



I I M Y C

Serie: Informes científico-técnicos del  
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras

## Informe Técnico N°47

Estado ambiental y biodiversidad de la Laguna Nahuel Rucá y sus arroyos asociados



Autores: Andrea Bertora, Verónica Taglioretti, Juan José Rosso, Asunción Romanelli, Alejandro Baladrón, Nicolás Mariano Chiaradia, María Soledad Fontanarrosa, Paula Marcotegui y Dra. María Alejandra Rossin.  
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC) UNMdP-CONICET  
Mar del Plata, Argentina

Mar del Plata, febrero 2026

Citar como: Bertora A, Taglioretti V, Rosso JJ, Romanelli A, Baladrón A, Chiaradia NM, Fontanarrossa MS, Marcotegui P, Rossin MA. (2026). Estado ambiental y biodiversidad de la Laguna Nahuel Rucá y sus arroyos asociados. Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras N°47 (UNMdP-CONICET). 38pp. ISSN 2796-9088

Este informe responde a una solicitud de información por parte del Sr. Pedro Urrutia.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.

### **ISSN 2796-9088**

La “Serie: Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras” se aloja en el sitio <https://www.iimyc.gob.ar/iimyc/es/informes-tecnicos/>

La utilización, redistribución, traducción y creación de obras derivadas de la presente publicación están autorizadas, a condición de que se cite la fuente original y que las obras que resulten sean publicadas bajo las mismas condiciones de libre acceso. Esta licencia se aplica exclusivamente al texto de la presente publicación. Para utilizar cualquier otro material que aparezca en ella (tal como textos, imágenes, ilustraciones o gráficos), será necesario pedir autorización a la Dirección del IIMyC [iimyc@mdp.edu.ar](mailto:iimyc@mdp.edu.ar). No está permitido utilizar el logotipo del IIMyC.

Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: “La presente traducción no es obra del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). El IIMyC no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en el/los idiomas que se publique será el texto autorizado”.

Mar del Plata, febrero 2026

# ESTADO AMBIENTAL Y BIODIVERSIDAD DE LA LAGUNA NAHUEL RUCÁ Y SUS ARROYOS ASOCIADOS

Andrea Bertora<sup>1</sup>, Verónica Taglioretti<sup>2,8</sup>, Juan José Rosso<sup>3,8</sup>, Asunción Romanelli<sup>4,7,8</sup>, Alejandro Baladrón<sup>5,6,8</sup>, Nicolás Mariano Chiaradia<sup>5,6,8</sup>, María Soledad Fontanarrosa<sup>1</sup>, Paula Marcotegui<sup>2,8</sup>, María Alejandra Rossin<sup>2,8</sup>

<sup>1</sup>Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires – Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Tandil, Argentina.

<sup>2</sup> Grupo Ictioparasitología.

<sup>3</sup> Grupo de Biotaxonomía Morfológica y Molecular de Peces.

<sup>4</sup> Grupo de Hidrogeología.

<sup>5</sup> Grupo Vertebrados.

<sup>6</sup> Departamento de Biología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata.

<sup>7</sup> Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario “Dr. Enrique Jorge Schnack” (IGCyC), Universidad Nacional de Mar del Plata – Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Mar del Plata, Argentina.

<sup>8</sup> Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Universidad Nacional de Mar del Plata – Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas. Mar del Plata, Argentina.

[Correspondencia: M. Alejandra Rossin <[mrossin@mdp.edu.ar](mailto:mrossin@mdp.edu.ar)>]

**RESUMEN.** La región pampeana está dominada por extensas praderas que alternan con numerosas lagunas someras, muchas de las cuales están conectadas con cursos de agua. Estos ambientes acuáticos brindan múltiples servicios ecosistémicos a la sociedad constituyéndose como entornos de gran relevancia. A partir del trabajo entre diferentes áreas del conocimiento como la parasitología, ictiología, hidrología, ornitología y ecología, se buscó conocer y comprender de forma integral la biodiversidad y dinámica de estos ecosistemas. Este abordaje se llevó adelante en el marco de dos proyectos científicos, “*El rol de las lagunas de la región pampeana y sus arroyos asociados como estructuradores de las comunidades parasitarias de peces*” y “*Diversidad y abundancia de aves acuáticas en lagunas someras de la pampa deprimida*”, financiados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 1156-19) y la Asociación Internacional de Aves Acuáticas Silvestres, donde participaron los grupos de investigación de Ictioparasitología, Biotaxonomía Morfológica y Molecular de Peces, Hidrogeología y Vertebrados del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (CONICET-UNMDP), y el Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable (UNCPBA-CIC). A partir de los resultados obtenidos de ambos proyectos en la localidad de estudio (laguna Nahuel Rucá y arroyos asociados), el propietario de la Estancia Nahuel Rucá, Sr. Pedro Abel Urrutia, solicitó un Informe Científico-Técnico con el fin de obtener información ambiental y sobre la biodiversidad presente en la laguna Nahuel Rucá y sus arroyos para fines educativos y de divulgación científica. En este informe se presentan parámetros sobre la calidad del agua, la estructura del hábitat, la ribera de los arroyos, la riqueza de aves (58 especies), la riqueza de peces (13 especies) y sus parásitos asociados (60 especies en 4 especies de peces analizados hasta el momento). Se destaca la importancia de la laguna Nahuel Rucá y sus arroyos como reservorio de una gran diversidad de organismos y la necesidad de su protección y conservación ya que al menos 7 especies de invertebrados han sido ya descritas en esta localidad y otras se encuentran en proceso de descripción. Además, la gran variedad de ambientes que ofrece la laguna favorece la abundancia y riqueza de especies de aves y peces. El presente informe, también incluye la confección de fichas ecológicas de las diferentes especies de aves, peces y parásitos de peces presentes que serán utilizadas con fines informativos y educativos tanto para las actividades que se desarrollan en el establecimiento como para actividades de divulgación realizada por los investigadores de este proyecto. La transferencia de este conocimiento sobre la diversidad de estos ecosistemas a diferentes actores sociales es necesaria e importante para la gestión sustentable y la conservación de estos ecosistemas.

**ABSTRACT. Environmental Condition and Biodiversity of the Nahuel Rucá Shallow Lake and its Associated Streams.** The Pampean region is dominated by extensive grasslands interspersed with numerous shallow lakes, many of which are interconnected with watercourses. These aquatic environments provide multiple ecosystem services and represent high-relevance ecological settings. Through an interdisciplinary collaboration involving parasitology, ichthyology, hydrology, ornithology, and ecology, this study aimed to comprehensively understand the biodiversity and dynamics of these ecosystems. This approach was conducted within the framework of two scientific projects: “The role of Pampean shallow lakes and their associated streams as structurers of fish parasite communities” and “Diversity and abundance of waterbirds in shallow lakes of the Flooding Pampa,” funded by the National Agency for Scientific and Technological Promotion (PICT 1156-19) and the International Wild Waterfowl Association. These projects involved research groups in Ichthyoparasitology, Morphological and Molecular Fish Biotaxonomy, Hydrogeology, and Vertebrates from the Institute of Marine and Coastal Research (CONICET-UNMDP) and the Multidisciplinary Institute on Ecosystems and Sustainable Development (UNCPBA-CIC). Based on the findings from both projects at the study site (Nahuel Rucá Lake and associated

streams), the owner of Estancia Nahuel Rucá, Mr. Pedro Abel Urrutia, requested a Scientific-Technical Report to obtain environmental and biodiversity data for educational and outreach purposes. This report presents parameters on water quality, habitat structure, riverbanks, bird richness (58 species), fish richness (13 species), and their associated parasites (60 species across 4 fish species analyzed to date). The findings highlight the importance of Nahuel Rucá Lake and its streams as reservoirs of high biological diversity and emphasize the need for their protection and conservation; notably, at least seven invertebrate species have already been described at this location, with others currently in the description process. Furthermore, the wide variety of environments offered by the lake promotes high abundance and species richness of birds and fish. This report also includes ecological fact sheets for the various species of birds, fish, and fish parasites, intended for informative and educational use within the establishment and for outreach activities conducted by the researchers. The transfer of knowledge regarding the diversity of these ecosystems to different social actors is essential for sustainable management and conservation.

**Palabras clave:** Biodiversidad, Homedales pampeanos, Laguna Nahuel Rucá, Arroyo Dulce, Arroyo Sotelo, Aves, Condición ambiental, Parásitos, Peces

**Key words:** Biodiversity, Geomorphology, Cliffs, Urban Pressure, Land Use, Natural Heritage

## INTRODUCCIÓN

La región pampeana alberga uno de los suelos más productivos de Argentina donde además se emplazan grandes centros urbanos. En este paisaje existen una gran cantidad de lagunas y una densa red de drenaje con numerosos arroyos. Las lagunas pampeanas son ambientes poco profundos, naturalmente ricos en nutrientes y con mezcla recurrente de sus aguas (sin estratificación térmica) (Quirós et al. 2002). Por su parte, los arroyos de la llanura pampeana son sistemas de baja velocidad del agua (escasa pendiente), alta concentración de nutrientes, vegetación de ribera naturalmente herbácea y fondo dominado por sustratos finos (Feijóo et al. 1999).

La región pampeana ha sufrido una transformación gradual en el uso del suelo en respuesta a los avances de la urbanización y la actividad agrícola. En consecuencia el agua (aguas continentales, costeras y subterráneas) se ve afectada por el paisaje que la rodea y la variabilidad climática propia de la región (Rodríguez Capítulo et al. 2010, Lima et al. 2015). En función de los cambios en los patrones de usos de suelo de las últimas décadas, se han producido efectos negativos sobre su estado ambiental, afectando directa e indirectamente a los organismos acuáticos. Ciertamente la presión ambiental sobre las lagunas y los arroyos no es la misma a lo largo de toda la región, siendo mayor cerca de los centros urbanos y en las zonas donde la agricultura y la ganadería se desarrollan más intensamente.

El estado ambiental y la respuesta de los organismos a los cambios en el uso del suelo se conocen aún muy poco. Esta es una situación desfavorable frente al constante avance de la frontera agrícola y la intensificación de las actividades antrópicas (urbanización, minería, agricultura, ganadería, entre otras) en toda la región. Las lagunas y arroyos de la región pampeana representan sitios relevantes para la conservación de la biodiversidad, pesca recreativa y deportiva, reservorios de agua dulce para consumo de poblaciones animales y humanas, destinos turísticos, espacios para la recreación, navegación y educación ambiental. Se trata de ambientes que brindan múltiples servicios ecosistémicos a la sociedad constituyéndose como ecosistemas de gran relevancia. Por lo tanto, la caracterización del estado ambiental y la biodiversidad presente en estos cuerpos de agua, en constante transformación, es clave para un correcto diagnóstico y un oportuno avance hacia medidas concretas de manejo y conservación.

La laguna Nahuel Rucá está ubicada en el km 469 de la ruta provincial 11 en el partido de Mar Chiquita al sudeste de la

provincia de Buenos Aires. En sus cercanías, hacia el Este, se encuentra la laguna Mar Chiquita y, hacia al Norte, la laguna Hinojales. La laguna posee un único afluente, el arroyo Dulce, y un efluente, el arroyo Sotelo, el cual vierte las aguas en la laguna costera Mar Chiquita. La laguna Nahuel Rucá es una laguna turbia, somera, polimictica y permanente (Romanelli et al. 2013), con alto nivel de eutrofización desde su origen (Quirós & Drago 1999), al igual que muchas lagunas de la región. Se sitúa en dos propiedades privadas dedicadas al turismo rural y la ganadería con pasturas naturales. En los terrenos circundantes se desarrollan actividades agrícolas. Tanto la laguna Nahuel Rucá como los arroyos asociados cumplen un rol fundamental como refugio para la biodiversidad regional convirtiéndose, por ejemplo, en un epicentro de vital importancia para la migración y reproducción de numerosas especies de aves (Josens et al. 2009, 2012).

Dada su relevancia, diversos actores sociales se encuentran muy vinculados con estos ecosistemas e interesados en el conocimiento y cuidado de los mismos. En particular, el presente Informe Científico-Técnico surge del interés y solicitud por parte del Sr. Pedro Urrutia propietario de la Estancia Nahuel Rucá de conocer con mayor profundidad aspectos fundamentales sobre la situación ambiental y los organismos presentes en la laguna Nahuel Rucá y sus arroyos asociados.

Para atender a esta solicitud, aquí se presentan los principales resultados de las actividades de investigación que se realizaron en el marco de dos proyectos de investigación que fueron llevados a cabo casi simultáneamente en dicho establecimiento. Uno de los proyectos se denomina "EL ROL DE LAS LAGUNAS DE LA REGIÓN PAMPEANA Y SUS ARROYOS ASOCIADOS COMO ESTRUCTURADORES DE LAS COMUNIDADES PARASITARIAS DE PECES". El mismo fue financiado por el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT, PICT 1156-19) y llevado adelante por integrantes de los grupos de investigación Ictioparasitología, Biotaxonomía Morfológica y Molecular de Peces (BIMOPE), Vertebrados, Hidrogeología e integrantes del Servicio de apoyo de campañas y adquisición de datos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Universidad Nacional de Mar del Plata - Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas junto con el Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires - Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Dicho proyecto involucra no sólo el estudio

de las comunidades parasitarias de estos sistemas hidrológicos sino también su caracterización física, química y biológica. Así, en una primera etapa se resume la información obtenida sobre la laguna Nahuel Rucá y los arroyos Dulce (afluente) y Sotelo (efluente). Los datos obtenidos permitirán conocer la calidad del agua de los arroyos y la laguna, caracterizar el ambiente (costas y riberas), la fauna de peces presente y sus parásitos asociados. El segundo proyecto se denomina "DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE AVES ACUÁTICAS EN LAGUNAS SOMERAS DE LA PAMPA DEPRIMIDA" financiado por International Wild Waterfowl Association ([www.wildwaterfowl.org](http://www.wildwaterfowl.org)) mediante el cual se realizó un monitoreo de las especies de aves que habitan en la laguna. Dicha información podrá ser utilizada para el conocimiento general de la laguna, su manejo y conservación. En base a todos los datos recabados en estos 2 proyectos, se construyeron fichas ecológicas (material anexo) de las diferentes especies de peces, sus parásitos y aves que habitan la laguna. En estas fichas se resumen los datos más relevantes en relación a las especies presentes en la laguna, con imágenes ilustrativas, y se especifican las características que permiten la identificación de las especies. Dichas fichas podrán ser utilizadas como recursos didácticos en actividades educativas, recreativas y turísticas.

## ANTECEDENTES GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

La laguna Nahuel Rucá forma parte de un conjunto de pequeñas lagunas antiguas originadas hace 12000 años antes del presente (AP) que se formaron en depresiones del terreno (cubetas de deflación), que fueron excavadas por el viento durante el Pleistoceno Tardío, entre los 129.000 y los 11.700 años AP. Esta laguna formó parte de una cuenca de deflación que formaba una paleolaguna durante el Holoceno y que incluía varias lagunas circundantes a la Laguna Costera Mar Chiquita. Por lo tanto, la Laguna Nahuel Rucá se encuentra incluida en la cuenca Laguna Mar Chiquita (Fig. 1). Los registros geológicos, sedimentológicos y paleontológicos tanto de la laguna Mar Chiquita como de los lagos circundantes asociados (entre los que se encuentra la laguna Nahuel Rucá) indican que, en el pasado, formaron parte del mismo sistema lagunar costero y evolucionaron bajo condiciones dinámicas, hidrológicas y climáticas similares. Según estudios palinológicos, su configuración actual se alcanzó alrededor de 2500 años AP (Vilanova et al. 2006, Vilanova & Prieto 2012).

La laguna está ubicada en el sureste de la provincia de Buenos Aires (37°37'08.0"S 57°25'50.5"W), partido de Mar Chiquita (Fig. 2). Se encuentra emplazada en campos privados, Estancia Nahuel Rucá, la cual posee un área de 2,71 km<sup>2</sup> (Romanelli et al. 2020) y presenta una vegetación típica de las lagunas bonaerenses rodeada por un bosque denso de tala (*Celtis tala*). El arroyo Dulce nace en el Este de la ciudad de Balcarce, en las sierras de Tandilia, en su recorrido recibe aportes de varios arroyos y atraviesa campos agrícolas antes de desembocar en la laguna Nahuel Rucá (arroyo afluente de la laguna). El arroyo Sotelo nace en la laguna, atraviesa la ruta 11 en el km 472-473 y desemboca en la laguna Mar Chiquita. La actividad económica que se realiza en los campos lindantes a la laguna es predominantemente la ganadería (ganado vacuno) con pasturas naturales. El ganado posee acceso a la laguna y consume agua de la misma. A su vez, en la Estancia Nahuel Rucá también se realizan actividades de ecoturismo rural, ofreciendo cabalgatas, avistamiento de aves, canotaje, fotografía de naturaleza, actividades educativas, entre otras actividades, constituyendo a este ambiente como un sitio importante para la recreación y la educación ambiental. En

los alrededores de los arroyos afluente y efluente de la laguna, se desarrollan actividades agrícolas, principalmente cultivo de granos. En general, las presiones antrópicas sobre la laguna se deben principalmente a las actividades agrícolas (de origen difuso y continuo), residenciales y recreativas (de origen puntual y discontinuo) (Romanelli et al. 2020).

La laguna es un ambiente poco profundo (60-130 cm) que posee aguas de tipo bicarbonatadas sódicas cloradas. Superficialmente recibe el aporte de agua del arroyo Dulce, ubicado en el sector NO del humedal, y descarga superficialmente sus aguas a través del arroyo Sotelo en la zona Sur (Fig. 2). Además, la laguna recibe un aporte subterráneo de las zonas topográficamente más altas (Romanelli et al. 2020).

Estudios hidrológicos realizados en la laguna, caracterizan sus aguas por tener escasa claridad, baja profundidad del agua y concentración de oxígeno disuelto, y un predominio de algas diatomeas (productividad baja) (Romanelli et al. 2013, Romanelli et al. 2020). Además, presenta altos niveles de bacterias atribuido principalmente a la producción de ganado vacuno que se desarrolla en los alrededores y, en menor medida, al ingreso de fertilizantes agrícolas. Se ha detectado en el agua, amonio proveniente de las actividades agrícolas, del suelo nitrificado y del estiércol de la producción ganadera y/o residuos sépticos humanos (Romanelli et al. 2020).

La laguna Nahuel Rucá es reconocida por la riqueza de aves acuáticas, atribuida a la gran diversidad de ambientes que se constituyen como sitios para alimentación, nidificación y refugio para las diferentes especies de aves. Los relevamientos realizados indican la presencia de 57 especies de aves acuáticas, incluyendo principalmente patos, cisnes, garzas, gallaretas y macaas, entre otros (Josens et al. 2012). De éstas, 17 especies fueron registradas reproduciendo en la laguna y sus ambientes asociados, en ocasiones formando colonias de nidificación monoespecíficas o mixtas (Pretelli et al. 2012, Chiaradia 2017). Las diez especies más destacadas de acuerdo a su ocurrencia fueron según Josens y cols. (2012): pato barcino (*Anas flavirostris*), gallareta chica (*Fulica leucoptera*), cuervillo de cañada (*Plegadis chihi*), pato maicero (*Anas georgica*), cisne cuello negro (*Cygnus melanocoryphus*), pato capuchino (*Anas versicolor*), garza mora (*Ardea cocoi*), pato cuchara (*Spatula platalea*), gaviota capucho café (*Chroicocephalus maculipennis*) y cigüeña americana (*Ciconia maguari*).

Si bien no existen antecedentes sobre la composición y la estructura de las comunidades de peces que habitan en la laguna y los arroyos, se han analizado las dietas de algunas especies de peces presentes: dientudo (*Oligosarcus jenynsii*), pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), bagre sapo (*Rhamdia quelen*), sabalito (*Cyphocharax voga*), tachueta (*Hoplisoma paleatum*), bagre cantor (*Pimelodella laticeps*), madrecitas (*Jenynsia lineata* y *Cnesterodon pampeanus*) y mojarra (*Bryconamericus iheringii* y *Astyanax* sp., González Sagrario et al. 2018). Se trata de diez especies de peces típicas de la ictiofauna en la región pampeana.

Los estudios sobre las comunidades parasitarias de los peces de la laguna se han concentrado principalmente en el dientudo (*Oligosarcus jenynsii*). En esta especie de hospedador, sus comunidades parasitarias han sido detalladamente caracterizadas, revelando una notable diversidad y abundancia. Estas comunidades incluyen representantes de diversos grupos parasitarios, tales como mixozoos, tricodinidos, ciliados, monogéneos, digéneos, nematodos, cestodos, acantocéfalos y crustáceos. La laguna Nahuel Rucá ha sido designada como localidad tipo de especies nuevas para la ciencia descriptas en este ambiente. Entre ellas se encuentran las primeras especies del género

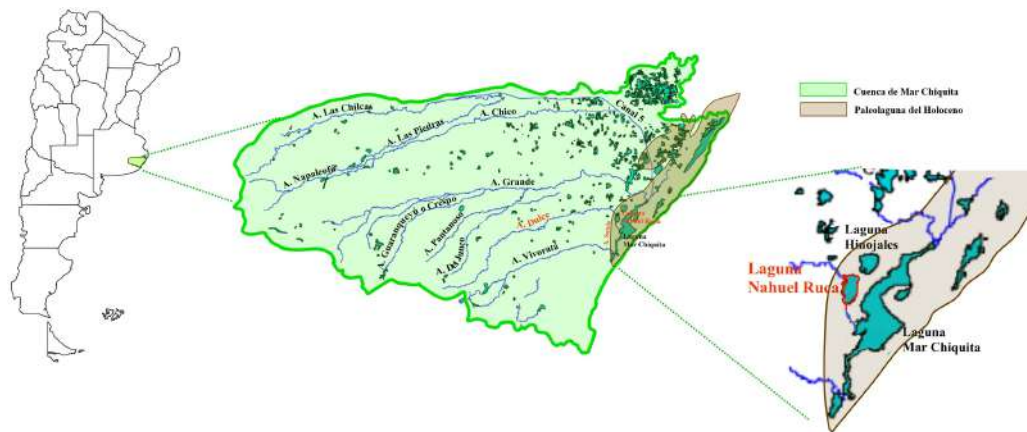


Fig. 1. Localización geográfica de la cuenca Mar Chiquita.



Fig. 2. Localización geográfica de la laguna Nahuel Rucá, su arroyo afluente (Dulce) y efluente (Sotelo).

*Henneguya* (Myxozoa) registradas para Argentina (*H. sardellae* y *H. margaritae*; Rossin et al. 2024), cuatro nuevas especies de monogéneos (*C. longianchoratus*, *C. robustus*, *C. quelatum* y *C. cuadratum*; Rossin & Timi 2014) y una especie de nematode (*H. bifida*; Rossin & Timi 2016).

También se han realizado en la laguna Nahuel Rucá, Mar Chiquita y arroyos cercanos, estudios sobre la diversidad y ciclos de vida de **digéneos** que parasitan animales invertebrados (primer hospedador intermediario), peces (segundo hospedador invertebrado) y aves (hospedadores definitivos). Se han podido dilucidar 4 ciclos de vida completos (*Microphallus similimus*, *Microphallus szidati*, *Maritrema bonaerense* y *Levinseniella cruzi*). Estas especies de digéneos estudiadas utilizan como primer hospedador intermediario al caracol *Heleobia australis* o *H. conexa*. También se han realizado estudios sobre las cercarias (estadio larval de digéneos) de *Heleobia* spp. hallándose un total de 35 tipos morfológicos. Esto indica que los digéneos son un grupo diverso, abundante y poco estudiado en este ambiente.

## METODOLOGÍA

### Diseño de Muestreo

Para el abordaje de este proyecto se seleccionaron 6 sitios de muestreo: dos en el Arroyo Dulce (NR1 y NR2), dos en la Laguna de Nahuel Rucá (NR3 y NR4) y dos en el Arroyo Sotelo (NR5 y NR6) (Fig. 3 y 4). La toma de muestras en cada sitio fue realizada durante los meses de octubre - diciembre de 2021. En forma adicional, se volvieron a tomar muestras ambientales en ambos sitios de la laguna durante octubre - diciembre de 2022. Para los distintos componentes de la caracterización ambiental (calidad de agua, estructura de hábitat y condición de riberas), en los arroyos, se seleccionaron tramos de 100 metros de largo y en la laguna zonas litorales de 100 metros de largo y 50 metros laguna adentro desde la línea de costa.

### Caracterización ambiental: calidad del agua

En cada sitio de estudio se determinaron, *in situ* (directamente en el lugar), la temperatura del agua, el pH, la conductividad



Fig. 3. Localización de los sitios de muestreo en: Arroyo Dulce (NR1 y NR2= amarillo), Laguna Nahuel Rucá (NR3 y NR4= rojo), Arroyo Sotelo (NR5 y NR6= verde).



Fig. 4. Imágenes de los ambientes estudiados correspondientes a: Arroyo Dulce (NR1 y NR2), Laguna Nahuel Rucá (NR3 y NR4) y Arroyo Sotelo (NR5 y NR6).

eléctrica, la salinidad y el oxígeno disuelto mediante un analizador multiparamétrico HORIBA (Fig. 5A). La transparencia del agua se midió utilizando el disco de Secchi (Fig. 5B). En cada sitio de muestreo se colectaron muestras de agua (Fig. 5C) que fueron transportadas refrigeradas y analizadas en el



Fig. 5. Instrumentos utilizados para la medición de variables físico-químicas del agua. A) sonda multiparamétrica para medir *in situ* (directamente en el lugar) parámetros físico-químicos del agua, B) disco de Secchi para medir la transparencia del agua, C) recolección de muestra de agua, D) procesamiento de las muestras de agua en el laboratorio.

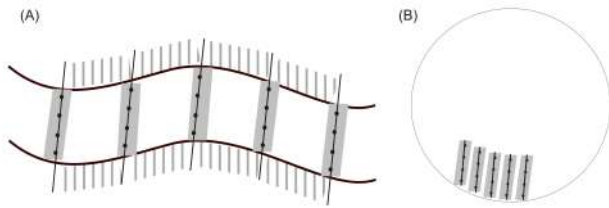
Laboratorio de Hidrogeoquímica e Hidrología Isotópica del Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (UNMdP-CICPBA) para la determinación de la concentración de nutrientes (nitratos, nitritos, amonio, fósforo total y fosfatos), cloruros, sólidos disueltos totales, dureza total, carbonatos, bicarbonatos, sílice, sodio, calcio, sulfatos, potasio y magnesio (Fig. 5D). La recolección de las muestras, su preservación y la determinación de las variables antes mencionadas se llevaron a cabo siguiendo los protocolos propuestos por la Asociación Americana de Salud Pública (APHA 2017).

En base a los datos de algunas variables antes mencionadas se calculó para cada sitio el Índice de Calidad de Aguas (ICA) propuesto por Pesce & Wunderlin (2000). Para ello se utilizaron las siguientes variables de calidad del agua: temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, cloruros, dureza total, sulfatos, nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, calcio y magnesio. Los valores de este índice varían entre 0 y 100, considerando que los valores más altos corresponden a una situación ambiental más positiva. Para simplificar la interpretación del valor final del ICA, los valores se clasifican en 5 categorías, donde *Excelente calidad del agua* incluye valores de 91-100, *Calidad buena* varía de 71- 90, entre 51 y 70 *Calidad moderada*, entre 26-50 *Calidad baja*, y entre 0 y 25 *Calidad mala* (Jonnalagadda & Mhere 2001).

#### Caracterización ambiental: estructura del hábitat

Al hablar de la estructura del hábitat hacemos referencia al ambiente disponible para los organismos acuáticos dentro del ecosistema. En particular se busca obtener una caracterización de la vegetación acuática (también conocida con el término macrófitas), de los diferentes tipos de sustrato presentes en el fondo de cada ambiente acuático, así como también de la profundidad y velocidad del agua (éste último aspecto sólo en el caso de los arroyos).

Para la caracterización de la estructura del hábitat se trazaron cinco transectas equidistantes, las cuales en el caso de los arroyos, fueron perpendiculares al curso de los mismos, cubriendo todo el



**Fig. 6.** Diseño de transectas para la cuantificación de variables de estructura del hábitat en (a) arroyos y (b) laguna y condición de riberas (sólo arroyos). Sobre el área gris se cuantificaron las proporciones de diferentes formas de crecimiento de macrófitas y composición del sustrato. En los cuatro puntos equidistantes sobre cada transecta se midió la profundidad del agua y del sedimento. En los arroyos, sobre la superficie de ribera definida por dos transectas (área rayada), también se evaluó el estado de condición de las mismas en ambas márgenes. Adaptado de Bertora (2021).

ancho del arroyo y el tramo de estudio (transectas a los 0, 25, 50, 75 y 100 metros, Fig. 6A). En el caso de la laguna, las transectas se trazaron equidistantes entre sí cubriendo todo el tramo en estudio, desde la línea de costa hasta 50 metros laguna adentro (Fig. 6B). Sobre cada transecta se midió el ancho del curso de agua (para los arroyos), la cobertura relativa de diferentes formas de crecimiento de macrófitas (flotantes, sumergidas y emergentes) y la composición del sustrato (roca madre, canto rodado (250-65 mm), grava (65-2 mm) y arena (<2 mm) adaptado de Barbour et al. 1999, para los arroyos y la laguna). Se midieron las distancias lineales a lo largo de cada transecta que fueron cubiertas por cada tipo de macrófitas o sustratos y se calculó la proporción cubierta por cada tipo (Fletcher et al. 2000). Las profundidades de agua y de sedimentos se midieron en cuatro puntos equidistantes en cada transecta.

En los arroyos, además, se midió la velocidad de corriente mediante el método del objeto flotante lastrado. Para ello se lanza un objeto flotante en un determinado punto del arroyo y se cuantifica el tiempo transcurrido para recorrer una distancia anteriormente determinada.

### Caracterización ambiental: condición de riberas

La vegetación ribereña es la vegetación adyacente a los cuerpos y cursos de agua, la cual posee un gran valor para estos ecosistemas acuáticos. Entre las múltiples funciones ecosistémicas que posee, se destaca su capacidad amortiguadora, ya que puede reducir la entrada a estos cuerpos de agua de diferentes sustancias (materia orgánica, nutrientes, agroquímicos, etc.) al mismo tiempo que ralentizar la llegada de la escorrentía superficial durante las lluvias. De esta forma constituyen una barrera natural ante el impacto negativo de las actividades antrópicas desarrolladas en terrenos aledaños a estos cuerpos de agua. Su condición se evalúa considerando aspectos de la cobertura de la superficie del suelo, la estructura de la vegetación y el grado de alteración de los márgenes.

Para los arroyos estudiados en el sistema hidrológico Laguna Nahuel Rucá, el ancho ribereño se midió en ambos márgenes entre cada transecta. También se cuantificó la proporción de cobertura leñosa (árboles y arbustos), herbácea y de suelo desnudo. Estas mediciones se realizaron en ambos márgenes y dentro de los cuatro segmentos delimitados por las cinco transectas (Fig. 6). El número de grietas de los márgenes producto de la fuerza de pisoteo y del ganado y la proporción de estabilidad de márgenes se cuantificó en ambas orillas de los segmentos delimitados por transectas. La estabilidad de márgenes se calculó como la relación entre la longitud lineal de los márgenes cubiertos por macrófitas



**Fig. 7.** Muestreo de aves. Arriba: censos mediante conteos de punto en el borde de la laguna y desde el interior del cuerpo de agua. Abajo: relevamiento mediante el uso de drones y captura de video mostrando el proceso de identificación y cuantificación de las especies registradas.

y/o raíces sobre la longitud total del margen (Rosso & Fernández Cirelli 2013).

Se calculó el índice de calidad de riberas (ICR) propuesto por Rosso & Fernández Cirelli (2013) para evaluar su condición ambiental en relación a la situación esperada para la región. Para calcular este índice, se utilizaron 3 variables: el ancho de ribera relativizado al máximo ancho encontrado para ese ambiente, el porcentaje de estabilidad de márgenes y de cobertura de leñosas. Este índice varía entre 0 indicando una mala condición ribereña y 3, reflejando una buena condición ribereña.

### Muestreo de aves

Se realizaron muestreos de aves mediante dos técnicas complementarias, relevamientos con drones y censos de punto de radio fijo (Fig. 7). Los relevamientos con drones (DJI Mavic Air 2s) consistieron en vuelos a velocidad baja (4-5 km/h) desde una altura de 10-15 m y un ángulo de filmación de 30° bajo la horizontal (Nowak et al. 2018). Estos vuelos se iniciaron en el sitio NR3, abarcando mediante transectas lineales la mayor parte de las zonas vegetadas de la laguna. Toda la trayectoria fue registrada en videos de alta resolución. Estos muestreos se realizaron durante el periodo no reproductivo (otoño-invierno) y reproductivo (primavera-verano) de las aves. Posteriormente, se realizó una visualización detallada de los videos para la identificación y cuantificación de los individuos de cada especie. Los censos de punto consistieron en el registro de todas las aves vistas u oídas por dos observadores en un radio de 25 metros (Bibby et al. 2000). La duración de estos censos fue de 10 minutos, los primeros 5 minutos desde la orilla y los 5 minutos finales desde el interior de la laguna. El uso de estas dos metodologías permite realizar un relevamiento más completo de las aves presentes en el sitio, ya que se complementan en sus funcionalidades. Los relevamientos con drones permiten abarcar un área mayor y cuantificar individuos de tamaño mediano y grande, mientras que los censos de punto permiten registrar también especies más pequeñas y/o poco conspicuas con mayor precisión.

Las especies se agruparon considerando características taxonómicas y funcionales. A nivel taxonómico, los grupos se conformaron considerando la Familia: Anatidae (patos y cisnes), Anhimidae (chajá), Rallidae (gallaretas), Podicipedidae (macaés), Threskiornithidae (cuervillos y espátula rosada), Phalacrocoracidae (biguá), Ardeidae (garzas), Ciconidae (cigüe-

ñas), Laridae (gaviotas), Scolopacidae/Charadriidae (chorlos y playeras), Tyranidae/Furnariidae (paseriformes). Asimismo, los grupos funcionales agrupan especies con hábitos similares en cuanto al uso de ambientes dentro de la laguna y la forma de alimentación, distinguiéndose tres grupos principales: nadadoras, vadeadoras y buceadoras. Otros grupos menores estuvieron conformados por los herbívoros que pastorean en la orilla o la vegetación cercana a la laguna, los consumidores de invertebrados, que cazan pequeños insectos en el juncal, especialmente los paseriformes, o que se alimentan de invertebrados en las orillas, como las playeras y cuervillos, y los carnívoros estrictos, como las rapaces.

Con la información obtenida se determinó la frecuencia numérica (FN: número de individuos por especie/total de individuos) y la frecuencia de ocurrencia (FO: número de censos en los que se registró la especie/total de censos) a nivel de especie y de grupos. Se calcularon los valores de riqueza (cantidad) de especies y de diversidad promedio (índice H de Shannon) de las aves acuáticas para los períodos reproductivo y no reproductivo. Se estimó la importancia de cada especie/grupo para el ensamble de la laguna Nahuel Rucá en base al Índice de Importancia Relativa (IIR), el cual pondera la presencia de cada especie/grupo de aves a nivel estacional y espacial para generar un ranking de importancia (adaptado de Gatto et al. 2005).

### Muestreo de peces

Para la colecta de peces se utilizaron distintas artes de pesca (Fig. 8), complementarias en su selectividad, con la finalidad de obtener un amplio rango de tallas y diferentes especies de peces. Estas incluyen trampas artesanales (Fig. 8A), redes de mano (Fig. 8B) y redes de arrastre de 10 metros en los arroyos y de 20 metros en la laguna (Fig. 8C). Las colectas se llevaron a cabo en toda la superficie de los sitios de estudio. Los peces fueron identificados a nivel específico según Rosso (2006). Para la captura, manipulación y sacrificio de los animales, se procedió de acuerdo a un protocolo de trabajo evaluado y aprobado (RD 2018-126) por el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata. La colecta de los ejemplares se realizó bajo el permiso de pesca científico emitido por la Subsecretaría de Agricultura Ganadería y Pesca del Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires (RS-2022-44-GDEBA-SSAGYPMDAGP).

### Muestreo de parásitos

El examen parasitológico se realizó en el laboratorio de Ictioparasitología. Cada especie de pez fue sometida a un exhaustivo examen parasitológico con el fin de hallar todos los parásitos presentes. Se examinaron ejemplares de *Cnesterodon pampeanus*, *Oligosarcus jenynsii*, *Bryconamericus iheringii*, *Cheirodon interruptus* y *Psalidodon anisitsi*. La superficie corporal, la cavidad corporal y las cavidades bucales y branquiales fueron observadas bajo lupa (Fig. 9). Posteriormente se procedió a la disección de cada ejemplar donde los órganos y su contenido fueron inspeccionados bajo lupa para hallar e identificar los parásitos. Los parásitos fueron colectados, contados y se registró el órgano en el que fueron hallados (microhábitat). Luego fueron fijados en formol al 4% o alcohol 70% y procesados según técnicas parasitológicas convencionales para cada grupo taxonómico en particular (Pritchard & Kruse 1982). Posteriormente se procedió a su identificación hasta el nivel taxonómico más bajo posible utilizando microscopía óptica y bibliografía específica de cada grupo taxonómico. Para cada sitio de muestreo se calculó la

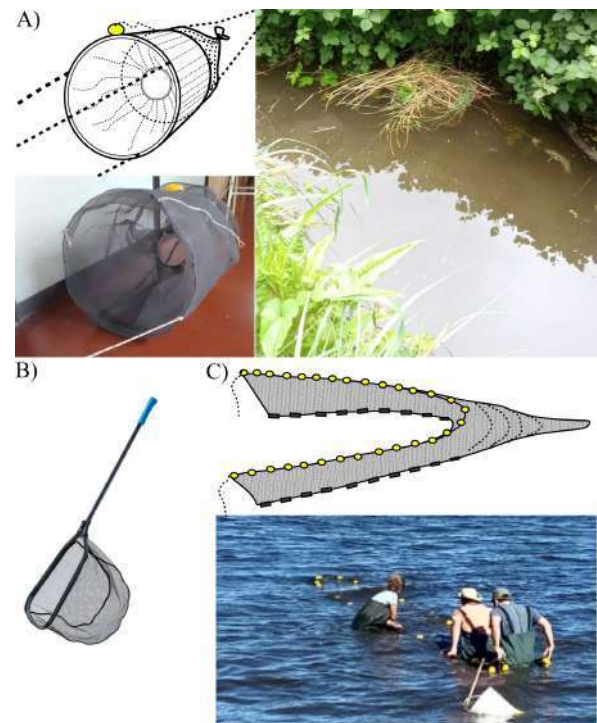


Fig. 8. Artes de pesca utilizadas: A) trampas artesanales, B) copo de mano, C) red de arrastre de 20 m.

riqueza parasitaria y la prevalencia y abundancia de cada especie de parásito según Bush et al. (1997): **Riqueza:** número de especies halladas. **Prevalencia parasitaria:** porcentaje (%) de hospedadores (peces) parasitados con una especie particular de parásito. **Abundancia parasitaria:** número promedio de parásitos hallados en cada hospedador (pez) en el total de una muestra.



Fig. 9. Muestreo de parásitos de peces en el laboratorio.

## RESULTADOS

### Caracterización ambiental: Calidad del agua

La composición química del agua superficial muestra un gradiente hidroquímico bien definido a lo largo del sistema afluyente-laguna-efluente. Las aguas son alcalinas (pH 8,7-10,0), bien

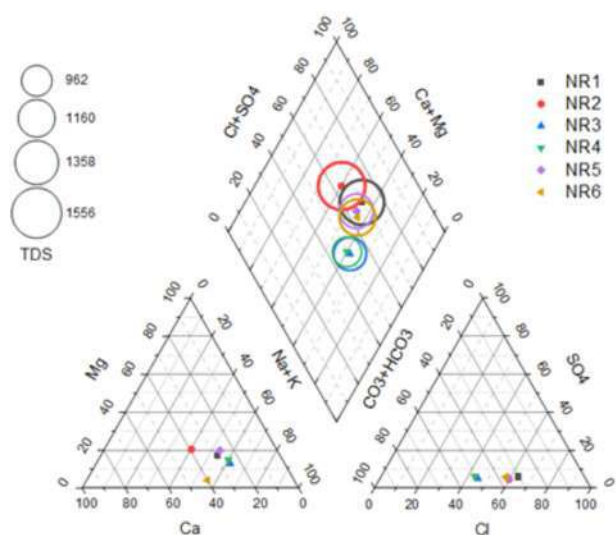


Fig. 10. Diagrama de Piper mostrando la composición química del agua superficial en la Cuenca de la Laguna Nahuel Rucá.

oxigenadas y presentan salinidad moderada a elevada, con conductividades eléctricas entre 1.403 y 2.870  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . El diagrama de Piper indica que todas las muestras corresponden a facies sódicas, con predominio de  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  sobre  $\text{Ca}_2^+ + \text{Mg}_2^+$ , y aniones dominados principalmente por  $\text{Cl}^-$ , con participación secundaria de  $\text{HCO}_3^-$  y  $\text{CO}_3^{2-}$ . El arroyo afluente (NR1 y NR2) registra los valores más altos de conductividad eléctrica, dureza y sólidos disueltos totales, junto con mayores concentraciones de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  y nutrientes. En la laguna (NR3 y NR4) se observa una disminución de la mineralización y una leve modificación de la facies hidroquímica hacia composiciones  $\text{Na}-\text{HCO}_3/\text{Cl}^-$ . El arroyo efluente (NR5 y NR6) presenta un nuevo incremento de la mineralización y de algunos nutrientes, manteniendo la facies sódica dominante, lo que evidencia el rol de la laguna como unidad reguladora de la composición química del agua superficial.

Las concentraciones de amonio registradas en el sistema hidrológico variaron entre 0,01 y 0,19 mg/L, observándose valores menores en los arroyos y un incremento en la laguna. Este aumento de amonio en el cuerpo lagunar podría estar asociado a aportes de materia orgánica, en particular provenientes de las heces del ganado que utiliza el área como zona de pastoreo y abrevadero, así como a la acumulación y posterior mineralización de dicha materia orgánica en un ambiente con mayor tiempo de residencia del agua. Por su parte, el arroyo Dulce (afluente) presentó las mayores concentraciones de nitrato, lo que podría vincularse a su recorrido a través de áreas con uso agrícola. En este contexto, dichos valores podrían reflejar aportes difusos de nitrógeno, potencialmente asociados al uso de fertilizantes nitrogenados, aunque la identificación precisa de las fuentes no puede establecerse a partir de la información hidroquímica disponible. Las menores concentraciones de nitrato observadas en la laguna podrían explicarse por procesos de asimilación biológica por parte del fitoplancton y las macrófitas, así como por transformaciones internas del nitrógeno inorgánico dentro del sistema. La presencia de amonio en el agua se asocia principalmente a la mineralización microbiana de la materia orgánica, proceso mediante el cual el nitrógeno orgánico es transformado en formas inorgánicas, que pueden posteriormente

sufrir procesos de nitrificación, dando lugar a la formación de nitrito y nitrato.

El Índice de Calidad de Agua muestra una “buena calidad” del agua en la mayoría de los sitios estudiados (Tabla 1, luego de la sección Recomendaciones). Los sitios NR2 y NR6 presentaron “calidad moderada”, pero con valores muy cercanos al límite de la siguiente categoría, de “buena calidad”.

### Caracterización ambiental: estructura del hábitat y condición de riberas

Los sitios del **arroyo Dulce** presentaron un fondo compuesto mayoritariamente por roca base, acompañado de arena y grava. Además se observó un predominio de macrófitas sumergidas. Sus cauces fueron amplios y profundos en comparación con los otros sitios de estudio. La **laguna Nahuel Rucá** es poco profunda, con fondo arenoso y macrófitas emergentes, acompañadas además de flotantes en el sitio NR4. El **arroyo Sotelo** presentó un substrato dominado por roca base y grava, ausencia de macrófitas y un cauce más estrecho y menos profundo que el arroyo afluente.

El **arroyo Dulce** presentó riberas con un desarrollo exclusivamente herbáceo y con bajo porcentaje de suelo desnudo. No obstante, ambos sitios presentaron grietas en sus márgenes por acción del ganado, y la estabilidad de los márgenes puntualmente en el sitio NR1 fue baja. En consecuencia, la calidad de las riberas fue baja con valores del ICR. Las riberas del **arroyo Sotelo** presentaron un buen desarrollo con cobertura herbácea acompañada de árboles y arbustos en baja proporción. En este ambiente, la proporción de suelo desnudo fue mayor en comparación con el arroyo afluente. Puntualmente en el sitio NR6 la estabilidad de los márgenes fue baja y las grietas en los márgenes por acción del ganado fueron mayores. Por lo tanto, la calidad de las riberas fue baja, siendo menor en NR6 (Tabla 2, luego de la sección Recomendaciones).

### Las aves de la laguna

El ensamble de aves de la laguna Nahuel Rucá estuvo compuesto por **58 especies de aves** (Tabla 3, luego de la sección Recomendaciones). Se identificaron un total de 6843 individuos a partir de los relevamientos mediante el uso del dron y 273 individuos a partir de los censos de punto. La riqueza y diversidad de especies no mostró un patrón estacional claro, evidenciando poca variabilidad a lo largo del año (Tabla 4, luego de la sección Recomendaciones). El grupo de aves más destacado fue el de las **aves nadadoras**, especies que se desplazan nadando entre la vegetación, cerca de las orillas o en aguas abiertas, como los patos, cisnes y gallaretas. Estas aves presentan adaptaciones morfológicas para la natación como patas palmadas o lobuladas. Se alimentan sumergiendo el pico (cuchareo), la cabeza, o medio cuerpo en el agua, ocasionalmente bucean. Son mayormente herbívoras, aunque pueden incluir otros tipos de alimento. Suelen ser especies gregarias, a veces con agrupaciones numerosas. Dentro de este grupo se destacaron los patos que fueron dominantes tanto en abundancia (FN = 59.3 %, Figura 11) como en ocurrencia, ya que estuvieron presentes en todos los censos (FO = 100 %). Asimismo, fue el grupo con mayor riqueza con 13 especies, siete de las cuales se posicionaron entre las 10 más importantes del ensamble de aves de acuerdo al IIR. Las especies más destacadas dentro de este grupo fueron el pato maicero *A. georgica* (primer lugar en el ranking IIR), el pato gargantilla *Anas bahamensis* (IIR = 3), el sirirí pampa *Dendrocygna viduata* (IIR = 4, Fig. 12C), el pato cuchara *S. platalea* (IIR = 5, Fig. 12A), y el pato

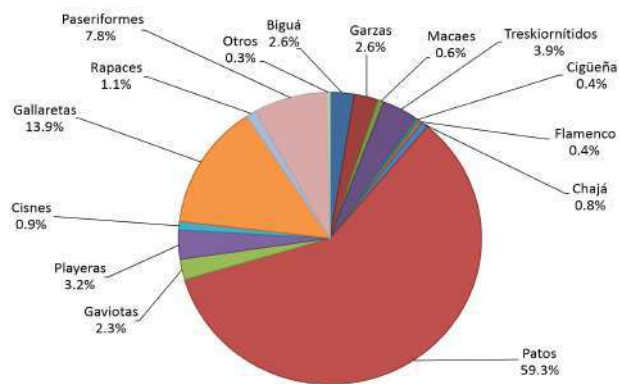


Fig. 11. Frecuencia numérica de los principales grupos de aves.

capuchino *S. versicolor* (IIR = 6, Fig. 12D), el pato picazo *Netta peposaca* (IIR = 8, Fig. 12B) y el pato barcino *A. flavirostris* (IIR = 9). Las gallaretas se destacaron por su cantidad y ocurrencia en todos los muestreos (FN = 15.9 %, FO = 100 %), posicionándose en el segundo lugar en el ranking de importancia relativa (IIR = 2). Estuvieron representadas por 3 especies: la gallareta ligas rojas *Fulica armillata*, la gallareta chica *F. leucoptera* (Fig. 12F) y la gallareta escudete rojo *F. rufifrons* (Fig. 12G).

Las especies que integraron el grupo de las **aves vadeadoras** se caracterizan por ser de tamaño grande o mediano, con cuellos y patas muy largas, y el pico generalmente largo. Dentro de este grupo podemos encontrar a las garzas, las cigüeñas y los flamencos. Estas aves utilizan sus largas patas para caminar por zonas de aguas someras y se alimentan cazando pequeños animales, algunas filtran con sus picos pequeños organismos acuáticos. Suelen observarse individuos solitarios o en parejas, aunque pueden formar grupos reproductivos numerosos. Entre las vadeadoras, las garzas fueron un grupo importante, si bien en general presentaron baja abundancia, estuvieron presentes en casi todos los muestreos (FN = 2.6 %, FO = 83 %). Se registraron cuatro especies de garzas, de las cuales la más abundante fue la garcita blanca *Egretta thula* (IIR = 14, Fig. 12J), seguida por las garzas blanca *Ardea alba* (IIR = 19, Fig. 12K) y mora *A. cocoi* (IIR = 20, Fig. 12L), y con menor frecuencia la garza bruja *Nycticorax nycticorax* (IIR = 28). También se registraron otras especies de vadeadoras en bajas frecuencias, pero muy significativas por su tamaño y conspicuidad: la espátula rosada *Platalea ajaja* (FN = 3 %, Fig. 12N), la cigüeña americana *C. maguari* (FN = 0.4 %, Fig. 12O), y el flamenco austral *Phoenicopterus chilensis* (FN = 0.4 %, Fig. 12M).

Las **aves buceadoras** son especies que se alimentan haciendo desplazamientos subacuáticos en las zonas más profundas, como los macaes y biguaes. Durante estos desplazamientos capturan peces que tragan enteros. Dos especies de macaes formaron parte de la comunidad de aves acuáticas de la laguna (FO = 50 %) integrando el grupo de las buceadoras: el macá cara blanca *Rollandia rolland* (IIR = 23, Fig. 12P), que fue la especie más frecuente, y el macá grande *Podiceps major* (IIR = 35, Fig. 12Q). La tercera especie en este grupo fue el biguá, que fue frecuente aunque poco abundante en los muestreos (FN = 2.6 %, FO = 67 %, Fig. 12R).

Dentro del grupo de las aves consumidoras de invertebrados se registraron especies de varios grupos taxonómicos, como la gaviota capucho café *C. maculipennis* (IIR = 7), el cuervillo de cañada *P. chihi* (IIR = 10, Fig. 12T), y el tero *Vanellus chilensis* (IIR = 13), que suelen observarse en las orillas o zonas de aguas

someras picoteando el sustrato. Además, se registraron varias especies de paseriformes insectívoros, entre los que se destacaron por su alta ocurrencia dos especies (FO = 100 %), el junquero *Phleocryptes melanops* (IIR = 29) y el tachurí sietecolores *Tachuris rubrigastra* (IIR = 30, Fig. 12U). Finalmente, entre los herbívoros se destacó el chajá *Chauna torquata* (FN = 0.8 %, FO = 17 %, Fig. 12F), y entre las rapaces el caracolero *Rostrhamus sociabilis* (FN = 0.3 %, FO = 22 %, Fig. 12S).

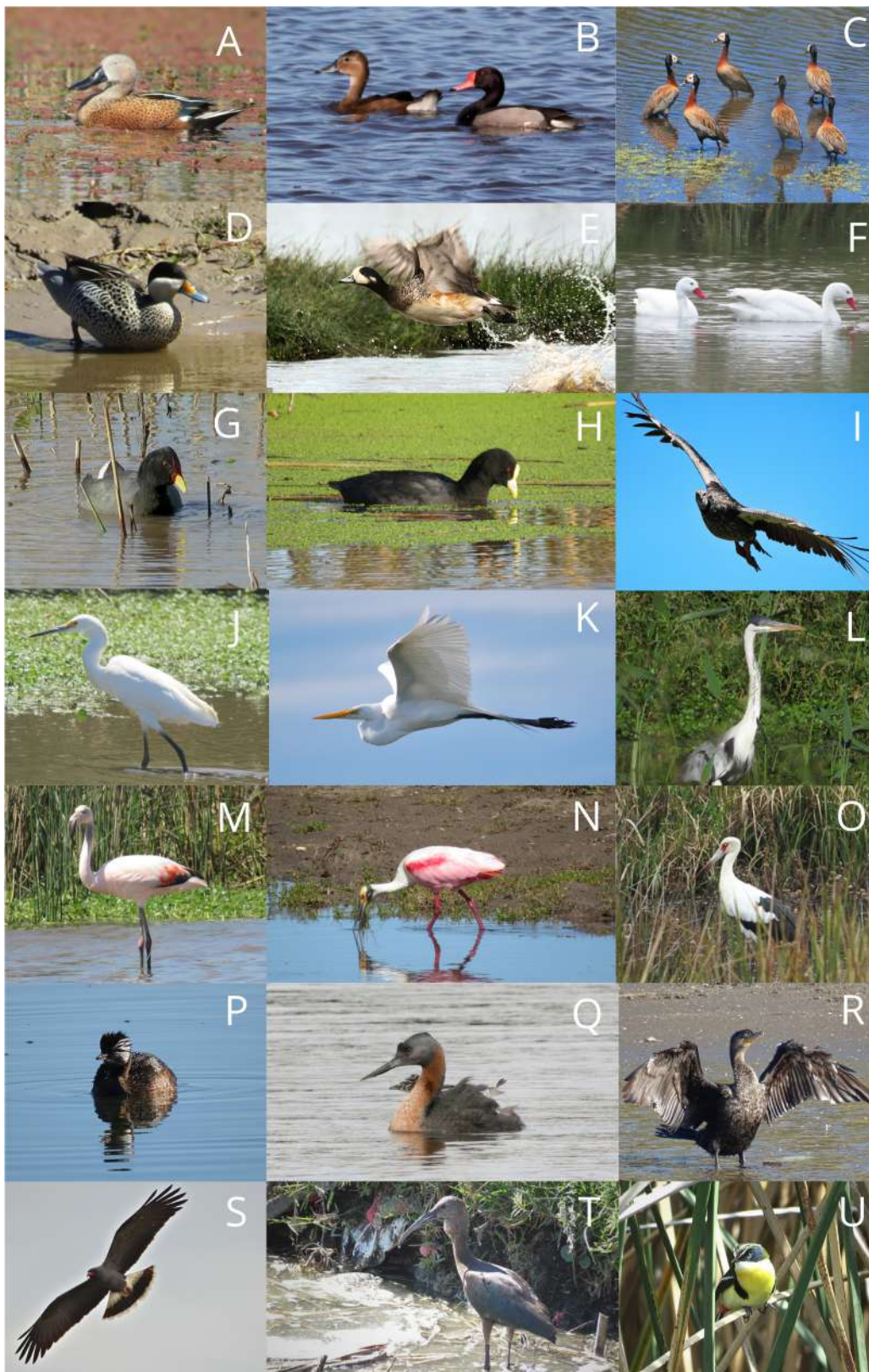
## Los peces de la laguna y sus arroyos asociados

Los datos de las capturas realizadas en cada sitio junto al número de especímenes colectados se muestran en la Tabla 5, luego de la sección Recomendaciones. En la laguna y sus arroyos asociados se capturó un total de 9 especies de peces (1544 individuos): *Bryconamericus iheringii* ("mojarra"), *Cheirodon interruptus* ("mojarra"), *Cnesterodon pampeanus* ("madrecita"), *Hoplisoma paleatum* ("tachuela" o "limpifondos"), *Jenynsia lineata* ("tosquerito" o "madrecita"), *Oligosarcus jenynsii* ("dientudo"), *Pimelodella laticeps* ("bagre cantor"), *Psalidodon pampa* ("mojarra") y *Psalidodon anisitsi* ("mojarrita de cola rojiza") (Fig. 13). Aunque no se determinó su abundancia, también se observaron ejemplares de *Hoplias argentinensis* ("tararira"), *Rhamdia quelen* ("bagre sapo"), *Cyphocharax voga* ("sabalito") y *Cyprinus carpio* ("carpa común"), registrándose entonces un total de **13 especies de peces** presentes en la laguna. Cabe destacar que la carpa es una especie exótica invasiva. Siete de estas especies estuvieron presentes en todo el sistema de estudio (*B. iheringii*, *C. interruptus*, *O. jenynsii*, *P. pampa*, *J. lineata*, *C. pampeanus* y *H. paleatum*), siendo *J. lineata* y *C. pampeanus* las especies más abundantes en el sistema Nahuel Rucá (Tabla 5, Fig. 14). Los ejemplares de *P. laticeps* fueron capturados principalmente en el arroyo Sotelo, mientras que *P. anisitsi* en el arroyo Dulce (Tabla 5, Fig. 14). A excepción de la carpa común, todas las especies antes mencionadas son autóctonas, tratándose de típicos representantes de la región Pampeana. A continuación se detallan las principales características de las especies de peces capturadas y observadas en el sistema de la laguna Nahuel Rucá:

La **mojarra** *Bryconamericus iheringii* (Boulenger, 1887), puede llegar hasta los 7 cm de longitud, presenta una cabeza alargada y su boca es moderadamente oblicua. El color de fondo es plateado y celeste iridiscente. Frecuentan ambientes con pH neutro o ligeramente alcalino, aguas bien oxigenadas y de moderada transparencia. Muy común en arroyos de la región. Se alimenta generalmente de microcrustáceos (cladóceros y copépodos), otros invertebrados y algas (Fig. 15).

La **mojarrita** *Cheirodon interruptus* (Jenyns, 1842) puede llegar a medir hasta 6 cm de longitud. Su cuerpo es comprimido y alargado. El color del flanco es uniformemente plateado con una mancha negra en la base de la aleta caudal de forma romboide. Como la mayoría de las mojarra se alimenta de microcrustáceos (cladóceros, copépodos y quironómidos) y algas. Para facilitar su identificación recomendamos la línea lateral que es incompleta o reducida a la porción anterior del cuerpo, lo que da origen a su nombre (Fig.15).

La **mojarra** *Psalidodon pampa* (Casciotta, Almirón & Azpelicueta, 2005), raramente sobrepasa los 10 cm, posee un cuerpo alargado y rectangular y presenta un ojo grande en relación a las otras mojarra. Presenta un color plateado oscuro una mancha en el pedúnculo caudal que se proyecta hacia adelante como una banda negra y hacia atrás sobre los radios medios de la aleta anal. Todas las aletas con un tinte rojizo que es más leve en las pectorales. Incluye en su dieta varias



**Fig. 12.** Aves de la laguna Nahuel Rucá. A) Pato cuchara *Spatula platalea*, B) Pato picazo *Netta peposaca* (hembra y macho), C) Sirirí pampa *Dendrocygna viduata*, D) Pato capuchino *Spatula versicolor*, E) Pato overo *Mareca sibilatrix*, F) Coscoroba *Coscoroba coscoroba*, G) Gallareta escudete rojo *Fulica rufifrons*, H) Gallareta chica *Fulica leucoptera*, I) Chajá *Chauna torquata*, J) Garcita blanca *Egretta thula*, K) Garza blanca *Ardea alba*, L) Garza mora *Ardea cocoi*, M) Flamenco austral *Phoenicopterus chilensis*, N) Espátula rosada *Platalea ajaja*, O) Cigüeña americana *Ciconia maguari*, P) Macá cara blanca *Rollandia rolland*, Q) Macá grande *Podiceps major*, R) Biguá *Nannopterum brasilianum*, S) Caracolero *Rosthramus sociabilis*, T) Cuervillo de cañada *Plegadis chihi*, U) Tachurí sietecolores *Tachuris rubrigastra*. Fotos de A. Baladrón (ADGHJKMNOPU), N. Chiaradia (CEIS), J. Dajil (FLTb), M. Pretelli (RT) y S. Román (Q).

## Especies de peces presentes en la laguna Nahuel Rucá y sus arroyos asociados

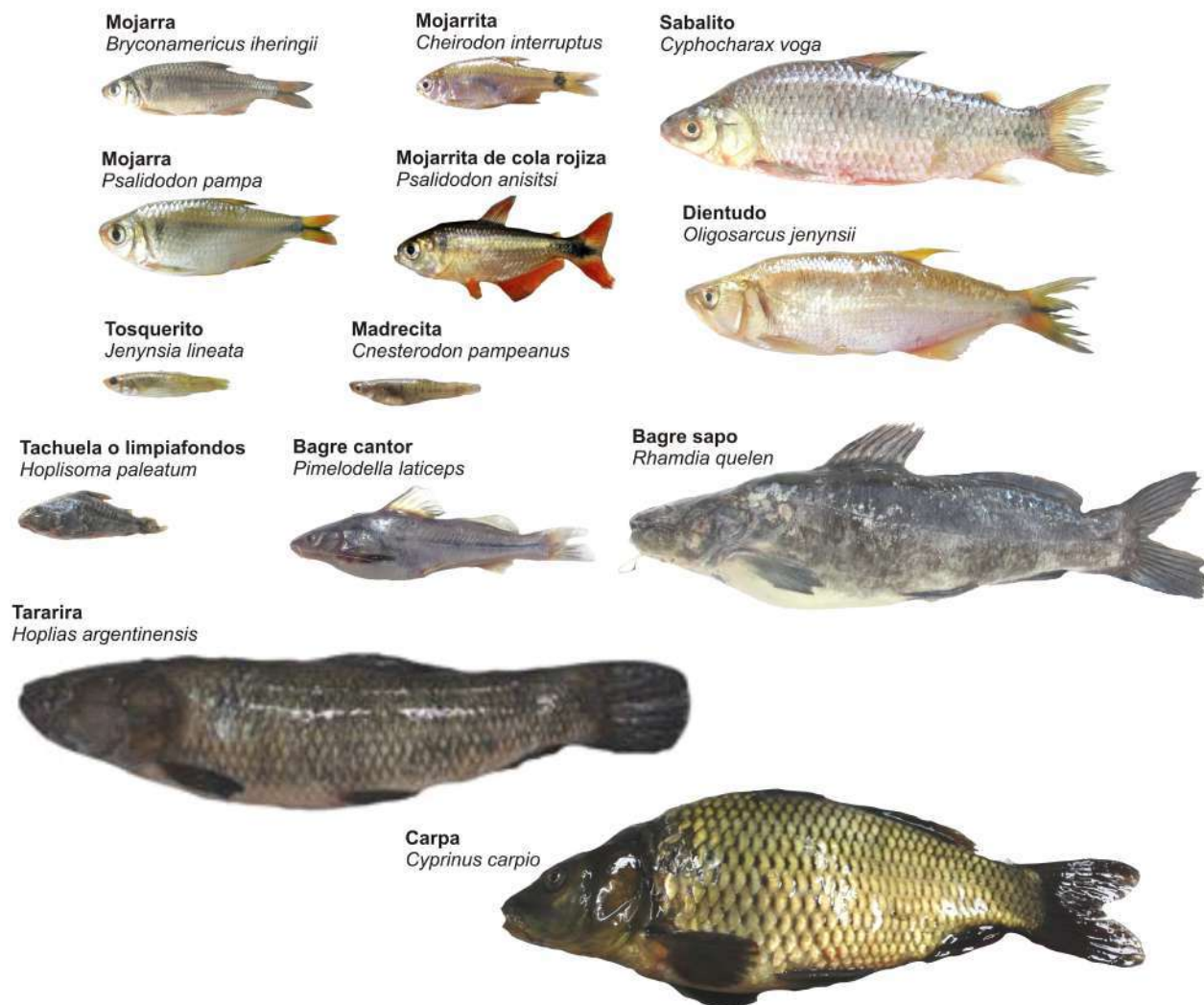


Fig. 13. Especies de peces presentes en la laguna Nahuel Rucá y sus arroyos asociados.

clases de algas, microcrustáceos, ostrácodos, anfípodos, larvas de insectos e insectos adultos entre otros ítems de mucha menor abundancia. Es una especie común en los cuerpos de agua de la región pampeana y en los ambientes lóticos (ríos y arroyos) se asocia a aguas de escasa corriente y abundante vegetación conviviendo con otras especies de mojarras como *C. interruptus* y *B. iheringii* (Fig. 15).

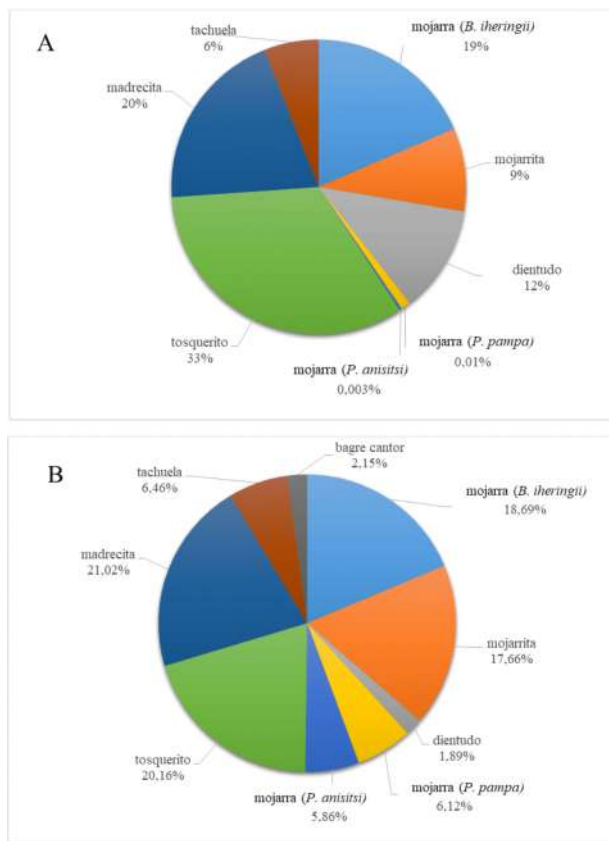
La **mojarrita cola rojiza o tetra de Buenos Aires** *Psalidodon anisitsi* (Eigenmann, 1907) se diferencia de otras mojarras por la coloración rojiza en sus aletas caudal y anal. Al igual que la mojarrita *Cheirodon interruptus*, posee la línea lateral que es incompleta o reducida a la porción anterior del cuerpo. Se alimenta de crustáceos, insectos y plantas.

El **dientudo**, *Oligosarcus jenynsii* (Günther, 1864) se caracteriza por tener el cuerpo alargado (largo máximo: 25 cm) y una boca grande con abundante cantidad de dientes cónicos afilados. Las escamas son pequeñas y están débilmente implantadas a la piel del pez a punto tal que son sumamente caedizas y suelen quedar

en las manos de quien la pesque cuando le retira el anzuelo de la boca. Son excelentes nadadores, muy voraces y ágiles. Son gregarios y se desplazan en grupos numerosos. De juvenil posee una dieta variada, pero de adulto es principalmente ictiófago.

El **tosquerito o madrecita**, *Jenynsia lineata* (Jenyns, 1842) presenta dimorfismo sexual: la hembra, que puede medir hasta 9,5 cm de longitud, presenta una papila urogenital y el macho un órgano copulador tubular (modificación de la aleta anal). Es una especie que se alimenta de copépodos, anfípodos y ostrácodos. Es muy común observarlas en la zona superficial de las orillas. Es utilizada por los acuaristas como alimento para otras especies. Estos peces son ovovivíparos, los óvulos son fecundados en el interior de la hembra y la misma libera sus larvas a medida que eclosionan de sus huevos.

La **madrecita de agua** *Cnesterodon pampeanus* (Taglioretti, Rossin, Irigoitia & Timi, 2025) es muy pequeña, no excede los 5 cm de longitud. Su color es oliváceo en el lomo, plateado en los flancos y blanco en la región ventral. El dimorfismo sexual es



**Fig. 14.** Porcentaje de especies de peces capturadas en: A) laguna Nahuel Rucá, B) arroyos asociados (Dulce y Sotelo).

bien notable. La hembra es considerablemente más grande que el macho (hasta un 30%), el cual exhibe un gonopodio, que es la aleta anal modificada para la copulación. Suelen habitar aguas vegetadas en donde su dieta se basa en crustáceos, pequeños moluscos, larvas, insectos y alevinos.

La **tachuela** o también conocida como **limpifondo**, *Hoplisoma paleatum* (Jenyns, 1842), puede medir hasta los 8 cm de longitud. Posee un hocico redondeado, dos hileras de placas óseas en el flanco y el borde interno de la espina pectoral está fuertemente aserrado. Habita en aguas calmas y tiene la capacidad de respirar el oxígeno atmosférico por lo que puede vivir en ambientes con poca concentración de este gas (ambientes degradados). Se emplea en acuicultura ya que se alimenta de los restos de comida de las otras especies ejerciendo funciones de "barrefondos". También es consumidor de detritos y bacterias.

El **bagre cantor** *Pimelodella laticeps* (Eigenmann, 1917), se caracteriza por el sonido que produce al mover sus aletas pectorales el cual le valió su nombre vulgar. Su cuerpo puede alcanzar unos 10 cm de largo y su piel está desnuda (sin escamas). Se alimenta de organismos asociados al fondo y la vegetación, entre ellos diatomeas, cladóceros, copépodos, ostrácodos, larvas de insectos, moluscos, anélidos y juveniles de peces.

La **tararira** *Hoplias argentinensis* presenta un cuerpo casi cilíndrico y alargado que mide entre 60-80 cm. Por lo general su color de fondo es verde oliváceo oscuro con el vientre claro. Tiene una dentadura grande y poderosa, que presenta dientes muy afilados. Son carnívoras, especialmente consumen peces. Son predadores tope de las cadenas alimentarias de los ecosistemas que habitan. Viven en zonas vegetadas. Por su combatividad,



**Fig. 15.** Principales características morfológicas que permiten la identificación de las mojarras encontradas en este sistema.

resistencia, porte y excelente carne, es muy buscada para la pesca deportiva.

El **sabalito** *Cyphocharax voga* puede llegar a medir hasta los 25 cm de longitud. La coloración de fondo es plateada con el dorso verde iridiscente. Este pez habita en ambientes sin corriente de agua, con moderada transparencia, con alta concentración de oxígeno disuelto. Se alimenta preferentemente de detritos. Esta especie es poco conocida porque no toma anzuelos y suele utilizarse como carnada.

El **bagre sapo**, *Rhamdia quelen*, presenta un cuerpo robusto con la piel desnuda (sin escamas). Su boca carece de dientes y posee largas barbas maxilares con función sensorial. Posee una dieta amplia, se alimenta de peces juveniles, desoves de peces, crustáceos, anélidos, insectos y restos vegetales.

La **carpa**, *Cyprinus carpio*, es una especie exótica, originaria de Asia. Un ejemplar adulto mide en promedio 60-90 cm y pesa 9 kg, aunque se reportan capturas de ejemplares de mayor porte. Es omnívora, come principalmente microcrustáceos, insectos, material de origen vegetal y semillas. Al alimentarse aumenta la turbidez del agua, resuspendiendo los sedimentos del fondo, reduciendo la penetración de la luz, y afectando a las plantas acuáticas y a la vida que depende de ellas.

**Identificación de las mojarras** La identificación de las mojarras que habitan estos cursos y cuerpos de agua puede ser una tarea desafiante. Como ya se mencionó anteriormente, las mojarras son un grupo de peces de pequeño tamaño que presentan una variabilidad morfológica significativa pero que a simple vista su identificación puede ser complicada. Además, en estos ambientes, las condiciones ambientales cambiantes, como la calidad del agua y la disponibilidad de alimento, pueden influir en la apariencia de estas especies, haciendo que las características distintivas sean aún más difíciles de discernir. Esto plantea desafíos tanto para los/as científicos/as que estudian la biodiversidad de estos peces como para las personas pescadoras locales que deseen realizar una identificación precisa. Aquí presentamos un resumen de las principales características morfológicas que permiten identificar las 4 especies de mojarras presentes en el sistema.

### Los parásitos de peces de la laguna Nahuel Rucá y sus arroyos asociados, su diversidad e importancia sanitaria

La laguna Nahuel Rucá presenta una notable diversidad parasitaria, registrándose hasta el momento más de **60 especies** de parásitos pertenecientes a distintos grupos parasitarios. Estos incluyen desde parásitos unicelulares con ciclos de vida simples,

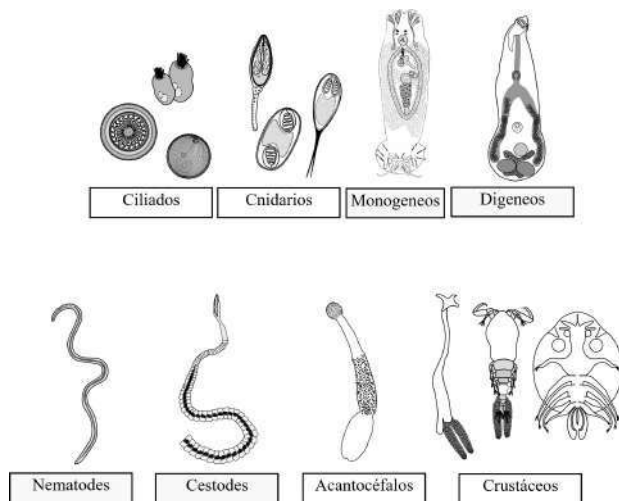


Fig. 16. Principales grupos parasitarios presentes en la Laguna Nahuel Rucá y sus arroyos asociados.

hasta invertebrados con ciclos complejos que requieren más de un hospedador para completar su desarrollo. También se encuentran artrópodos con adaptaciones a la vida parasitaria, capaces de vivir adheridos o incrustados en sus hospedadores. Este número es estimativo ya que los estadios larvales de algunos grupos de parásitos no permiten determinar su identidad específica por lo que dicha riqueza puede ser aún mayor (Fig. 16-17).

A continuación se brindan los resultados obtenidos del estudio parasitológico de 5 de las 13 especies de peces registradas, *C. pampeanus*, *P. anisitsi*, *B. iheringii*, *C. interruptus* y *O. jenynsii* y se brinda información complementaria de registros parasitológicos de investigaciones previas (Tabla 6, luego de la sección Recomendaciones).

La fauna parasitaria hallada en los peces examinados estuvo representada principalmente por parásitos adultos y estadios larvales de **ocho** grupos taxonómicos: ciliados (3 especies), cnidarios (11 especies), monogeneos (14 especies), digeneos (21 especies aproximadamente, ya que se incluyen estadios larvales de los cuales no pueden determinarse a nivel específico en su totalidad), cestodes (2 especies aproximadamente, ya que se incluyen estadios larvales de los cuales no pueden determinarse a nivel específico en su totalidad), nematodes (6 especies aproximadamente, ídem digeneos y cestodes), acantocéfalos (2 especies) y crustáceos copépodos (2 especies). Los cnidarios (Myxozoa), digeneos, monogeneos y nematodes (larvales) fueron los parásitos más prevalentes.

NOTA: Todas estas especies de parásitos halladas en este estudio son propias de peces de agua dulce y no revisten riesgo para la población humana.

El pez que presentó una mayor diversidad parasitaria fue el dientudo, *O. jenynsii*, albergando 35 especies de parásitos (25 en este estudio) en la mayoría de sus órganos (Tabla 6). Cabe destacar que se encontró una nueva especie de monogeneo para la ciencia en la superficie externa (*Diaphorocleidus* n sp.), que actualmente se encuentra en proceso de descripción. Además, se identificó un **parásito exótico invasor**, *Lernea cf. cyprinacea*, también en la superficie externa del dientudo y las mojarras. La mojarra *P. anisitsi* se encontró parasitada por 10 especies y *B. iheringii* y *C. interruptus* estuvieron parasitada por 13 especies. En cuanto a las comunidades parasitarias, las mojarras *P. anisitsii* y *B. iheringii* presentaron una fauna parasitaria similar en cuanto

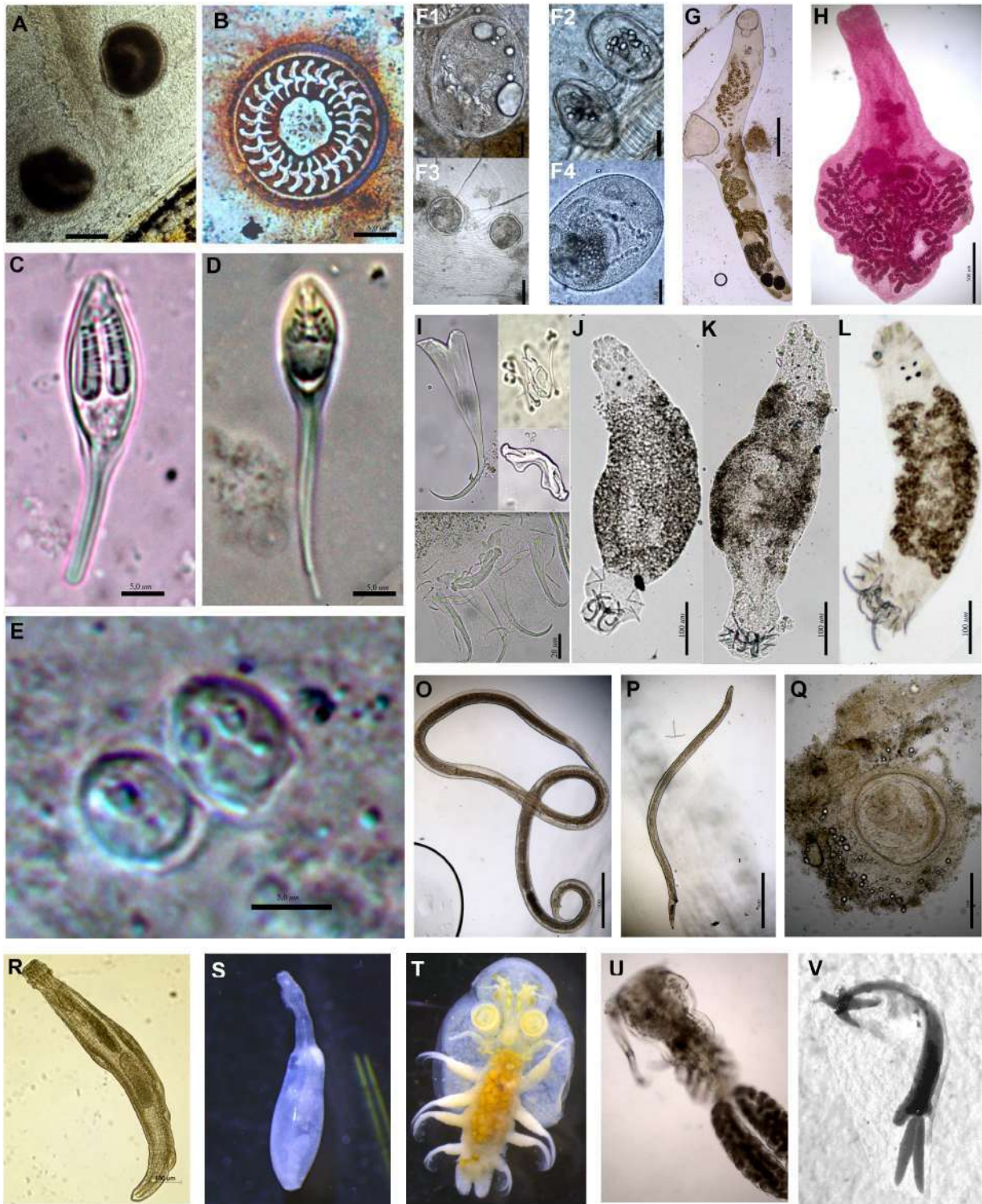
a los grupos parasitarios presentes, los estadios larvales y adultos y a su rol como hospedador definitivo e intermediario. También se asemejan a la fauna parasitaria hallada en el dientudo y, a pesar de que las mojarras *P. anisitsii* y *B. iheringii* tienen un tamaño corporal significativamente menor (5 a 7 cm) al dientudo (18-23 cm), la riqueza parasitaria de estos pequeños peces deja en evidencia su importancia como hospedadores definitivos y su rol como hospedadores intermediarios en la permanencia y transmisión de estadios larvales. En cambio, *C. interruptus* presentó una fauna parasitaria diferente, con un claro predominio de estadios larvales de digeneos y cestodes. Esta mojarra cumple un papel clave como segundo hospedador intermediario de digeneos y cestodes larvales permitiendo la transmisión de estos parásitos a aves y peces. Las aves ictiofagas como los macaes, las garzas y el biguá y, los peces ictiofagos como el dientudo, el bagre o la tararira, consumen estas mojarras infectadas con estadios larvales y en el sistema digestivo de las aves y peces (hospedadores definitivos) estos parásitos son liberados y completan su desarrollo hasta la etapa adulta. Finalmente, los parásitos adultos se reproducen liberando sus huevos a través de las excreciones de los hospedadores al agua o medio ambiente.

A continuación se presenta una lista con todas las especies de parásitos halladas por hospedador, su abundancia y prevalencia, como así también registros previos a este proyecto.

**Ciclos de vida e importancia ecológica y sanitaria** Como se mencionó anteriormente los peces estudiados cumplen un rol muy importante en la transmisión de los **parásitos** a las aves y a otros **peces** actuando como hospedadores intermediarios (HI) o como hospedadores definitivos (HD). Es decir que las especies de parásitos que albergan los peces que habitan la laguna Nahuel Rucá y sus arroyos presentan **ciclos de vida directos** (monoxeno, interviene un solo hospedador, por ejemplo monogeneos y ciliados) y **ciclos de vida indirectos** (heteroxenos, interviene más de un hospedador, por ejemplo digeneos, cestodes y nematodes). Ambos tipos de ciclos implican un ajuste evolutivo entre el parásito, sus hospedadores y el ambiente. En este sentido, desde el punto de vista de la salud de los ecosistemas, se propone que un ambiente diverso, estable y saludable es aquel donde la riqueza de parásitos (número de especies) es elevada, ya que tanto las condiciones ambientales como la presencia y abundancia de las especies hospedadoras (moluscos, artrópodos, peces, aves etc.), que permiten la transmisión de los estadios parasitarios, están garantizadas.

A continuación se realiza una breve síntesis de las principales características biológicas e importancia en la salud de los peces de los principales grupos parasitarios hallados:

Los **ciliados** (Fig. 17A), *Ichthyophthirius multifiliis*, comúnmente conocido como "punto blanco", fue hallado en el dientudo pero está presente en la mayoría de los peces. Es un protozoo ciliado que afecta a los peces de agua dulce. Este parásito es responsable de la enfermedad conocida como ich.º "enfermedad de los puntos blancos". Esta patología se caracteriza por la manifestación de diminutas lesiones cutáneas y branquiales, caracterizadas por su coloración blanquecina generando inconvenientes respiratorios y pudiendo resultar en consecuencias fatales si no se realiza un tratamiento adecuado. La infección por *Ichthyophthirius multifiliis* es un desafío común en la acuicultura y la acuariofilia, y su control y prevención son fundamentales para mantener la salud de los peces. Otros ciliados hallados son *Trichodina* spp. (Fig. 17B), conocidos por su morfología única. Son parásitos de la superficie de peces y otros organismos



**Fig. 17.** Parásitos hallados en los peces de Nahuel Rucá y sus arroyos asociados. A-B. Ciliados: *Ichthyophthirius multifiliis*; B. *Trichodina* sp.; C-E. Cnidarios: B. *Henneguya* sp.3; C. *Henneguya sardellae*; D. *Henneguya margaritae*; E. *Hoferellus* sp.; F-H. Digeneos: F. estadios larvales, metacercarias: 1. Heterophyidae fam gen. sp., metacercarias en cerebro; 2. Heterophyidae fam gen. sp. metacercarias en branquias; 3. Acanthostominae fam. gen. sp., metacercaria en escamas; 4. Heterophyidae fam gen. sp., metacercarias en cavidad corporal. G. *Genarchella genarchella*; H. *Phyllodistomon* sp.; I-L. Monogenos: I. *Diaphorocleidus* n. sp.; J. *Charachitecium chascomusensis*; K. *C. robustum*; L. *C. longianchoratus*; O-P. Nematodes: O. *Rhabdochona* sp.; P. *Contracaecum* sp. (Larva 3); Q. Cestodes: Proteocephalidea, estadio larval. R-S. Acantocéfalos: R. *Wolffhugelia matercula*; S. *Polymorphus* sp. T-U-V. Crustáceos: T. *Argulus* sp.; U. *Ergasilus* sp.; V. *Lernea* cf. *cyprinacea*.

dulceacuícolas y marinos. Se alimentan utilizando sus cilios para capturar pequeños organismos como bacterias, algas y otros protozoos. Son indicadores de la calidad del agua y desempeñan funciones importantes en los ecosistemas acuáticos.

Los **Cnidarios** (Fig. 17 C, D, E), presentan un ciclo de vida complejo y muy poco estudiado. Los mecanismos de transmisión, formas de diseminación y estadios de desarrollo son desconocidos o se conocen solo para unas pocas especies. Así, un ciclo de vida típico alterna entre un invertebrado como hospedador definitivo, donde ocurre la fase actinospora y un vertebrado como hospedador secundario (ejemplo las mojarra y el dientudo) donde ocurre la fase mixospora. Ambas fases resultan en esporas infectivas (actinosporas y mixosporas respectivamente), liberadas al agua. Los peces de Nahuel Rucá presentaron infecciones con *Henneguya* spp., *Hoferellus* spp. y *Myxidium* spp. Estos parásitos presentan una relativa importancia para la salud de los peces ya que depende del órgano que infecten. *Hoferellus* sp. y *Myxidium* sp. pueden ser los más problemáticos ya que afectan los tejidos renales y pueden provocar a los peces enfermedades renales.

Los **Digeneos** (Fig. 17 F, G, H) son gusanos planos que presentan ciclos de vida complejos y que viven y se alimentan de sus hospedadores. Los digeneos hallados en los peces de Nahuel Rucá pertenecen a estadios larvales (metacercarias) generalmente enquistadas en escamas y aletas y en tejidos de diferentes órganos de los HI y estadios adultos que habitan en el interior del tubo digestivo y sistema urinario de los HD. El ciclo de vida típico de los digeneos es complejo e involucra un hospedador definitivo, donde se alojan los digeneos adultos, que pueden ser peces, anfibios, reptiles, aves o mamíferos; un primer hospedador intermediario, donde se alojan los estadios larvales, que generalmente es un molusco y un segundo hospedador intermediario que suelen ser invertebrados (crustáceos o artrópodos) o vertebrados (generalmente peces y anfibios). Los **digeneos larvales** (metacercarias, Fig. F1-3) hallados en las 3 especies de peces estudiadas pertenecen a la familia Acanthostomidae, los parásitos adultos de esta familia parasitan otros peces como los Siluriformes por ejemplo *Rhamdia quelen* hospedador de *Acanthostomum gnerii* Szidat, 1954 que se infectan al consumir las mojarra que presentan infecciones con metacercarias. Por otra parte, las metacercarias halladas pertenecientes a la familia Heterophyidae, presentes también en las tres especies de peces estudiadas, tienen como hospedadores definitivos vertebrados como aves y mamíferos. Las siete especies de aves ictiófagas registradas en la laguna Nahuel Rucá que consumen peces, el Biguá, la Espátula rosada, la Garza bruja, la Garza mora, el Macá grande y el Macá cara blanca son los posibles hospedadores definitivos de estos digeneos. Lamentablemente no hay estudios parasitológicos realizados en estas especies de aves en la zona. Por otra parte, los **digeneos adultos** (Fig. 17 G y H) hallados, *Genarchella* spp., *Saccocoelioides* spp. y *Phyllodistomum* spp., son miembros de las familias Hemiuridae, Hapluridae y Gorgoderidae, respectivamente y sus ciclo de vida involucran un hospedador intermediario, que suele ser un molusco, y como hospedador definitivo un pez. Tanto los digeneos adultos como los larvales hallados no presentan un peligro para la salud de los peces y las aves. Los estadios larvales al estar enquistados en los tejidos pueden generar inflamaciones locales de los tejidos pero no reviste importancia para la salud de los animales.

Los **monogeneos** (Fig. I, J, K, L) viven en la superficie de sus hospedadores y se alimentan de sus células epidérmicas, mucus o sangre. Cumplen todo su ciclo de vida en un único

hospedador, en este caso en las branquias y la superficie corporal de los peces. Su ciclo de vida es directo. En la laguna Nahuel Rucá se registraron especies de los géneros *Anacanthorus* sp., *Diaphorocleidus* spp. y *Characithecum* spp. La presencia de monogeneos es un indicador de calidad ambiental ya que estos organismos están en contacto con el ambiente y alteraciones del hábitat que perjudiquen la salud de los peces, puede provocar la extinción de algunas especies de monogeneos o por el contrario generar un aumento del número de monogeneos por hospedador provocando un mayor estrés en los peces al lesionar la piel y favorecer infecciones secundarias.

La laguna Nahuel Rucá es un sitio especial para la comunidad de monogeneos ya que se ha registrado un número elevado de especies que parasitan las branquias y la superficie corporal del dientudo (6 especies) en comparación con los monogeneos de las branquias de dientudos de lagunas de la región, como la laguna de Los Padres (2 especies) y La Brava (5 especies). De las 6 especies presentes en el dientudo de Nahuel Rucá, 4 especies fueron halladas por primera vez en esta laguna y fueron descritas como nuevas especies y una sexta especie desconocida fue identificada en este proyecto y se encuentra en proceso de descripción (Fig. 17 I).

Los **cestodes larvales** (Fig. Q) hallados se encontraban enquistados en el mesenterio y órganos del tubo digestivo de las mojarra y el dientudo. Estos cestodos pertenecen a la familia Cyclophyllidae y también como los digeneos, las aves son sus hospedadores definitivos y es en el sistema digestivo de estos animales donde se desarrollan los estadios adultos. Lamentablemente no hay antecedentes y/o estudios parasitológicos realizados en las aves de la zona de estudio.

Además de los cestodes larvales de la familia Cyclophyllidae, se hallaron cestodes larvales de la familia Proteocephalidae. El ciclo de vida de estos cestodes involucra como primer hospedador intermediario, un crustáceo o un insecto acuático, que ingiere los huevos del parásito, un segundo hospedador intermediario (pez) y un hospedador definitivo que ingiere este pez infestado donde la larva emerge y se fija al intestino del pez y completa su desarrollo hasta adulto. Los peces infectados con los cestodes adultos liberan sus huevos al agua a través de las heces del pez. Al igual que los digeneos larvales los cestodes larvales pueden generar inflamaciones locales en los peces pero no reviste importancia para la salud de los animales. En las aves, los cestodes adultos pueden provocar lesiones locales de la mucosa digestiva pero revisten importancia para la salud de los animales.

Los **nematodos larvales** (L3) (Fig. 17 P) hallados en el mesenterio de los peces estudiados pertenecen al género *Contraecaecum* sp. Estos nematodos son comúnmente encontrados y visualizados al eviscerar los peces ya que se encuentran enquistados en las paredes de las vísceras y presentan altas prevalencias y abundancias en estos ambientes. Los nematodos adultos son también parásitos de las aves ictiófagas de la laguna que se infectan al ingerir los peces infectados. Los **nematodos adultos** como *Hedruris bifida* y *Rhabdochona* sp. (Fig. 17 O) fueron hallados en el estómago e intestino de los peces que actúan en este caso como hospedadores definitivos.

Aunque se desconoce el ciclo biológico de estos nematodos en la laguna, se presupone que las larvas de *Hedruris bifida* podrían estar parasitando anfibios como *Hyaella* sp., que al ser parte importante de la alimentación de estos peces podrían permitir su transmisión. Por otra parte las larvas de los nematodos del género *Rhabdochona*, según la bibliografía, suelen tener como hospedador intermediarios a larvas de insectos acuáticos,

especialmente efemerópteros (*Ephemeroptera*) que también al ser parte de la dieta de los peces permiten su transmisión. Cabe destacar que *Hedreris bifida* fue hallado por primera vez en la laguna y descrito como nueva especie. Al igual que los grupos parasitarios mencionados anteriormente, los nematodos hallados no revisten importancia para la salud de los peces.

Los **acantocéfalos** (Fig. 17 R y S) son endoparásitos caracterizados por la presencia de una probóscide retráctil armada con ganchos, mediante la cual se fijan firmemente a la pared intestinal de sus hospedadores vertebrados. Carecen de un sistema digestivo propio y, por lo tanto, absorben nutrientes directamente a través de su tegumento, principalmente lípidos y otros compuestos orgánicos presentes en el lumen intestinal. Los adultos como *Wolffhugelia matercula* (Fig. 17 R), suelen encontrarse en el intestino de peces, anfibios, aves o mamíferos. Los peces también son hospedadores intermediarios de estadios larvales de algunas especies como *Polymorphus* sp. (Fig. 17 S).

Los **crustáceos**, *Ergasilus* (Fig. 17 U) sp, y *Lernaea cyprinacea* (Fig. 17 V) y los **piojos de peces** (Fig. T) se alimentan de los tejidos y fluidos corporales de los peces (Tabla 6). El llamado “**gusano ancla**” (*Lernaea cyprinacea*) puede observarse anclado/inserto en la musculatura del pez, las aletas, la cavidad oral o en las branquias. Su nombre se debe a que la región anterior está provista de cuatro estructuras a manera de ancla que se inserta en la piel y musculatura provocando lesiones. *Lernaea cyprinacea* es originaria de Europa, Asia y África. La especie fue introducida en Norte y Sudamérica mediante la importación de peces tropicales. En Argentina ha sido ampliamente distribuida en una gran variedad de peces y ambientes y ha sido registrada en diferentes localidades de las provincias de Mendoza, Río Negro, Buenos Aires, Córdoba, Corrientes, La Rioja y San Luis.

A diferencia del gusano ancla, los piojos de los peces, los argulidos, se desplazan por la superficie del pez adhiriéndose mediante sus dos ventosas y/o sus extremidades y en el caso de los ergasilidos se mantienen sobre la superficie de las branquias por medio de sus anténulas modificadas en forma de gancho. En altas abundancias pueden causar estrés en los peces e infecciones secundarias.

### Recursos educativos: fichas ecológicas de las especies que habitan en la laguna

Dada la importancia de la Estancia Nahuel Rucá como espacio natural para la educación ambiental, se elaboraron fichas ecológicas de las especies de peces, aves y parásitos más frecuentes de la laguna y de sus arroyos asociados (ANEXO). Cada ficha presenta información relevante de cada especie o grupo taxonómico, incluyendo:

- › Nombre vulgar: denominación con la que el organismo es conocido comúnmente, la cual puede variar entre ciudades o regiones.
- › Nombre científico: de uso universal y recomendado para quienes deseen profundizar la búsqueda de información sobre la especie.
- › Imágenes.
- › Información relevante: información para identificar las especies, tamaño, morfología, hábitats, comportamiento, dieta, diferencias sexuales, reproducción, ciclos de vida, usos, aspectos sobre salud animal.

Estas fichas podrán emplearse en diversas actividades educativas desarrolladas en la laguna, así como en acciones de divulgación llevadas adelante por investigadores del IIMyC y el Inst.

Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable. Con frecuencia, docentes y divulgadores carecen de recursos didácticos que aborden especies autóctonas o representativas de los ambientes cercanos a la comunidad.

Si bien las fichas se confeccionaron a partir de la información recopilada específicamente en la laguna Nahuel Rucá, su contenido refleja la fauna característica de los ambientes dulceacuicolas del sudeste bonaerense, por lo que su utilidad trasciende el ámbito local. Como investigadores, consideramos fundamental no sólo generar conocimiento, sino también ponerlo a disposición de la sociedad mediante distintos formatos y herramientas. A través de estas fichas ecológicas se busca promover la conciencia ambiental, el cuidado y la conservación de los ambientes acuáticos regionales y de los organismos que los habitan.

## CONCLUSIONES, CONSIDERACIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

Los resultados presentados en este informe brindan información sobre la calidad del agua del sistema, su hidrogeomorfología, las situaciones de las riberas, y las especies de aves, peces y sus parásitos presentes en el sistema Nahuel Rucá (arroyo Dulce, laguna Nahuel Rucá y arroyo Sotelo). Planteamos finalmente en este informe científico técnico, algunas conclusiones generales, observaciones y recomendaciones finales.

### Calidad del agua del sistema

Los resultados obtenidos indican que la química del agua superficial del sistema presenta variaciones entre el afluente, la laguna y el efluente, reflejando la influencia conjunta de las características de la cuenca de drenaje y de los procesos físicos, químicos y biogeoquímicos que tienen lugar en los ecosistemas acuáticos. En particular, la comparación entre los distintos sectores del sistema muestra que el pasaje por el cuerpo lagunar se asocia a cambios en la concentración y proporción relativa de algunos solutos y nutrientes, lo que sugiere que la laguna influye en la composición química del agua aguas abajo. Las concentraciones de nutrientes, especialmente las formas inorgánicas del nitrógeno, evidencian una dinámica compleja, compatible tanto con aportes externos desde la cuenca (agricultura y ganadería) como con transformaciones internas del sistema, sin que los resultados permitan establecer relaciones causales precisas. En función de lo observado, se considera pertinente fortalecer el seguimiento de la calidad del agua mediante monitoreos sistemáticos que contemplen distintas condiciones hidrológicas y épocas del año, así como integrar la información hidroquímica con observaciones de uso del suelo y características del entorno. Este enfoque permitiría mejorar la interpretación de la variabilidad espacial y temporal de la química del agua y aportar información de base para la gestión del sistema acuático.

Por otra parte, un curso ensanchado aumenta el tiempo de residencia del agua (bajando la velocidad por tramo recorrido) y favorece la exposición a la irradiación solar lo que aumenta el metabolismo del ambiente, consumiendo más oxígeno.

### Hidrogeomorfológica del sistema y sus riberas fluviales

A partir de la caracterización de la estructura del hábitat de los ambientes estudiados, se pusieron de manifiesto diferentes aspectos esperables para ambientes de esta región. Los arroyos pampeanos, como el Dulce y Sotelo, presentan bajas velocidades

de agua y fondos dominados por sustratos finos (Feijoó et al. 1999). Las lagunas pampeanas, como Nahuel Rucá, son ambientes poco profundos con presencia de sustratos de diferente granulometría. En los ambientes acuáticos pampeanos en general, las macrófitas acuáticas y las algas representan la producción primaria autóctona. El desarrollo de macrófitas en los arroyos pampeanos se ve favorecido por la baja velocidad de la corriente, la buena recepción de luz debido a la ausencia de árboles en las riberas y las altas concentraciones de nutrientes (Rodríguez Capítulo et al. 2010).

Las riberas de los arroyos pampeanos carecen originalmente de vegetación boscosa nativa, característica que los contrasta con arroyos de otras partes del mundo (Feijoó & Lombardo 2007). La vegetación en estas zonas es naturalmente herbácea. Solo existen dos especies de árboles ribereños nativos propios de esta región, el "saucillo criollo" (*Salix humboldtiana*) y la "tala" (*Celtis tala*). Actualmente, algunas especies leñosas exóticas han invadido los corredores ribereños de los arroyos pampeanos, entre ellas la morera común (*Morus alba*), el chinaberry (*Melia azedarach*) y la acacia de tres espinas (*Gleditsia triacanthos*; Giorgi et al. 2014). Las riberas de los arroyos Dulce y Sotelo aquí estudiadas reflejan las características típicas de los cordones ribereños regionales. A su vez, se evidenció el efecto negativo del desarrollo de la ganadería sobre los márgenes de ambos arroyos. Esto se puso de manifiesto en la baja estabilidad de los márgenes, altas proporciones de suelo desnudo y presencia de grietas en los márgenes por acción del ganado, derivando así en una baja calidad de ribera. Estos efectos de la ganadería sobre la integridad de las riberas está bien documentado en ambientes de todo el mundo y puntualmente en la región pampeana (Bertora et al. 2022a). Debido a la importancia de los corredores ribereños, algunas pautas de rehabilitación de arroyos se centran en la conservación y recuperación de las zonas ribereñas.

### Las aves del sistema

La avifauna de la laguna Nahuel Rucá se destaca por su abundancia y riqueza de especies. Los distintos grupos de aves, tanto taxonómicos como funcionales, se encontraron muy bien representados en número y diversidad de especies. Esto podría atribuirse a la gran variedad de ambientes que ofrece la laguna. Áreas de aguas someras cerca de las orillas, que son los ambientes preferidos por las aves vadeadoras que caminan con sus largas patas removiendo el sedimento y capturando peces. Áreas de aguas más profundas, donde las aves buceadoras pueden sumergirse para cazar sus presas. Grandes parches vegetados, que son usados como refugio y sitio de alimentación por una diversidad de grupos de aves, y que a la vez proveen el material y la cobertura vegetal adecuados para la nidificación de pequeñas y grandes aves. Esto posiciona a Nahuel Rucá como un sitio representativo de la comunidad de aves acuáticas de las lagunas pampeanas del sudeste bonaerense, incluso en comparación con otras lagunas características de la región como las lagunas de los Padres y La Brava (Josens et al. 2012).

Es importante remarcar que, a pesar de ciertos cambios en la abundancia de especies particulares o del reemplazo de especies funcionalmente similares, la representación de los grupos taxonómicos y funcionales y la diversidad total de especies mostró pocas variaciones a través de las estaciones del año. Durante el período no reproductivo las aves se agrupan en la laguna, donde encuentran refugio y acceso a fuentes de alimento en los juncales y la vegetación circundante a las orillas (Blanco 1999). Principalmente en otoño y hasta mediados del invierno,

suelen observarse las aves agrupadas en grupos heterogéneos en cuanto a su composición de especies, a veces de pocos individuos pero a menudo numerosos. La composición de estos grupos es variable, ya que las aves suelen hacer desplazamientos hacia otros humedales y entre ambientes dentro de la laguna, dependiendo por ejemplo de la disponibilidad de alimento o de las condiciones climáticas. Hacia finales del invierno, en la etapa previa al inicio del período reproductivo, se encuentran grupos monoespecíficos o de pocas especies como instancia previa a la etapa de cortejo y formación de parejas. Durante la primavera y el verano, estos grupos son más escasos, observándose a las aves generalmente en parejas, a veces con sus crías. En esta etapa, las aves, abocadas a su labor reproductiva, se desplazan mucho menos, permaneciendo en general cerca del sitio de nidificación (Martínez 2001).

Por su tamaño relativamente grande, elevados requerimientos energéticos, alto nivel de actividad y eficiencia en la obtención de alimento, las aves acuáticas cumplen un rol clave en el ciclo de nutrientes de las lagunas (Martínez 1993). La presencia de diferentes grupos funcionales implica el consumo de un amplio espectro del alimento disponible en el sistema (e.g. algas, macrófitas, invertebrados, peces), abarcando además todos o la mayor parte de los diferentes ambientes dentro de la laguna (e.g. orillas y playas de fango, aguas superficiales, columna de agua, juncales). Esta función como consumidores del sistema tiene su correlato en un importante aporte de materia orgánica de las aves hacia la laguna, a través de heces, plumas, y restos de comida. Esto se potencia durante el período reproductivo, especialmente cuando se producen grandes agrupamientos de aves como en los casos de nidificación colonial.

### Los peces del sistema

Las 13 especies de peces capturadas y observadas son típicas de la región pampeana. El conocimiento sobre la riqueza de especies presentes en la laguna se incrementó dado que dos especies de mojarra, *Cheirodon interruptus* y *Psalidodon anisitsi*, no habían sido previamente capturadas en este ambiente y por lo tanto representan un primer registro para el ambiente en la literatura. Cabe aclarar que ambas habían sido colectadas para la laguna Mar Chiquita (Cousseau et al. 2001), vecina de la laguna Nahuel Rucá. En el estudio realizado por González Sagrario et al. (2018) analizaron la dieta de pejerrey, sabalito y bagre sapo. Cabe aclarar que el pejerrey estaría ausente en la laguna debido a una gran sequía registrada en la zona (com. pers. Pedro Urrutia). Estos resultados ponen en evidencia la importancia de los muestreos sistematizados en los ambientes naturales a fin de tener un listado completo de los organismos que los habitan. Es solo con esta medida inicial del conocimiento que luego se pueden empezar a esgrimir medidas de manejo y/o conservación, según sea el caso. No se puede proteger lo que no se conoce... o en este caso, lo que no se sabe que está presente en un ambiente. Cabe destacar que la mayoría de las especies de peces colectadas (7 de 9) mostraron una distribución máxima, estando presentes en todo el sistema de estudio, *Bryconamericus iheringii*, *Cheirodon interruptus*, *Oligosarcus jenynsii*, *Psalidodon pampa*, *Jenynsia lineata*, *Cnesterodon pampeanus* y *Hoplisoma paleatum*. Se observó una alta abundancia de *Jenynsia lineata* y *Cnesterodon pampeanus*, dos especies de "madrecitas" que suelen habitar en ambientes con calidades ambientales diversas, mostrando tolerancia a condiciones de deterioro ambiental.

Algunos otros patrones interesantes derivan de los muestreos de peces de este ambiente. Por ejemplo, la mojarrita *Cheirodon*

*interruptus* si bien se encontró en todos los sitios de muestreo fue más abundante en ambos arroyos. Por lo contrario, el dienteado *Oligosarcus jenynsii* fue más abundante en la laguna, donde las condiciones de aguas abiertas resultan más oportunas para su vida. Las mojaras del género *Psalidodon* se restringieron al arroyo Dulce, ambiente con mayor profundidad del sistema. Por otro lado, si bien la madrecita *Cnesterodon pampeanus* fue colectada en todos los sitios de estudio y en alta abundancia, la mayor cantidad de ejemplares se encontraron en ambos arroyos, una tendencia que se suele presentar en los ecosistemas regionales. Por último, el bagre cantor *Pimelodella laticeps* fue colectado exclusivamente en los arroyos.

Los diferentes usos de suelo que se realizan en la cuenca ciertamente podrían estar generando diferentes efectos sobre la comunidad de peces. La importante presencia de ganado en la cuenca inmediata del sistema y las condiciones de ribera y calidad de agua observadas, permiten postular una influencia negativa de esta actividad sobre la calidad de los ecosistemas estudiados. Existen antecedentes recientes en nuestra región que han demostrado el efecto negativo que posee la urbanización, agricultura y ganadería sobre la composición (presencia y ausencia de especies), estructura (abundancia de especies), talla (longitudes de los ejemplares), dieta y parásitos de los ensambles de peces (Bertora et al. 2021a, b, 2024 a, b, Paracampo et al. 2020, Paredes del Puerto et al. 2022).

### Los parásitos del sistema

Los resultados obtenidos hasta el momento, muestran que en el sistema de Nahuel Rucá, las poblaciones parasitarias de peces presentan una alta abundancia y prevalencia, y que sus comunidades parasitarias poseen una alta riqueza de especies. La fauna parasitaria del dienteado mostró la mayor abundancia total y cantidad de especies de parásitos en comparación con otras lagunas de la zona, como La Brava y Los Padres. La diversidad parasitaria hallada en las especies de peces analizadas pone en evidencia la importancia de los parásitos como integrantes de las comunidades acuáticas y su conocimiento eleva significativamente el conocimiento de la biodiversidad del sistema. En este estudio se detectaron varias especies de parásitos que se encuentran bajo estudio ya que aún no han sido descritas y que constituyen nuevas especies para la ciencia. Cabe destacar que estudios previos en la laguna permitieron identificar y describir 7 nuevas especies de parásitos.

Los resultados también demuestran que los peces cumplen un rol fundamental en la subsistencia, mantenimiento y transmisión de los parásitos en estos ambientes. Así, el estudio de su rol como hospedadores definitivos u hospedadores intermediarios permite dilucidar el ciclo biológico de estos organismos que permanecen ocultos en sus hospedadores. Este estudio permitió además, identificar a las especies de aves que podrían estar actuando como posibles hospedadores definitivos de los estadios larvales de cestodos, nematodos y digeneos cuyas prevalencias y abundancias evidencian la alta transmisión de estas especies en el sistema.

En resumen, los parásitos desempeñan un papel esencial en la regulación, la salud y la dinámica de las comunidades acuáticas y Nahuel Rucá representa un sitio de gran importancia para el estudio de la diversidad parasitaria regional. La integración de estudios parasitológicos a estudios ambientales es fundamental para comprender integralmente estos ecosistemas y de esta manera generar acciones para su conservación. También, los estudios parasitológicos permiten no solo evaluar la salud

ambiental de los cuerpos de agua sino que también de sus hospedadores. En este sentido se hallaron parásitos que pueden afectar la salud de los peces, como los ciliados *Myxidium* sp. y *Hoferellus* sp., los piojos de los peces y *Lernea cf cyprinacea* (parásito exótico). Conocer su presencia permite estar alerta ante eventos disruptivos (sequías, cambios en el uso del suelo, cambios en la densidad de hospedadores, cambios fisicoquímicos del agua, etc.) que pueden romper el delicado equilibrio entre parásito-hospedador y generar enfermedad.

Finalmente es importante destacar que ninguna de las especies de parásitos halladas son zoonóticas y no representan un peligro para la salud humana.

### Recomendaciones

Como ya se mencionó, la vegetación ribereña (vegetación adyacente a los cuerpos y cursos de agua) resulta un componente clave en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas fluviales (Naiman & Décamps 1997). Esto se debe a sus múltiples funciones relacionadas con su capacidad de retención de sedimentos, nutrientes, materia orgánica, fertilizantes, pesticidas y fármacos provenientes de las actividades aledañas como la agricultura y la ganadería. Una ribera conservada y un uso de suelo racional, deben considerar incluir un manto vegetal tal que amortigüe el paso del agua desde la cuenca hacia el curso principal del sistema y de ese modo evite crecidas extraordinarias. Lo mismo aplica en el extremo contrario, las sequías. Cuando se proyectan canalizaciones masivas con la finalidad de sacar el agua de las llanuras de inundación, se facilita también la eliminación del agua durante los periodos de sequía, agravando aún más la demanda de este bien natural en condiciones de déficit. Los mismos bajos inundados que se pretenden drenar con las canalizaciones, son los que ayudarían a retener el agua y temporizar las crecidas extraordinarias en momentos de inundación. Esta paradoja humana del manejo del paisaje no hace más que acentuar ambos extremos hidrológicos: las sequías y las inundaciones. Para esta última condición, la posibilidad de bregar por un ancho de ribera más desarrollado y conservado a lo largo de nuestros arroyos (no importa cuán pequeños sean) se traducirá sin duda alguna en una mejora de la captación de agua (y otros elementos como señalamos arriba) evitando (o ralentizando según sea el caso) la llegada de los mismos al sistema de drenaje de la cuenca. Un paisaje dominado por cobertura vegetal nativa, favorece la presencia de zonas de ralentización del agua, que además de atemperar las crecidas, permite la recarga de los acuíferos.

Actualmente en Argentina, no existen normativas que establezcan la magnitud de superficie efectiva a ser protegida en las riberas de los arroyos. Una protección precautoria que oscile entre los **15 y 20 metros** de ancho de riberas sería una magnitud sugerida y recomendable para el manejo de arroyos pampeanos (Bertora 2021). De este modo, como primera medida de manejo, se debería considerar la protección de la integridad de las mismas, tanto en superficie de cobertura vegetal como en composición de especies.

Es importante resaltar el impacto del acceso del ganado a las riberas y a los cursos y cuerpos de agua. Dados los efectos negativos que genera la ganadería sobre la calidad ambiental y diferentes comunidades acuáticas, es imprescindible considerar acciones destinadas a reducir su impacto. Existen varias opciones para el desarrollo de estrategias de pastoreo ripario: control de la distribución animal y acceso al agua; intensidad, frecuencia y periodos de descanso del pastoreo; época de pastoreo (tempo-

rada); y exclusión total (Fitch & Adams 1998). Por supuesto, la exclusión del ganado conlleva a la implementación de fuentes alternativas de provisión de agua para los animales ya que los arroyos y las lagunas suelen ser fuente de agua para bebida.

Por otra parte, el manejo y la restauración de arroyos que fluyen por tierras agrícolas debe ir acompañado también, de cambios en las prácticas agrícolas para reducir la erosión del suelo y la carga de nutrientes y agroquímicos (Gücker & Pusch 2006). Como alternativa a la producción agrícola industrial, la cual emplea agroquímicos (pesticidas, fertilizantes, etc.) existen otros tipos de producciones igualmente rentables como la agroecología. De hecho, estudios llevados a cabo por investigadores del INTA y CONICET en los últimos años indican que en el plazo de 6,5 años en las parcelas en donde se produjo agroecológicamente, el contenido de materia orgánica del suelo aumentó significativamente con respecto a las parcelas de producción agrícola industrial, mientras que el contenido de glifosato + AMPA (producto de degradación del glifosato) disminuyó. Además determinaron que en el sistema agroecológico, el margen bruto acumulado durante 6,5 años, aumentó 244 % con respecto a las parcelas con agricultura industrial (Aparicio et al. 2018). En esta línea, existen diversas agrupaciones o asociaciones que abogan por la agroecología en nuestro país, tales como la Sociedad Argentina de Agroecología (SAAE), Red Nacional de Municipios y Comunidades que Fomentan la Agroecología (RENAMA).

Sin embargo, cualquier medida de manejo tendiente a mejorar la calidad ambiental de un ecosistema acuático debe involucrar una aceptación genuina por parte de los/as propietarios/as de la tierra lindera a los mismos y de este modo asegurar un compromiso en su ejecución y mantenimiento en el tiempo. Es decir, no solo es necesario decidir en forma conjunta la/s pauta/s de manejo más eficiente/s, sino también los/as dueño/as deberán reconocer la necesidad de proteger los ecosistemas acuáticos linderos y decidir implementar pautas de manejo para mejorar o conservar su estado ambiental.

La Laguna Nahuel Rucá representa un escenario científico y ecológico de gran relevancia, pero también una buena oportunidad para visualizar el valor de la calidad ambiental y la biodiversidad de nuestros paisajes acuáticos. Uno de los establecimientos agropecuarios linderos con la laguna Nahuel Rucá viene desarrollando desde hace años diversas actividades educativas, de divulgación y recreación usando la laguna como escenario de aprendizaje, concientización y disfrute. Su función como refugio de biodiversidad, su valor para la investigación y su potencial para el ecoturismo hacen de este ecosistema un tesoro que merece una gestión y conservación meticulosa. La ciencia y la preservación son pilares fundamentales para garantizar su existencia y relevancia en el futuro.

## Observaciones

Este material estará disponible en la página web del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNMdP- CONICET <https://www.iimyc.gov.ar/iimyc/es/informes-tecnicos/> para ser utilizado en las charlas que se brindan a colegios y/o vecinos/as, o como material gráfico de información o difusión.

También brinda información para las personas encargadas de los campos aledaños a los sitios de muestreo que manifestaron su interés de saber en qué condiciones se encuentran los arroyos que atraviesan estos establecimientos.

## Agradecimientos

Agradecemos la buena predisposición para el acceso y la toma de muestras a Pedro Abel Urrutia y su compromiso con el estudio de la naturaleza y su conservación. También a Gustavo Vicente Bernava del laboratorio Hidrogeología (Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario-IIMyC-FCEyN-UNMdP) por el procesamiento y cuantificación de parámetros químicos en las muestras de agua.

**Tabla 1.** Caracterización de la calidad del agua a partir de las variables físicas y químicas medidas en los diferentes sitios de estudio. ICA= índice de calidad del agua.

Variables / Sitios	Arroyo Dulce		Laguna Nahuel Rucá		Arroyo Sotelo		
	NR1	NR2	NR3	NR4	NR5	NR6	
T (°C)	18,9	19,3	21,02	20,32	19,3	19,1	
pH	8,73	9,35	8,93	9,84	9,2	9,97	
oxígeno disuelto (mg/L)	10,8	13,03	7,53	10,01	9,69	9,97	
conductividad ( $\mu$ S/cm)	2830	2870	1615	1403	1893	1993	
cloruros (mg/L)	522	539	281	226	357	357	
transparencia (cm)	15,4	48	13,88	18,67	15	14	
nitratos (mg/L)	56	52	18,38	28,53	40,5	40,3	
nitritos (mg/L)	0,002	0,013	0,05	0,02	0,008	0,077	
amonio (mg/L)	0,01	0,07	0,13	0,19	0,04	0,1	
fósforo total (mg/L)	1,85	5,63	0,63	1,07	6,28	19	
fosfatos (mg/L)	0,6	3,29	2,46	2,57	2,05	6,2	
sodio (mg/L)	300	220	203	191	250	250	
potasio (mg/L)	1,6	6	4,78	7,23	10	10	
calcio (mg/L)	140	190	72,95	70,67	110	160	
magnesio (mg/L)	51	60	22,64	25,6	50	10	
sulfatos (mg/L)	67	56	43,67	44	43	49	
sílice (mg/L)	18	37	14,93	12,9	18	22	
carbonatos (mg/L)	43,4	66,2	77,4	54,2	66,2	33,3	
bicarbonatos (mg/L)	344	417	374	344	232	324	
dureza (ppm)	560	720	276,75	307	481	437	
ICA Pesce & Wunderlin	valor	74,29	68,10	74,29	73,81	75,71	69,52
	categoría	buena	moderada	buena	buena	buena	moderada

**Tabla 2.** Caracterización de la estructura del hábitat y de la condición de la vegetación ribereña en los sitios de estudio. ICR: índice de calidad de riberas.

Variables	Arroyo Dulce		Laguna Nahuel Rucá		Arroyo Sotelo		
	NR1	NR2	NR3	NR4	NR5	NR6	
Macrófitas flotantes (%)	0	0	0	19,1	0	0	
Macrófitas sumergidas (%)	13,75	27,5	0	1	0	0	
Macrófitas emergentes (%)	0	0	27,81	14,38	0	0	
Profundidad de sedimento promedio (cm)	0,81	7,36	13,4	8,55	0	0,75	
Substrato roca base (%)	43,75	0	2,5	0	57,5	70	
Substrato canto rodado (%)	0	0	0	0	8,75	0	
Substrato grava (%)	23,75	10	0	0,31	33,75	17,5	
Substrato arena (%)	32,5	90	97,5	99,69	0	12,5	
Velocidad del agua (m/s)	0,074	0,078	-	-	0,35	0,145	
Ancho del cauce promedio (m)	14,63	20	-	-	9,43	14,73	
Profundidad del agua promedio (cm)	68,5	78,4	45,27	33,58	35,06	44,31	
Ancho de ribera mínimo (m)	0	0	-	-	15,6	10	
Ancho de ribera promedio (m)	8,76	4,02	-	-	16,78	12,27	
Cobertura leñosa (%)	0	0	-	-	11,88	9,34	
Cobertura herbácea (%)	100	100	-	-	88,12	95	
Cobertura suelo desnudo (%)	4,38	1,25	-	-	13,13	29,69	
Estabilidad de márgenes (%)	30,63	71,25	-	-	60	31,88	
Incisiones de los márgenes por ganado (n)	0,25	0,38	-	-	0,13	0,88	
ICR Rosso & Fernández Cirelli	valor	0,26	0,31	-	-	0,55	0,36
ICR Rosso & Fernández Cirelli	categoría	mala	mala	-	-	mala	mala

**Tabla 3.** Lista de las especies de aves acuáticas registradas en la laguna Nahuel Rucá (censos con drones). Se indica con asteriscos la probabilidad de avistaje de cada especie (\* baja, \*\* media, \*\*\* alta) en las estaciones del año. Se brinda información sobre alimentación (alimento principal y técnica de alimentación) y localización del nido.

Grupo	Familia	Nombre científico	Nombre vulgar	Prim/Ver	Oto	Inv	Dieta	Técnica alimentación	Nido
Patos	Anatidae	<i>Anas bahamensis</i>	Pato gargantilla	***	**	***	Herbívoro	Cucharea/Sumerge cabeza	Terrestre
		<i>Anas flavirostris</i>	Pato barcino	***	**	**	Omnívoro	Cucharea/Sumerge cabeza	Terrestre
		<i>Anas georgica</i>	Pato maicero	***	**	***	Herbívoro	Sumerge cabeza/Cucharea	Terrestre
		<i>Callonetta leucophrys</i>	Pato de collar	***	**	**	Herbívoro	Sumerge cabeza/Cucharea	Terrestre
		<i>Dendrocygna bicolor</i>	Sirirí colorado	***	**	**	Herbívoro	Cucharea/Sumerge cabeza	Acuática
		<i>Dendrocygna viduata</i>	Sirirí pampa	***	**	**	Herbívoro	Bucea/Cucharea	Mixta
		<i>Heteronetta atricapilla</i>	Pato cabeza negra	***	**	**	Herbívoro	Cucharea/Sumerge cabeza	Acuática
		<i>Mareca sibilatrix</i>	Pato overo	***	**	**	Herbívoro	Pastorea/Cucharea	Terrestre
		<i>Netta peposaca</i>	Pato picazo	***	**	**	Herbívoro	Cucharea/Sumerge cabeza	Mixta
		<i>Oxyura vittata</i>	Pato zambullidor chico	***	**	**	Herbívoro	Bucea	Acuática
		<i>Spatula cyanoptera</i>	Pato colorado	***	**	**	Herbívoro	Cucharea/Sumerge cabeza	Acuática
		<i>Spatula platalea</i>	Pato cuchara	***	**	***	Herbívoro	Cucharea/Sumerge cabeza	Terrestre
		<i>Spatula versicolor</i>	Pato capuchino	***	**	***	Herbívoro	Cucharea/Sumerge cabeza	Terrestre
Cisnes	Anatidae	<i>Coscoroba coscoroba</i>	Coscoroba	***	**	**	Omnívoro	Vadea/Pastorea	Acuática
		<i>Cygnus melancoryphus</i>	Cisne cuello negro	***	**	**	Herbívoro	Cucharea/Sumerge cabeza	Acuática
Chajá	Anhimidae	<i>Chauna torquata</i>	Chajá	***	**	**	Herbívoro	Pastorea	Acuática
		<i>Podiceps major</i>	Macá grande	**	**	**	Piscívoro	Bucea	Acuática
Macaeas	Podicipedidae	<i>Rollandia rolland</i>	Macá cara blanca	***	**	**	Piscívoro	Bucea/Pesca	Acuática
		<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	***	**	**	Piscívoro	Bucea/Pesca	Acuática
Garzas	Ardeidae	<i>Ardea cocoi</i>	Garza mora	***	**	**	Camívoro	Vadea/Caza	Mixta
		<i>Egretta thula</i>	Garza blanca	***	**	**	Piscívoro	Vadea/Caza	Mixta
Gallaretas	Rallidae	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Garza bruja	***	**	**	Camívoro	Vadea/Caza	Mixta
		<i>Fulica spp</i>	Gallaretas	**	**	**	Piscívoro	Pesca/Picotea	Terrestre
Biguá	Phalacrocoracidae	<i>Nannopterum brasilianum</i>	Biguá	***	**	**	Herbívoro	Sumerge cabeza/Bucea	Acuática
		<i>Phoenicopterus chilensis</i>	Flamenco austral	***	**	**	Invertebrados	Vadea/Filtra	Acuática
Treskiornitidos	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espátula rosada	***	**	**	Piscívoro	Vadea	Mixta
		<i>Plegadis chihui</i>	Cuervillo de cañada	***	**	**	Invertebrados	Caza/Picotea	Acuática
Cigüeña	Ciconiidae	<i>Ciconia maguari</i>	Cigüeña americana	***	**	**	Camívoro	Caza/Vadea	Acuática
		<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	Gaviota capucho café	***	**	**	Camívoro	Caza/Pesca	Acuática
Gaviotas	Laridae	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	Gaviota capucho gris	***	**	**	Invertebrados	Caza	Acuática
		<i>Vanellus chilensis</i>	Tero	***	**	**	Invertebrados	Caza/Picotea	Terrestre

**Tabla 4.** Riqueza (número de especies por muestreo) y diversidad (índice H de Shannon) de aves acuáticas en la laguna Nahuel Rucá en las diferentes estaciones del año a partir de los censos sistemáticos con drones. Se indica el valor promedio  $\pm$  desvío estándar.

	Primavera / Verano	Otoño	Invierno
Riqueza	12,3 $\pm$ 7,2	15,3 $\pm$ 2,1	14,0 $\pm$ 4,4
Diversidad	2,0 $\pm$ 0,5	1,7 $\pm$ 0,9	2,1 $\pm$ 0,1

**Tabla 5.** Especies de peces y número de ejemplares capturados en el sistema Laguna Nahuel Rucá.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Arroyo Dulce		Laguna Nahuel Rucá		Arroyo Sotelo		Total
				NR1	NR2	NR3	NR4	NR5	NR6	
Characiformes	Characidae	<i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887)	mojarra	42	92	41	30	52	31	288
		<i>Cheirodon interruptus</i> (Jenyns, 1842)	mojarrita	43	83	14	21	28	51	240
		<i>Oligosarcus jenynsii</i> (Günther, 1864)	dientudo	3	2	38	7	1	16	67
		<i>Psalidodon pampa</i> (Casciotta, Almirón & Azpelicueta, 2005)	mojarra	32	32	2	2	4	3	75
		<i>Psalidodon anisitsi</i> (Eigenmann, 1907)	mojarra	14	54	0	1	0	0	69
	Curimatidae	<i>Cyphocharax voga</i> (Hensel, 1870)	sabalito							no determinado
	Erythrinidae	<i>Hoplias argentinensis</i> Rosso, González-Castro, Bogan, Cardoso, Mabragaña, Delpiani & Díaz de Astarloa, 2018	tararira							no determinado
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	carpa							no determinado
Cyprinodontiformes	Anablepidae	<i>Jenynsia lineata</i> (Jenyns, 1842)	tosquerito / madrecita	31	40	48	79	115	48	361
	Poeciliidae	<i>Cnesterodon pampeanus</i> (Taglioretti, Rossin, Irigoitia, Timi, 2025)	madrecita de agua	42	78	49	28	49	75	321
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Hoplisoma paleatum</i> (Jenyns, 1842)	Tachuela/ limpiafondos	21	15	14	9	16	23	98
		<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	bagre sapo							no determinado
	Heptapteridae	<i>Pimelodella laticeps</i> Eigenmann, 1917	bagre cantor	1	0	0	0	6	18	25

**Tabla 6.** Parásitos hallados (Abund.= abundancia, Prev.= prevalencia) parasitando peces del sistema laguna Nahuel Rucá y sus arroyos asociados. En negrita se indican a las especies parásitas con mayor prevalencia para cada pez hospedador.

<b>Pez hospedador</b>	<b>Especies de Parásitos</b>	<b>Sitios de infección</b>	<b>Abund.</b>	<b>Prev. (%)</b>	<b>Registro</b>		
<b>Madrecita de agua</b> <i>Cnesterodon pampeanus</i>	<b>Cnidarios</b>	<i>Trichodina</i> sp. 1	Superficie corporal	-	16	actual	
	<b>Digeneos</b>	<i>Pygidiopsis</i> sp. 1	Escamas	2	<b>37,5</b>	actual	
		<i>Pygidiopsis crassus</i>	Mesenterio	2	25	actual	
		<i>Ascocotyle hadra</i>	Mesenterio	3,5	25	actual	
		<i>Diplostomidae</i> gen. sp.	Cavidad del cuerpo	1,5	25	actual	
<b>Mojarra cola rojiza</b> <i>Psalidodon anisitsi</i>	<b>Digeneos</b>	<i>Magnivitellinum</i> sp. (adulto)	Ciegos intestinales	3,5	<b>100</b>	actual	
		<i>Genarchella genarchella</i> (adulto)	Estómago	9,5	<b>100</b>	actual	
		<i>Ascocotyle tenuicollis</i> (metacercaria)	Corazón	2,00	50	actual	
		Met. indet aletas	Aletas	6,00	50	actual	
		<i>Pygidiopsis</i> sp. (metacercaria)	Pared del estómago	7,5	<b>100</b>	actual	
	<b>Monogeneos</b>	<i>Diaphorocleidus aff. chascomusensis</i>	Branquias	2,50	50	actual	
		<i>Characithecium</i> sp. 1	Branquias	1,50	50	actual	
		<b>Cestodes</b>	<i>Proteocephalidea</i> gen. sp. (larva)	Mesenterios	2,50	<b>100</b>	actual
	<b>Nematodes</b>	<i>Contraecaecum</i> sp. (larva)	Mesenterios	1,50	50	actual	
		<i>Rhabdochona</i> sp. 1 (adulto)	Intestino	1,00	50	actual	
<b>Mojarra</b> <i>Bryconamericus iheringii</i>	<b>Ciliados</b>	<i>Trichodina</i> sp. 1	Superficie corporal	-	17	actual	
	<b>Cnidarios</b>	<i>Henneguya</i> sp. 1	Branquias	-	17	actual	
		<i>Hofferellus</i> sp.1	Riñón	-	17	actual	
		<b>Digeneos</b>	<i>Saccocoelioides</i> sp. 1 (adulto)	Intestino	0,60	50	actual
	<i>Pygidiopsis</i> sp. (metacercarias)		Pared de vísceras/ mesenterio	4,30	83	actual	
	Met. no ident.		Branquias	0,30	33	actual	
	<b>Monogeneos</b>	<i>Characithecium</i> sp. 2	Branquias	3,30	<b>100</b>	actual	
		<i>Diaphorocleidus</i> sp. 1	Branquias	0,50	33	actual	
		<i>Diaphorocleidus</i> sp. 2	Branquias	1,20	50	actual	
	<b>Nematodes</b>	<i>Rhabdochona</i> sp. 2 (adulto)	Intestino	0,83	50	actual	
		<i>Contraecaecum</i> sp. (larva L3)	Mesenterio	0,66	33	actual	
	<b>Cestodes</b>	<i>Proteocephalidea</i> gen. sp. (metacestode)	Mesenterio	1,00	67	actual	
	<b>Crustáceos</b>	<i>Ergasilus</i> sp.	Branquias	0,5	17	actual	
	<b>Mojarra</b> <i>Cheirodon interruptus</i>	<b>Digeneos</b>	<i>Pygidiopsis</i> sp. (metacercaria)	Cerebro	13,50	<b>100</b>	actual
			<i>Pygidiopsis</i> sp. 1 (metacercaria)	Estómago	7,50	<b>100</b>	actual
		<i>Pygidiopsis</i> sp. 2 (metacercaria)	Mesenterio / intestino	54,00	<b>100</b>	actual	
<i>Ascocotyle tenuicollis</i> (metacercaria)		Corazón	6,50	<b>100</b>	actual		
<i>Acanthostomum</i> sp. (metacercaria)		Escamas / aletas	59,50	<b>100</b>	actual		
<i>Saccocoelioides</i> sp. (adulto)		Intestino	1,00	50	actual		
<i>Genarchella genarchella</i> (adulto)		Estómago	0,50	50	actual		
<b>Monogeneos</b>		<i>Characithecium</i> sp. 3	Branquias	0,50	50	actual	
		<i>Diaphorocleidus</i> sp. 3	Branquias	0,50	50	actual	
		<i>Diaphorocleidus</i> sp. 4	Branquias	-	-	Rossin & Timi 2014	
		<i>Anacanthoroides</i> sp.	Branquias	-	-	Rossin & Timi 2014	
<b>Cestodes</b>		<i>Proteocephalidea</i> gen. sp. (metacestode)	Mesenterio	4,50	<b>100</b>	actual	
<b>Crustáceos</b>		<i>Lernea cf. cyprinacea</i>	Sup. externa	2,00	50	actual	

Continúa...

Continación Tabla 6

<b>Dientudo</b> <i>Oligosarcus jenynsii</i>	<b>Ciliados</b>	<i>Ichthyophthirius multifiliis</i>	Sup. externa	-	-	registro personal
		<i>Trichodina</i> sp.	Sup. externa	-	-	registro personal
	<b>Cnidarios</b>	<i>Henneguya margaritae</i>	Riñón	-	<b>63,2</b>	actual
		<i>Henneguya sardellae</i>	Aleta	-	-	Rossin et al. 2024
		<i>Henneguya</i> sp. 1	Riñón	-	<b>71,9</b>	actual
		<i>Henneguya</i> sp. 2	Pared estómago	-	1,80	actual
		<i>Henneguya</i> sp. 3	Pared intestino	-	1,80	actual
		<i>Henneguya</i> sp. 4	Branquias	-	3,50	actual
		<i>Henneguya</i> sp. 5	Aleta adiposa	-	-	Rossin et al. 2019
		<i>Myxidium</i> sp.	Riñón	-	5,30	actual
		<i>Hofferellus</i> sp. 2	Riñón	-	-	Rossin et al. 2019
	<b>Digeneos</b>	Echinostomatidae fam. gen. sp. (metacercarias)	Aletas	3,05	33,30	actual
		Heterophyidae fam gen. sp. (metacercaria)	Branquias	23,35	<b>75,40</b>	actual
		Heterophyidae fam. gen. sp. 2 (metacercarias)	Hígado y pared de vísceras	7,35	56,10	actual
		Heterophyidae fam. gen. sp. 3 (metacercarias)	Cerebro	1,47	35,10	actual
		Heterophyidae fam. gen. sp. 4 (metacercarias)	Corazón	0,02	1,80	actual
		<i>Phyllodistomum</i> sp. (adulto)	Ductos urinarios	0,07	7,00	actual
		<i>Genarchella genarchella</i> (adulto)	Estómago	0,47	26,30	actual
		<i>Saccocoelioides</i> sp.2 (adulto)	Intestino	-	-	Rossin et al. 2020
		<i>Magnivitellinum</i> sp.2	Ciegos intestinales	-	-	Rossin et al. 2020
	<b>Monogeneos</b>	<i>Characithecium chascomusensis</i>	Branquias	192,5	<b>98,2</b>	actual
		<i>C. longianchoratus</i>	Branquias	35,2	<b>96,5</b>	actual
		<i>C. chelatum</i>	Branquias	17,9	<b>78,9</b>	actual
		<i>C. quadratum</i>	Branquias	8,1	<b>68,4</b>	actual
		<i>C. robustum</i>	Branquias	7,3	<b>78,9</b>	actual
		<i>Diaphorocleidus</i> n. sp. (nueva especie)	Sup. externa	0,4	17,5	actual
	<b>Nematodes</b>	<i>Contracaecum jorgei</i> (larva L3)	Sistema digestivo y mesenterios	11,9	<b>93,0</b>	actual
		<i>Hedruris bifida</i>	Estómago	0,02	1,8	actual
		<i>Rhabdochona</i> sp. 3	Intestino	0,2	7,0	actual
	<b>Cestodes</b>	Proteocephalidea gen. sp. (metacestode)	Mesenterio	-	-	registros previos
	<b>Acantocéfalos</b>	<i>Polimorphus</i> sp.	Intestino	0,1	5,3	actual
		<i>Wolffhugelia matercula</i>	Intestino	-	-	registros previos
	<b>Crustáceos</b>	<i>Lerneia cf. cyprinacea</i>	Sup. externa	0,02	1,8	actual
		<i>Ergasilus</i> sp.	Branquias	-	-	registros previos
		<i>Argulus</i> sp.	Sup. externa	0,02	1,8	actual

## BIBLIOGRAFÍA

- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, Water Environment Federation (APHA, AWWA, WPCF, WEF) (2017) *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23rd ed. American Public Health Association.
- Aparicio V, Zamora M, Barbera A, Castro-Franco M, Domenech M, De Gerónimo E, Costa JL (2018) Industrial agriculture and agroecological transition systems: A comparative analysis of productivity results, organic matter and glyphosate in soil. *Agric. Syst.* 167: 103-112.
- Barbour MT, Gerritsen J, Snyder BD, Stribling JB (1999) *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. US EPA, Office of Water: Washington DC, Estados Unidos.
- Bertora A (2021) Estado ambiental del arroyo Langueyú, su relación con el uso del suelo y la influencia sobre las comunidades de peces. Tesis de doctorado, UNICEN, Argentina.
- Bertora A, Fontanarrosa MS, Grosman F, Sanzano P, Rosso JJ (2021) a. Trophic ecology of the Neotropical tolerant fish *Corydoras paleatus* under the influence of contrasting environmental conditions in a prairie stream. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 93(Suppl. 3): e20190676.
- Bertora A, Grosman F, Sanzano P, Díaz de Astarloa JM, Rosso JJ (2024) Effects of cattle intrusion on environmental conditions and fish assemblages of temperate neotropical prairie streams. *Aquat. Sci.* 84(90).
- Bertora A, Grosman F, Sanzano P, Rosso JJ (2022) Combined effects of urbanization and longitudinal disruptions in riparian and in-stream habitat on water quality of a prairie stream. *Knowl. Manag. Aquat. Ec.* 423: 15.
- Bertora A, Rossin MA, Grosman F, Sanzano P, Rosso JJ (2021) b. Ensamblajes parasitarios en *Corydoras paleatus* en un arroyo pampeano con condiciones contrastantes de calidad de agua y hábitat. *Biol. Acuát.* 37.
- Bibby CJ, Burgess ND, Hill DA, Mustoe S (2000) *Birds census techniques*. Academic Press, Londres.
- Biswal D, Chatterjee S (2020) Fish parasites as biological indicators: a systematic review. *Biosci. Biotechnol. Res. Commun.* 13(4): 1743-1755.
- Blanco DE (1999) Los humedales como hábitat de aves acuáticas. En: *Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica* (AI Malvares, Ed.). ORCYT-UNESCO.
- Bush AO, Lafferty KD, Lotz JM, Shostak AW (1997) Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al revisited. *J. Parasitol.* 83: 575-583.
- Chiaradia NM (2017) *Biología reproductiva del Junquero (Phleocyrtus melanops; Furnariidae) en humedales del sudeste de la región pampeana sometidos a diferentes disturbios*. Tesis doctoral, UNMdP, Argentina.
- Cousseau, MB, Diaz de Astarloa JM, Figueroa DE (2001) La ictiofauna de la laguna Mar Chiquita. En: *Reserva de Biosfera Mar Chiquita: Características físicas, biológicas y ecológicas* (O. Iribarne, Ed.). Editorial Martin, Mar del Plata.
- Feijóo CS, Giorgi A, García ME, Momo F (1999) Temporal and spatial variability in streams of a pampean basin. *Hydrobiologia* 394: 41-52.
- Feijóo CS, Lombardo R (2007) Baseline water quality and macrophyte assemblages in Pampean streams: A regional approach. *Water Res.* 41: 1399-1410.
- Fitch L, Adams BW (1998) Can cows and fish co-exist? *Can. J. Plant Sci.* 78(2): 191-198.
- Fletcher DE, Wilkins SD, McArthur JV, Meffe GK (2000) Influence of riparian alteration on canopy coverage and macrophyte abundance in Southeastern USA blackwater streams. *Ecol. Eng.* 15: S67-S78.
- Gatto A, Quintana F, Yorio P, Lisnizer N (2005) Abundancia y diversidad de aves acuáticas en un humedal marino del Golfo San Jorge, Argentina. *Hornero* 20: 141-152.
- Giorgi A, Vilches C, Rodríguez Castro MC, Zunino E, Debandi J, Kravetz S, Torremorell A (2014) Efecto de la invasión de acacia negra (*Gleditsia triacanthos* L. (Fabaceae)) sobre la temperatura, luz y metabolismo de un arroyo pampeano. *Acta biol. Colomb.* 19(1): 99-106.
- González Sagrario MA, Rodríguez Golpe D, La Sala L, Sanchez Vuichard G, Minotti P, Panarello HO (2018) Lake size, macrophytes, and omnivory contribute to food web linkage in temperate shallow eutrophic lakes. *Hydrobiologia* 818(1): 87-103.
- Gücker B, Pusch MT (2006) Regulation of nutrient uptake in eutrophic lowland streams. *Limnol. Oceanogr.* 51: 1443-1453.
- Jonnalagadda SB, Mhere G (2001) Water quality of the Odzi River in the eastern highlands of Zimbabwe. *Water Res.* 35: 2371-2376.
- Josens ML, Escalante AH, Favero M (2012) Diversity, Seasonality and structure of bird assemblages associated with three wetlands in the southeastern Pampas, Argentina. *Ardeola* 59: 93-190.
- Josens ML, Pretelli MG, Escalante AH (2009) Censos de aves acuáticas en sus colonias reproductivas en lagunas del sudeste de la provincia de Buenos Aires. *Hornero* 24: 7-12.
- Lima AC, Wrona FJ, Soares AM (2017) Fish traits as an alternative tool for the assessment of impacted rivers. *Rev. Fish Biol. Fish.* 27(1): 31-42.
- Marcogliese DJ (2005) Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? *International J. Parasitol.* 35(7): 705-716.
- Martínez MM (1993) Las aves y la limnología. En: *Conferencias de Limnología. Instituto de Limnología Raul Ringuelet (A Boltovskoy, Lopez H, Eds.)*. ILPLA, Argentina.
- Martínez MM (2001) *Avifauna de Mar Chiquita: Síntesis de la tesis doctoral de M.M. Martínez*. En: *Reserva de Biosfera Mar Chiquita: Características físicas, biológicas y ecológicas*. UNESCO (O Iribarne, Ed.). Editorial Martin, Mar del Plata.
- Naiman RJ, Decamps H (1997) The ecology of interfaces: riparian zones. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 28: 621-658.
- Nowak MM, Dziób K, Bogawski P (2018) Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in environmental biology: A review. *Eur. J. Ecol.* 4: 56-74.
- Paracampo A, Marrochi N, García I, Maiztegui T, Carriquiriborde P, Bonetto C, Mugni H (2020) Fish assemblages in Pampean streams (Buenos Aires, Argentina): relationship to abiotic and anthropic variables. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 92: e20190476.
- Paredes del Puerto JM, García ID, Maiztegui T, Paracampo AH, Rodrigues Capitulo L,... Colautti, DC (2022) Impacts of land use and hydrological alterations on water quality and fish assemblage structure in headwater Pampean streams (Argentina). *Aquat. Sci.* 84(1): 6.
- Pesce S, Wunderlin D (2000) Use of water quality indexes to verify the impact of Córdoba City (Argentina) on Suquía River. *Water Res.* 34: 2915-2926.

- Pretelli MG, Josens ML, Escalante AH (2012) Breeding biology at a mixed-species colony of great egret and cocoi heron in a pampas wetland of Argentina. *Waterbirds* 35: 35-43.
- Pritchard MH, Kruse GO (1982) The collection and preservation of animal parasites. Technical Bulletin No. 1. University of Nebraska Press, Lincoln.
- Quirós R, Drago E (1999) The environmental state of Argentinean lakes: an overview. *Lakes Reserv. Res. Manag.* 4: 55-64.
- Quirós R, Rennella A, Boveri MB, Rosso JJ, Sosnovsky A (2002) Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas. *Ecol. Austral* 12: 175-185.
- Rodrigues Capítulo A, Gómez N, Giorgi A, Feijoó C (2010) Global changes in Pampean lowland streams (Argentina): implications for biodiversity and functioning. *Hydrobiologia* 657: 53-70.
- Romanelli A, Esquiú KS, Massone HE, Escalante AH (2013) GIS-based pollution hazard mapping and assessment framework of shallow lakes: Southeastern Pampean lakes (Argentina) as a case study. *Environ. Monit. Assess.* 185(8): 6943-6961.
- Romanelli A, Quiroz Londoño OM, Martínez DE, Massone HE, Escalante AH (2014) Hydrogeochemistry and isotope techniques to determine water interactions in groundwater-dependent shallow lakes, Wet Pampa Plain, Argentina. *Environ. Earth Sci.* 71: 1953-1966.
- Romanelli A, Soto DX, Matiatos I, Martínez DE, Esquiú S (2020) A biological and nitrate isotopic assessment framework to understand eutrophication in aquatic ecosystems. *Sci. Total Environ.* 715: 136909.
- Rossin MA, Cantatore DMP, Jedličková M, Holzer, AS, Timi JT (2019) Poliparasitismo por mixosporidios en *Oligosarcus jenynsii* (Characidae) de la laguna Nahuel Rucá (Buenos Aires): caracterización morfológica y molecular. VIII Congreso Argentino de Parasitología. *Rev. Arg. Parasitol.*
- Rossin MA, Cantatore, DMP, Lisnerová M, Taglioretti V, Sibylle Holzer A (2024) *Henneguya* (Cnidaria: Myxobolidae) species infecting *Oligosarcus jenynsii* (Characiformes: Characidae) in a Neotropical shallow lake from Argentina: Morphological and molecular characterisation. *Folia Parasitol.* 71: 005.
- Rossin MA, Taglioretti V, Levy E, Timi JT (2020) Estudio de las comunidades parasitarias del dientado (*Oligosarcus jenynsii*) en tres lagos someros de la provincia de Buenos Aires. X Congreso de Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos, UNICEN, Argentina.
- Rossin MA, Timi JT (2014) *Characithecium* (Monogenoidea: Dactylogyridae) parasitic on the Neotropical fish *Oligosarcus jenynsii* (Teleostei: Characidae) from the Pampasic region, Argentina, with the emendation of the genus. *Zootaxa* 3893: 382-396.
- Rossin MA, Timi JT (2016) A new species of *Hedruris* Nitzsch, 1821 (Nematoda: Hedruridae) parasitic in the freshwater fish *Oligosarcus jenynsii* (Günther, 1864) (Characidae) from Argentina. *Syst. Parasitol.* 93: 899-904.
- Rosso JJ (2006) *Peces pampeanos: guía y ecología*. Literature of Latin America, Buenos Aires.
- Rosso JJ, Fernández Cirelli AF (2013) Effects of land use on environmental conditions and macrophytes in prairie lotic ecosystems. *Limnologica* 43: 18-26.
- Sures B (2004) Environmental parasitology: relevancy of parasites in monitoring environmental pollution. *Trends Parasitol.* 20(4): 170.
- Sures B, Nachev M, Selbach C, Marcogliese DJ (2017) Parasite responses to pollution: what we know and where we go in 'Environmental Parasitology'. *Parasit. Vectors.* 10(1): 65.
- Vilanova I, Prieto AR (2012) Historia de la vegetación de las llanuras costeras de la Bahía Samborombón (35,5° S), Argentina, desde 7800 14C años. *Ameghiniana* 49: 303-318.
- Vilanova I, Prieto AR, Espinosa ME (2006) Paleoenvironmental evolution and sea-level fluctuations along the southeastern Pampa grasslands coast of Argentina during the Holocene. *J. Quat. Sci.* 21: 227-242.