calidad del agua y el sedimento.  
gchalar@fcien.edu.uy

### DANIEL CONDE

Dr. en Ciencias Biológicas (Ecología), PEDECIBA-Facultad de Ciencias, Universidad de la República, 2001.

Prof. Agregado de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Investiga la producción primaria, la química del agua, la gestión costera y en microbiología.

vlad@fcien.edu.uy

### GLORIA DANERS

Lic. en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, 1992.

Asistente del Departamento de Paleontología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Investiga en paleopalinología.

glo@fcien.edu.uy

### LIZET DE LEÓN

Ms. en Ciencias Biológicas (Botánica), Universidad de Concepción, Chile, 2000.

Ex Asistente de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Integra un equipo técnico multidisciplinario que entiende en temas de medio ambiente en el Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.

Investiga el fitoplancton.

lizet.deleon@mvtoma.gub.uy

### DANIEL FABIÁN

Dr. en Ciencias Biológicas, Universidad de Granada, España, 2002.

Ex Asistente de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Investiga el zooplancton y es formador de docentes.

danielfabianroland@gmail.com

### AMELIA FABRE

Ms. en Ciencias Biológicas (Ecología), PEDECIBA-Facultad de Ciencias, Universidad de la República, 2015.

Ex Ayudante de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Consultora en fitoplancton para el Programa de Monitoreo de Fitoplancton Nocivo, Laboratorio de Fitoplancton, Departamento de Biología Poblacional, Dirección Nacional de Recursos Acuáticos.

Investiga la ecología y fisiología de cianobacterias y la ecología del fitoplancton marino potencialmente nocivo.

ameliafabre@gmail.com



### JAVIER GORGA

Ex Asistente de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Investiga la química del agua.

dart@fcien.edu.uy

### NÉSTOR MAZZEO

Dr. en Ciencias, Universidad de Concepción, Chile, 1996.

Ex Prof. Adjunto de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Prof. Agregado del Departamento de Ecología Teórica y Aplicada, Centro Universitario Regional Este, Universidad de la República.

Investiga las macrófitas y en ecotoxicología.

mazzeobeyhaut@yahoo.com

### CLAUDIA PICCINI

Dra. en Ciencias Biológicas, PEDECIBA-Facultad de Ciencias, Universidad de la República, 2006.

Prof. Agregado de Investigación Profesional del Departamento de Microbiología, Instituto de Investigaciones Biológicas “Clemente Estable”.

Investiga en ecología microbiana acuática.

cpiccini@iibce.edu.uy

### FEDERICO QUINTANS

Ms. en Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, Universidad de la República, 2008.

Asistente de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República.

Investiga el necton y la calidad del agua.

cara@fcien.edu.uy

### FLAVIO SCASSO

Dr. en Ciencias Ambientales, Universidad de Concepción, Chile, 1996.

Ex Asistente de la Sección Limnología, Facultad de Ciencias, Universidad de la República. Analista en el Área de Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Investiga el necton y la restauración de ambientes acuáticos.

flavio.scasso@undp.org