

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

Informe Técnico N°19

Biodiversidad y Estado Ambiental de la Laguna La Brava y sus Arroyos



Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC) UNMDP-CONICET
Mar del Plata, Argentina

Mar del Plata, diciembre 2023

Citar como: Rosso J.J.; Bertora A.; Romanelli; A. Baladron; N.M. Chiaradia A. Taglioretti V.; Marcotegui P.; Irigoitia M.M.; Rossin M.A. Biodiversidad y Estado Ambiental de la Laguna La Brava y sus Arroyos. Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras N°19(UNMdP-CONICET). 22pp

Este informe fue solicitado por el Club de Pesca Balcarce. La información presentada forma parte de un proyecto interdisciplinario aprobado y financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), a través del Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT).

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. 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, diciembre 2023



BIODIVERSIDAD Y ESTADO AMBIENTAL DE LA LAGUNA LA BRAVA Y SUS ARROYOS

Juan José Rosso¹, Andrea Bertora⁶, Asunción Romanelli^{2,4}, Alejandro Baladron⁴, Nicolas Mariano Chiaradia⁴, Verónica Taglioretti⁵, Paula Marcotegui⁵, Manuel Irigoitia⁵, María Alejandra Rossin⁵

¹Grupo de Biotaxonomía Morfológica y Molecular de Peces. ²Grupo de Hidrogeología- Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario (IGCyC), Universidad Nacional de Mar del Plata - CICIPBA. ³Grupo Vertebrados. ⁴Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). ⁵Grupo Ictioparasitología. ^{1,3,4,5}Departamento de Biología. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas (CONICET), Mar del Plata, Argentina.

[Correspondencia: María Alejandra Rossin <mrossin@mdp.edu.ar>]

RESUMEN. En el sudeste de la región pampeana, los cordones serranos de Ventania y Tandilia generan una importante divisoria de aguas y hacia ambas laderas forman cursos y cuerpos de agua de una importancia ecológica y social de relevancia. El sistema de Tandilia en particular, presenta sus cuerpos de agua más importantes en su vertiente septentrional, donde se destacan las lagunas de Los Padres y La Brava. La Laguna La Brava y sus arroyos afluente y efluente, El Peligro y Tajamar, respectivamente, se encuentra ubicada en el km 40 de la ruta nacional 226, Partido de Balcarce y está delimitada por la sierra Brava, que integra el sistema de Tandilia. La caracterización ambiental de los espejos de agua en esta región en constante transformación hacia un mosaico altamente productivo, es clave para un correcto diagnóstico y un oportuno avance hacia medidas concretas de manejo y conservación. Para ello es imprescindible conocer y entender los factores ambientales y los organismos que interactúan en cada caso. A partir del trabajo entre diferentes disciplinas y áreas del conocimiento como la parasitología, ictiología, ornitología, hidrología y ecología, se buscó abordar y comprender de forma integral la dinámica compleja de este ecosistema. Este abordaje se llevó a cabo en el marco de un proyecto financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica: “*El rol de las lagunas de la región pampeana y sus arroyos asociados como estructuradores de las comunidades parasitarias de peces*”, PICT 1156-19, donde participaron los grupos de investigación de Ictioparasitología, Biotaxonomía Morfológica y Molecular de Peces, Vertebrados e Hidrogeología del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (CONICET - Universidad Nacional de Mar del Plata). El presente Informe Científico-Tecnológico surge como respuesta al interés y la necesidad de las autoridades del Club de Pesca Balcarce por conocer los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas en este proyecto. Se presentan parámetros sobre la calidad del agua (temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductividad, sólidos disueltos, transparencia, nitratos, nitritos, amonio, fosfatos, sodio, potasio, calcio, magnesio, sulfatos, sílice, carbonatos, dureza), la estructura del hábitat (cobertura de plantas acuáticas (macrófitas), substrato, ancho del cauce, profundidad y velocidad del agua), la ribera de los arroyos (ancho, cobertura leñosa y herbácea, suelo desnudo, estabilidad márgenes, incisiones por ganado), la riqueza de aves y peces, y la comunidad de parásitos de la mojarrita *Cheirodon interruptus*, la mojarra *Bryconamericus iheringii* y el dientudo *Oligosarcus jenynsii*.

ABSTRACT. Biodiversity and environmental status of La Brava pond and its streams. In the Southeast of the Pampas region, the Ventania and Tandilia hills create an important watershed, forming several streams and shallow lakes with ecological and social relevance. Particularly, the Tandilia system presents its most important shallow lakes on its northern slope, namely the Los Padres and La Brava lakes. La Brava i and its tributary streams, El Peligro and Tajamar, are located at 40 km of National Route 226, near Balcarce city, and are bordered by the Brava hill, which belongs to the Tandilia system. The environmental characterization of shallow lakes and their biodiversity, in a landscape constantly transforming towards a highly productive scenario, is key to a correct diagnosis and for a timely progress into management and conservation measures. To achieve this, it is essential to understand the environmental factors and organisms that interact with each other in these ecosystems. Through the work of different disciplines and areas of knowledge, such as parasitology, ichthyology, ornithology, hydrology, and ecology, an integral approach was conducted to understand the complex dynamics of this ecosystem. This study was performed in the framework of a project funded by the Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica: “*The role of the shallow lakes of the Pampas region and their associated streams as regulators of fish parasite communities*” in which the research groups of Ictioparasitología, Biotaxonomía Morfológica y Molecular de Peces, Vertebrados, Hidrogeología and Servicio de Campo del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), CONICET - Universidad Nacional de Mar del Plata participated. This Scientific-Technological Report arises in response to the interests and needs of the authorities of the Club de Pesca Balcarce to know the results obtained in the investigations performed in this project. Parameters of water quality (temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity, dissolved solids, transparency, nitrates, nitrites, ammonia, phosphates, sodium, potassium, calcium, magnesium, sulfates, silica, carbonates, hardness), habitat structure (macrophyte cover, substrate, channel width, depth, and water velocity), stream banks (width, woody and herbaceous cover, bare soil, margin stability, incisions by livestock), bird and fish richness, and the ichthyoparasitic fauna of *Cheirodon interruptus* “mojarrita”, *Bryconamericus iheringii* “mojarra”, and

Oligosarcus jenynsii “dientudo” were presented.

Palabras clave: Laguna La Brava, arroyo El Peligro, arroyo La Tajamar, aves, calidad ambiental, caracterización hidrológica, parásitos, peces.

Key words: Birds, El Peligro stream, environmental quality, hydrological characterization, La Brava pond, Tajamar stream, fishes, parasites.

INTRODUCCIÓN

La región pampeana está conformada por un número elevado de lagunas y una densa red de drenaje conformada por numerosos arroyos. Las lagunas pampeanas son cuerpos de agua someros, altamente dependientes del paisaje que las rodea y la variabilidad climática propia de la región. En función de los cambios en los patrones de usos de suelo de las últimas décadas, la mayor parte de ellas ha experimentado una transición desde una fase de aguas claras a otras de aguas turbias con elevada cantidad de nutrientes y alteraciones en sus ensambles de organismos. Ciertamente la presión ambiental sobre las lagunas no es la misma a lo largo de toda la región, siendo mayor cerca de los centros urbanos y donde se realizan prácticas agrícolas-ganaderas.

El estado ambiental y la respuesta de los organismos a los cambios en el uso del suelo, en muchas de ellas, se conocen aún muy poco. Esta es una situación muy inoportuna ciertamente, frente al constante avance de la frontera agrícola y la intensificación de las actividades antrópicas (urbanismos, minería, agricultura, ganadería, entre otras) en toda la región. Por lo tanto, la caracterización ambiental de los espejos de agua en esta región, en constante transformación, es clave para un correcto diagnóstico y un oportuno avance hacia medidas concretas de manejo y conservación. Para ello es importante conocer el estado actual de dichos cuerpos de agua, considerando los factores ambientales y su interacción con las comunidades biológicas.

En el sudeste de la región pampeana, los cordones serranos de Ventania y Tandilia generan una importante divisoria de aguas y hacia ambas laderas forman cursos y cuerpos de agua de una importancia ecológica y social de relevancia. El sistema de Tandilia en particular, presenta sus cuerpos de agua más importantes en su vertiente septentrional, donde se destacan las lagunas de Los Padres y La Brava.

La Laguna La Brava está ubicada en el km 40 de la ruta nacional 226. Esta laguna pertenece al Partido de Balcarce y en su margen oeste se encuentra delimitada por la Sierra Brava, que integra el sistema de Tandilia, y en su margen norte se encuentra una zona residencial, Villa Residencial Laguna Brava. Esta laguna se destaca por su atractivo paisajístico y por su contribución a un equilibrio entre factores físicos y sistemas biológicos (Romanelli et al. 2011). En este sentido, la laguna La Brava y sus arroyos asociados cumplen un rol fundamental como refugio para la biodiversidad regional. Sus aguas albergan una variada comunidad vegetal, de aves acuáticas, de peces y otros organismos, convirtiéndose también en un epicentro de vital importancia para la migración y reproducción de numerosas especies.

En este contexto, en 2018 el área del partido de Balcarce correspondiente a la Laguna La Brava y su entorno próximo (13 km²) fue declarada como "Paisaje Protegido de Interés Provincial" (Ley 15.095 de Paisaje Protegido). La mencionada Ley tiene por objeto conservar, preservar y desarrollar bajo criterios de sustentabilidad ambiental la integridad de los elementos y

funciones que conforman el paisaje protegido, tanto en sus componentes bióticos como abióticos, sean estos estrictamente naturales o transformados socialmente.

Diversos actores sociales se encuentran muy vinculados con este paisaje protegido e interesados en el conocimiento y cuidado del mismo. En particular, el presente Informe Científico-Tecnológico surge del interés y solicitud por parte del Club de Pesca Balcarce de conocer con mayor profundidad aspectos fundamentales sobre la situación ambiental y los organismos presentes en la Laguna La Brava y sus arroyos asociados.

Para atender a esta solicitud, aquí se presentan los principales resultados de las actividades de investigación que se llevaron a cabo en el marco de un proyecto de investigación denominado "EL ROL DE LAS LAGUNAS DE LA REGIÓN PAMPEANA Y SUS ARROYOS ASOCIADOS COMO ESTRUCTURADORES DE LAS COMUNIDADES PARASITARIAS DE PECES" aprobado y financiado por el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCyT) dependiente de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), (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), CONICET - Universidad Nacional de Mar del Plata y del Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires - CONICET. Dicho proyecto involucra no sólo el estudio de las comunidades parasitarias de estos sistemas hidrológicos sino también la caracterización física y biológica de estos ecosistemas. Así, en una primera etapa se resume la información obtenida sobre la laguna La Brava, y los arroyos El Peligro (afluente) y Tajamar (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 y las especies de aves que utilizan la laguna. Dicha información podrá ser utilizada tanto para el conocimiento general de la laguna, su manejo, actividades educativas y recreativas como para la generación de espacios protegidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Antecedentes generales del área de estudio

La cuenca de la Laguna La Brava tiene un área de 53,56 km² y está ubicada en el partido de Balcarce, en el sureste de la provincia de Buenos Aires. La misma se encuentra rodeada por sierras del Sistema de Tandilia. Es una laguna de poca profundidad (profundidad máxima 4,10 m) con una área de 4 km² (Romanelli et al., 2010). Superficialmente recibe el aporte de agua del arroyo El Peligro, formado por la conjunción de tributarios en el sector alto de la cuenca, y ubicado en el sector SO del humedal, y descarga superficialmente sus aguas a través del arroyo Tajamar en la zona Este. Además, la laguna recibe un aporte subterráneo de las zonas

topográficamente más altas, y a su vez, drena subterráneamente un volumen significativo aguas abajo (Romanelli et al., 2010, 2014). Debido a la estrecha relación existente entre el agua superficial y el agua subterránea en la región, la laguna debe ser considerada como una zona de alta vulnerabilidad dado que actúa como una fuente de recarga al sistema acuífero. Además, debe tenerse en cuenta su contribución en el mantenimiento de los niveles freáticos y en la calidad del agua tanto en forma subterránea como superficial siendo la fuente de abastecimiento del arroyo Tajamar.

Esta cuenca de drenaje es un área compleja dado que constituye una zona de usos múltiples destinada a actividades recreativas, residenciales y agrícolas. Sus recursos hídricos también son considerados como un recurso de uso común (Fig. 1). En este sentido, existen fuentes potenciales de contaminación de los recursos hídricos como consecuencia del uso de agroquímicos, la falta de una red de acceso a agua potable en las zonas residenciales y la inexistencia de una red cloacal. El desarrollo urbano requirió de la perforación de pozos domésticos para abastecimiento por cada unidad habitacional y de pozos negros o fosas sépticas utilizados para la disposición de aguas residuales de cada vivienda (Romanelli et al., 2020). Estos aspectos sugieren una amenaza constante a la calidad del agua tanto superficial como subterránea en la región.

La laguna ha presentado recurrentes eventos de floraciones de cianobacterias desde el 2001 hasta la actualidad, eventos que se han registrado principalmente en verano y en algunos casos con mortalidad masiva de peces donde la concentración superó los niveles guía para aguas recreacionales propuestos por la Organización Mundial de la Salud. En condiciones de temperatura y luz adecuadas y buena disponibilidad de nutrientes en el agua, estas microalgas suelen acelerar su multiplicación en forma “explosiva”, produciendo cambios en la coloración del agua, fundamentalmente en las capas superficiales. A este fenómeno se lo denomina “floración algal”. La presencia de estas algas verde azuladas, potenciales productoras de toxinas, constituye un gran riesgo para la salud, tanto animal como humana. Es por ello que el municipio ha realizado diferentes estudios a lo largo de estos años a través del Laboratorio de Ecotoxicología del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMYC) CONICET, UNMDP, Universidad Nacional de Mar del Plata.

La laguna La Brava presenta una importante riqueza y diversidad de aves, especialmente aves acuáticas que encuentran en el cuerpo de agua y su vegetación emergente sitios de refugio, alimentación y nidificación. Además, los diversos ambientes circundantes al cuerpo de agua, como pastizales, agroecosistemas, montes y urbanizaciones aportan también a la riqueza de aves del área con especies terrestres y semiacuáticas. A pesar de los escasos trabajos científicos sobre las aves de esta laguna, los mismos reportan una riqueza total de 105 especies de aves, de las cuales 50 son especies eminentemente acuáticas (Josens et al. 2009, 2012). Entre las aves acuáticas se han registrado al menos 12 especies que reproducen en la laguna, en ocasiones formando colonias de nidificación de una o varias especies. A pesar de ser un sitio importante para la diversidad de la avifauna, no se han realizado estudios biológicos y/o ecológicos de las especies de aves que habitan la laguna. La laguna La Brava tiene, a pesar de su relevancia socio-ambiental, pocos antecedentes de estudios de sus comunidades de peces. Algunos de estos estuvieron dirigidos a evaluar las consecuencias de mortandades masivas de peces por floraciones de cianobacterias. Comparativamente, no existe ningún trabajo sobre la ictiofauna de los arroyos asociados a esta

laguna. Históricamente la laguna fue explotada para la pesca comercial de pejerrey, hasta la década del 70. El primer estudio sistemático sobre los peces de esta laguna fue en el año 1998 (Grosman et al., 1999).

En enero de 2001 y febrero de 2018 tuvieron lugar en la laguna de La Brava dos eventos de mortandades masivas de peces (Berasain et al., 2001; 2018). En el verano de 2001, la mortandad fue progresiva y estuvo asociada mayormente a falta de oxígeno aunque fue observada una floración algal concurrente. Los muestreos posteriores encontraron una comunidad de peces balanceada. Contrariamente, la mortandad del 2018 estuvo asociada a una floración masiva de cianobacterias y los estudios posteriores mostraron una ausencia total de pejerrey y una laguna apenas habitada por el dientado (*Oligosarcus jenynsii*), con proporciones mucho menores de sabalito (*Cyphocharax voga*), mojarra (*Psalidodon* sp.) y madremita de agua (*Jenynsia lineata*).

A la fecha se conoce un total de 8 especies de peces, número llamativamente bajo para la región de estudio. En virtud de los antecedentes ambientales y las mortandades recurrentes de los últimos años, es importante tener un relevamiento más detallado de la ictiofauna del sistema.

Finalmente, a pesar de las recurrentes mortandades de peces en la laguna La Brava, no se han realizado hasta la fecha estudios parasitológicos que permitan analizar los cambios en las comunidades de parásitos frente a estos eventos. Esta ausencia de estudios parasitológicos dificulta nuestra comprensión de las posibles interacciones entre parásitos y las cianobacterias, y cómo estas podrían influir en la diversidad y salud de la ictiofauna de la laguna.

Diseño de muestreo

Para el abordaje de este proyecto se seleccionaron 6 sitios de muestreo: dos en el Arroyo El Peligro (LB1 y LB2); dos en la Laguna de La Brava (LB3 y LB4) y dos en el Arroyo Tajamar (LB5 y LB6) (Fig. 2 y 3). La toma de muestras de cada sitio fue realizada durante los meses de Octubre - Diciembre de 2021.

Caracterización ambiental: calidad del agua

En cada sitio de muestreo se determinaron, *in situ*, la temperatura del agua, el pH, la conductividad eléctrica, la salinidad y el oxígeno disuelto (OD) mediante un analizador multiparamétrico HORIBA (Fig. 4A). La transparencia del agua se midió utilizando el disco de Secchi (Fig. 4B) y en cada estación de muestreo se colectaron muestras de agua que fueron transportadas y analizadas en el 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, fosfatos), cloruros, sólidos disueltos totales, dureza total, carbonatos, bicarbonatos, sílice, sodio, calcio, sulfatos, potasio y magnesio (Fig. 4C). 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 y Wunderlin (2000). Para ello se utilizaron las siguientes variables de calidad del agua: temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, sólidos disueltos totales, cloruros, dureza total, sulfatos, nitratos, fosfatos, calcio y magnesio. Para su cálculo se considera el valor obtenido de cada

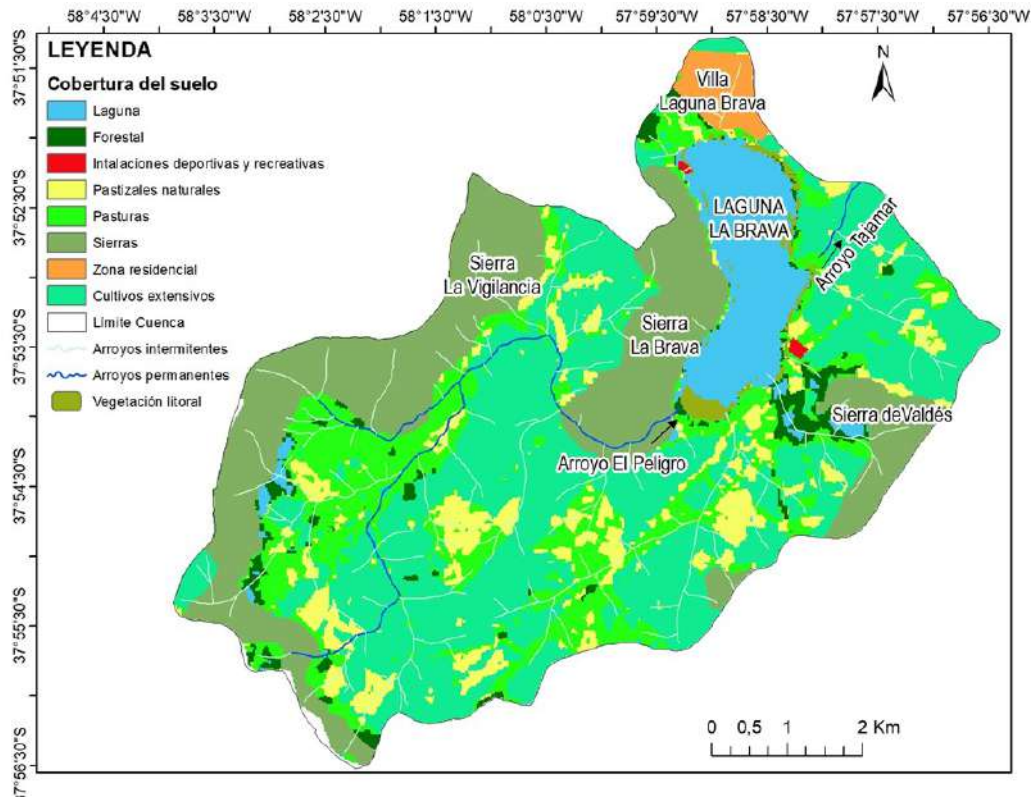


Fig. 1. Cuenca de drenaje laguna La Brava.



Fig. 2. Localización de los sitios de muestreo en: Arroyo El Peligro (LB1 y LB2), Laguna de La Brava (LB3 y LB4), Arroyo Tajamar (LB5 y LB6).

variable después de su normalización y el peso relativo asignado a cada variable (más detalles en Pesce y Wunderlin, 2000). Los valores de este índice varían entre 0 y 100, considerando que los valores más altos corresponden a la 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 y 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 estudiado, así como también de la profundidad y velocidad del agua (éste último aspectos solo en el caso de los arroyos). Para ambos casos, arroyos o laguna, se estudiaron tramos de 100 metros.

Para la caracterización de la estructura del hábitat se trazaron cinco transectas equidistantes, las cuales en el caso de los arroyos fueron perpendiculares a los mismos, cubriendo todo el tramo en estudio (transectas a 0, 25, 50, 75 y 100 metros, Fig. 5A). En el caso de la laguna, las transectas se trazaron equidistantes entre sí y a 50 metros de la zona litoral (Fig. 5B). Sobre cada transecta se midió el ancho del canal húmedo (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

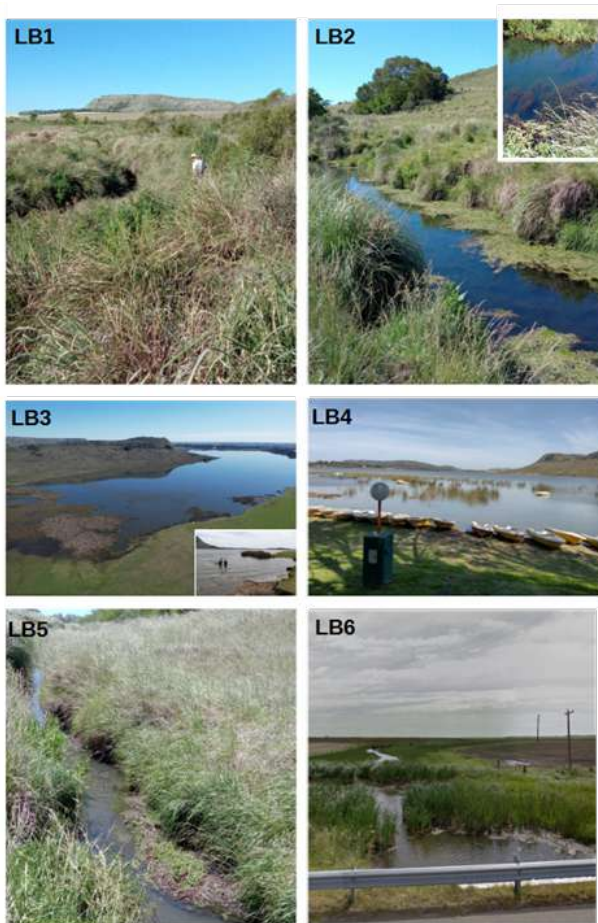


Fig. 3. Imágenes de los ambientes estudiados correspondientes a: Arroyo El Peligro (LB1 y LB2), Laguna La Brava (LB3 y LB4), Arroyo Tajamar (LB5 y LB6).



Fig. 4. 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.

arroyos y 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 del ancho de la corriente para cada tipo (Fletcher *et al.*, 2000). Las profundidades de agua y 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.). 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 La Brava, el ancho ribereño se midió en ambos márgenes de 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. El número de incisiones de los márgenes por ganado y la proporción de estabilidad de márgenes se cuantificó en ambas orillas de los segmentos delimitados por transectas. La estabilidad de

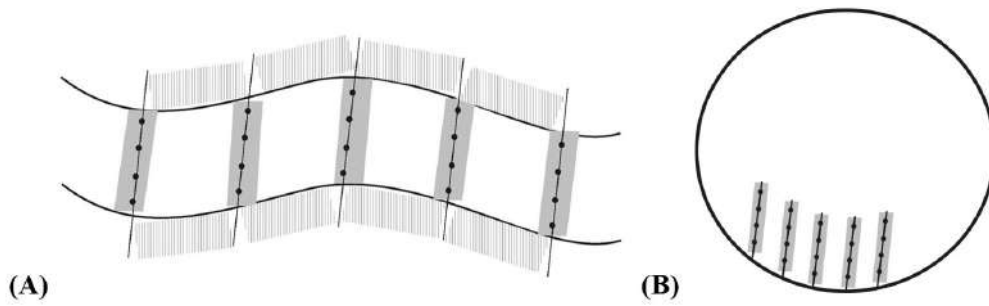


Fig. 5. Diseño de transectas para la cuantificación de variables de estructura del hábitat en arroyos (a) y laguna (b) y condición de riberas (sólo arroyos). Sobre el área gris se cuantificaron las proporciones de diferentes formas de crecimiento de macrófitas y composición del sustrato. En los cuatro 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. Tomado de Bertora (2021).

márgenes se calculó como la relación entre la longitud lineal de los márgenes cubiertos por macrófitas y/o raíces sobre la longitud total del margen (Rosso y Fernández Cirelli, 2013). Se calculó el índice de calidad de riberas (ICR) propuesto por Rosso y Fernández Cirelli (2013) para evaluar su condición ambiental en relación a la situación esperada para la región. Este índice varía entre 0 (mala condición ribereña) y 3 (buena condición ribereña).

Muestreo de aves

Se realizaron muestreos para determinar la composición de especies y riqueza del ensamble de aves acuáticas. Los muestreos consistieron en censos de individuos utilizando un vehículo aéreo no tripulado (dron DJI Mavic Air 2s). El monitoreo mediante este tipo de tecnología posibilita obtener datos de avifauna con una alta resolución espacial, ya que se pueden registrar imágenes con gran detalle, y a la vez lograr una importante resolución temporal (Watts et al. 2010; Nowak et al. 2018). Se realizaron vuelos a velocidad baja (4-5 km/h) principalmente sobre la zona vegetada del humedal, desde una altura de 10-15 m con un ancho de visualización de aproximadamente 15 m, grabando en video con una resolución de 4k durante toda la trayectoria de vuelo. Posteriormente se visualizaron los videos para identificar y cuantificar los individuos de cada especie. A partir de los datos obtenidos se calculó 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) de las especies registradas, con énfasis en las consideradas como ictiófagas y/o que consumen peces como presa principal.

Muestreo de peces

Para la colecta de peces se utilizaron distintas artes de pesca (Fig. 6), complementarias en su selectividad, con la finalidad de obtener un amplio rango de tallas y diferentes especies de peces. Estos incluyen redes de arrastre de 10 metros (Fig. 6C), trampas artesanales (Fig. 6A) y redes de mano (Fig. 6B) en los arroyos y redes de arrastre de 20 metros en las costas de las lagunas. 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 que ya fuera 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.

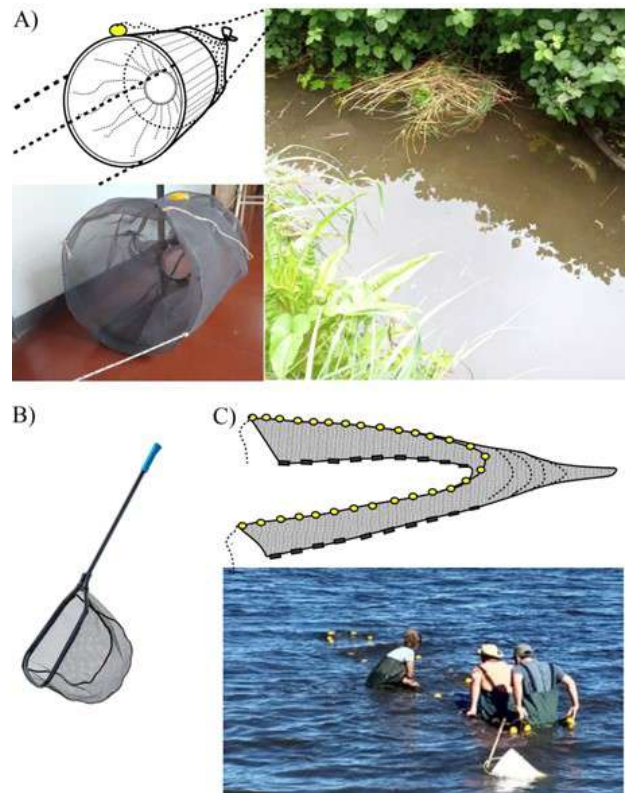


Fig. 6. Artes de pesca utilizadas: A) trampas artesanales, B) copo de mano, C) red de arrastre de 20 m.

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 pez identificado a nivel específico fue sometido a un exhaustivo examen parasitológico con el fin de hallar todos los parásitos presentes en cada pez examinado. Así, la superficie corporal, la cavidad bucal y branquiales fueron observadas bajo lupa (Fig. 7). Posteriormente se procedió a la



Fig. 7. Muestreo de parásitos de peces en el laboratorio.

diseción 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% y preservados según técnicas parasitológicas convencionales para cada grupo taxonómico en particular (Pritchard y 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. En una segunda etapa del proyecto se procederá a realizar estudios moleculares y microscopía de alta resolución (TEM o SEM) que permitirá realizar estudios más detallados de las especies de parásitos encontradas. Para cada sitio de muestreo se calculará la prevalencia y abundancia de cada especie parasitaria según Bush et al. (1997). Para evaluar las comunidades y poblaciones parasitarias se utilizan diferentes parámetros que las describen, entre ellas:

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.

Riqueza: número de especies halladas.

A su vez se pueden clasificar a los parásitos de acuerdo a distintas características, una de ellas el tamaño, con lo cual podemos hablar de:

Microparásitos: parásitos intracelulares que solo pueden ser visualizados mediante un microscopio.

Macroparásitos: parásitos extracelulares que habitan en la cavidad de los órganos o en los tejidos y que pueden verse a simple vista o mediante una lupa estereoscópica.

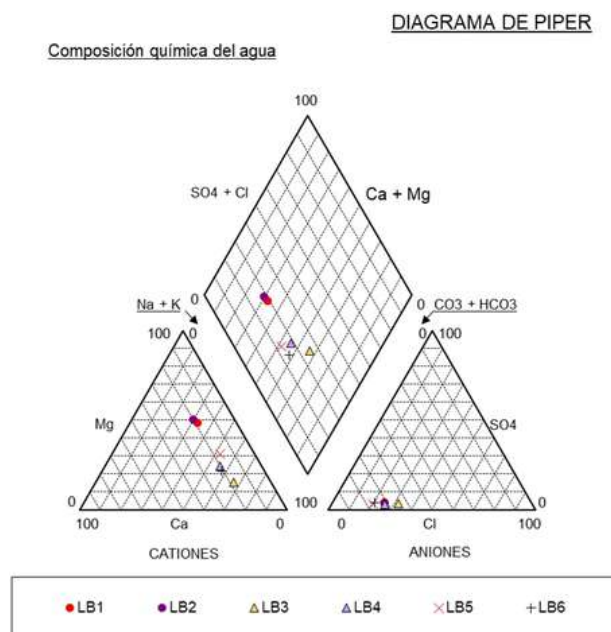


Fig. 8. Diagrama de Piper, composición química del agua superficial en la Cuenca de la Laguna La Brava.

RESULTADOS

Calidad del agua

La composición química del agua superficial en la Cuenca de la Laguna La Brava es de tipo bicarbonatada sódica. Las muestras se ubican en el extremo sódico del triángulo catiónico del diagrama de Piper (Fig. 8), existiendo algunas muestras donde el magnesio también es significativo, en el caso del Arroyo El Peligro. En cuanto a los aniones se observa el predominio de los bicarbonatos. De acuerdo a los valores de conductividad eléctrica, en todos los casos $<1000 \mu\text{S}/\text{cm}$, se trata de aguas de baja salinidad. El agua superficial es levemente alcalina, con valores de pH que oscilan entre 7,48 y 8,9. Los análisis de las muestras tomadas en la laguna revelaron niveles más elevados de cloruros, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos en comparación con los arroyos, lo que sugiere un proceso de evaporación en este cuerpo de agua.

Respecto a los compuestos nitrogenados disueltos (nitratos, nitritos y amonio), el nitrato fue la principal especie química de Nitrógeno en el agua superficial. La detección de nitrito en el agua, una especie nitrogenada inestable, podría considerarse como un indicio de una posible contaminación reciente. Por otro lado, las concentraciones de amonio estuvieron en el rango de 0,03 - 0,22 mg/l, siendo menores en el arroyo El Peligro e incrementándose en la laguna y el arroyo efluente. En el sitio LB5 se observaron los mayores valores de nitrógeno inorgánico disuelto (nitrato + nitrito + amonio), lo cual podría estar relacionado con la presencia de ganado vacuno en ese sector. La presencia de amonio en el agua resulta de la mineralización de la materia orgánica, es decir, de la transformación de compuestos orgánicos que provienen de restos de organismo animales y vegetales a compuestos inorgánicos, de la aplicación de fertilizantes sintéticos amoniacales en la actividad agrícola y/o por aporte proveniente de la lluvia. Las formas inorgánicas del N así generadas pueden subsecuentemente sufrir nitrificación. Esto significa que la materia orgánica puede experimentar una serie

de transformaciones secuenciales llevadas a cabo por microorganismos, en las cuales el Nitrógeno orgánico se transforma en amonio, posteriormente a nitrito y, finalmente, en nitrato.

El Índice de Calidad de Agua (Tabla 1) evidencia una buena calidad del agua en todos los sitios estudiados.

Caracterización hidrogeomorfológica y de la vegetación ribereña

El arroyo El Peligro presentó un fondo compuesto por roca base y arena, aguas rápidas y una profundidad mayor en comparación con el arroyo de salida de la laguna (Tajamar). Además presentó desarrollo de macrófitas principalmente sumergidas, con presencia de emergentes en el segundo sitio estudiado (LB2). La laguna La Brava presentó sustrato arenoso sobre roca base, con vegetación acuática de tipo emergente, siendo el junco la especie dominante. En el arroyo Tajamar también hubo un predominio de macrófitas sumergidas, aunque además se hallaron flotantes y emergentes en el último sitio estudiado (LB6). El fondo compuesto por roca base y arena en el primer sitio (LB5), se transforma a netamente arenoso en el segundo (LB6). En general, los arroyos pampeanos naturalmente poseen un fondo dominado por sustratos finos y macrófitas autóctonas como principales productores primarios (Feijoó *et al.*, 1999).

Las riberas de los arroyos pampeanos carecen originalmente de una zona ribereña boscosa nativa, lo que permite una alta irradiancia sobre el cauce, característica que los contrasta con arroyos de otras partes del mundo (Feijoó y Lombardo, 2007). Particularmente, el arroyo El Peligro presentó riberas ligeramente más desarrolladas en comparación al arroyo de salida, con cobertura mayoritaria herbácea, acompañada de árboles y arbustos en baja proporción. En el caso de la vegetación ribereña del arroyo Tajamar fue exclusivamente herbácea. Ambos arroyos presentaron una alta estabilidad de los márgenes. En consecuencia la calidad de las riberas en ambos arroyos fue similar.

Las aves de la laguna

Composición del ensamble de aves

Se realizaron tres muestreos correspondientes a primavera, otoño e invierno, a partir de los cuales se identificaron y contabilizaron un total de 697 individuos pertenecientes a 27 especies de aves acuáticas. El grupo de aves más abundante fue el de las gallaretas (3 especies, 59% del total de individuos) y el de los patos (9 especies, 23% del total de individuos). Además se registraron cisnes y gaviotas en baja frecuencia.

Dentro del ensamble de aves acuáticas, se registraron 7 especies de aves ictiófagas (26% del total de especies), representando el 12.2% del total de individuos registrados. Las aves ictiófagas estuvieron representadas por tres Órdenes: Pelecaniformes, Podicipediformes y Suliformes. A continuación se describen las especies integrantes de estos tres grupos en base a la bibliografía (Canevari *et al.* 1991, Narosky & Yzurieta 2010, Azpiroz 2012).

Dentro de los Pelecaniformes se encontraron tres especies de garzas (Familia Ardeidae): la garza mora *Ardea cocoi*, la garza bruja *Nycticorax nycticorax*, y la garcita blanca *Egretta thula*. Las garzas pueden identificarse por su cuello generalmente alargado, que llevan retraído durante el vuelo, y por sus patas largas. Las alas son anchas y grandes y la cola corta. Suelen verse pescando en las orillas de la laguna o posadas en la vegetación acuática.

La **garcita blanca** se caracteriza por su plumaje completamente blanco, con patas negras y dedos amarillos, y fino pico negro. En época reproductiva presenta largas plumas en la nuca.

Su tamaño es de 58 cm de alto. Suelen verse en pequeños grupos mientras pescan activamente caminando en las orillas.

La **garza bruja** es una especie de hábitos crepusculares de unos 58 cm de alto. Se caracteriza por las alas y dorso azul oscuro, con notables partes blancas en la cara y zona ventral. Se destaca por sus ojos rojos, cuello corto y pico negro corto. Durante el día suele encontrarse individuos solitarios o en grupos reposando en la vegetación acuática o a veces en árboles o arbustos.

La **garza mora** es la especie de mayor tamaño, llegando a una altura de 125 cm. Se caracteriza por las alas y dorso grises, y una marcada coloración negra en su cabeza que termina en un copete, con un fuerte pico amarillo anaranjado. Suelen encontrarse individuos solitarios pescando en las orillas, donde puede permanecer inmóvil acechando a sus presas.

Los Podicipediformes estuvieron representados por tres especies de macaes (Familia Podicipedidae): el macá cara blanca *Rollandia rolland*, el macá grande *Podiceps major*, y el macá pico grueso *Podilymbus podiceps*. Los macaes se caracterizan por aves de tamaño mediano o chico, con patas retrasadas y dedos lobulados. El pico es corto y agudo y las alas suelen ser cortas. Son muy buenos zambullidores y no vuelan mucho. El plumaje es denso constituyendo un aislante térmico.

El **macá cara blanca** presenta el dorso pardo oscuro, con un notorio penacho de plumas blancas en la zona auricular y ojos rojos. Este pequeño macá mide aproximadamente 23 cm de largo. Se alimenta zambulléndose repentinamente en el agua y reaparece un tiempo después a cierta distancia. Suele verse en parejas o pequeños grupos.

El **macá grande** es más grande y esbelto que los otros macaes (44 cm de largo). Se caracteriza por su cuello largo rojizo y su largo pico agudo. A veces descansa en el agua con el cuello replegado sobre la espalda. En época reproductiva presenta un pequeño copete en la cabeza. Generalmente se encuentran individuos solitarios o más raramente en parejas.

El **macá pico grueso** presenta un tamaño y forma del cuerpo similar al macá chico. El pico es corto y grueso y con una franja vertical negra. El plumaje es pardo oscuro, más claro ventralmente. Cuando se siente amenazado se zambulle, dejando solo la cabeza fuera del agua. Suele verse en parejas.

Dentro de los Suliformes, se encontró una especie de cormorán (Familia Phalacrocoracidae): el biguá *Nannopterum brasiliense*.

El **biguá** se caracteriza por su postura erecta, con unos 63 cm de alto. Tiene plumaje negruzco algo brillante y un pico recto terminado en gancho. Es común verlos quietos en pequeños grupos sobre la vegetación, ramas o postes bajos en las lagunas, a veces abriendo sus alas para secarse al sol. Esto se relaciona con su forma de alimentarse que consiste en zambullirse y bucear para atrapar peces.

Dentro del ensamble de aves ictiófagas se distinguieron tres grupos de especies de acuerdo a su frecuencia numérica y de ocurrencia. En el primer grupo se encuentran el macá cara blanca y el biguá, que conjuntamente representaron el 87% de los individuos y fueron registrados en todos los muestreos (FO = 100%). El segundo grupo los integran la garza bruja, la garcita blanca y el macá grande, que estuvieron presentes en dos de los tres muestreos (FO = 67%), y en bajos números (FN = 8%). El tercer grupo lo conforman el macá pico grueso y la garza mora, que fueron registrados en bajo número y sólo en otoño (FN = 5%, FO = 33%) (**Fig. 9**).

Tabla 1

Caracterización de la calidad del agua a partir de las variables físicas y químicas medidas en los diferentes sitios de estudio. N/D= no determinada. ICA= índice de calidad del agua.

| Variables/Sitios | Arroyo El Peligro | | Laguna La Brava | | Arroyo Tajamar | |
|---------------------------------|-------------------|-------|-----------------|--------|----------------|-------|
| | LB1 | LB2 | LB3 | LB4 | LB5 | LB6 |
| T (°C) | 18,83 | 18,89 | 20,94 | 22,86 | 24,03 | 20,6 |
| pH | 7,48 | 7,77 | 8,9 | 8,87 | 8,39 | 8,18 |
| oxígeno disuelto (mg/L) | 8,6 | 8 | 9,26 | 9,58 | 12,24 | 5,39 |
| conductividad (μ S/cm) | 700 | 761 | 980 | 970 | 897 | 914 |
| sólidos disueltos totales (ppm) | 396 | 433 | 630 | 620 | 517 | 526 |
| cloruros (mg/L) | 82 | 76 | 91,88 | 87,8 | 64 | 74,5 |
| transparencia (cm) | 52 | 88,5 | 30,25 | 37,75 | 18 | 24 |
| nitratos (mg/L) | 13,3 | 14,7 | 13,73 | 11,66 | 19,4 | 16 |
| nitritos (mg/L) | 0,05 | 0,03 | 0,04 | 0,04 | 0,06 | 0 |
| amonio (mg/L) | 0,03 | 0,04 | 0,15 | 0,16 | 0,22 | 0,19 |
| fósforo total (mg/L) | 2,91 | 3,21 | 1,74 | 2,46 | 2,08 | 2 |
| fosfatos (mg/L) | 0,95 | 1,05 | 1,08 | 1,96 | 0,68 | 0,59 |
| sodio (mg/L) | 80 | 70 | 167,75 | 136,4 | 160 | 160 |
| potasio (mg/L) | 5 | 4 | 6,53 | 5,16 | 3 | 5 |
| calcio (mg/L) | 40 | 41 | 39,43 | 42,68 | 45 | 50 |
| magnesio (mg/L) | 62 | 62 | 20,55 | 31,68 | 50 | 31,4 |
| sulfatos (mg/L) | 17 | 13 | 12,75 | 13,8 | 15 | 18 |
| silice (mg/L) | 25,6 | 23 | 17,45 | 17,04 | 43 | 17,4 |
| carbonatos (mg/L) | 0 | 0 | 65,28 | 157,12 | 66,2 | 32,3 |
| bicarbonatos (mg/L) | 397 | 364 | 319,25 | 420 | 430 | 470 |
| dureza (ppm) | 357 | 361 | 184,25 | 239,2 | 321 | 256 |
| ICA Pesce y Wunderlin | 85,56 | 85,00 | 85,56 | 83,33 | 81,10 | 73,89 |

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/Sitios | Arroyo El Peligro | | Laguna La Brava | | Arroyo Tajamar | |
|---|-------------------|-------|-----------------|------|----------------|-------|
| | LB1 | LB2 | LB3 | LB4 | LB5 | LB6 |
| Macrófitas flotantes (%) | 0 | 35,62 | 1 | 0 | 0 | 17,98 |
| Macrófitas sumergidas (%) | 62,5 | 64,38 | 0 | 0 | 53,75 | 67,48 |
| Macrófitas emergentes (%) | 0 | 0 | 31 | 34 | 0 | 14,55 |
| Profundidad de sedimento promedio (cm) | 3,31 | 30,98 | 1,28 | 1,74 | 1,56 | 9,31 |
| Substrato roca base (%) | 57,5 | 3,75 | 53 | 10 | 38,75 | 0 |
| SSubstrato canto rodado (%) | 0 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 |
| Substrato grava (%) | 15 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| Substrato arena (%) | 27,5 | 96,25 | 32 | 88 | 61,25 | 100 |
| Velocidad del agua (m/s) | 39,1 | 40,59 | - | - | 22,59 | s/d |
| Ancho del cauce promedio (m) | 1,9 | 6,25 | - | - | 1,68 | 3,28 |
| Profundidad del agua promedio (cm) | 36,06 | 60,77 | 53,77 | 54,1 | 17,44 | 26,13 |
| Ancho de ribera mínimo (m) | 4,2 | 10,3 | - | - | 4,6 | 6,7 |
| Ancho de ribera promedio (m) | 13,84 | 15 | - | - | 11,58 | 10,55 |
| Cobertura leñosa (%) | 25 | 10,33 | - | - | 3,13 | 0 |
| Cobertura herbácea (%) | 75 | 92,25 | - | - | 96,88 | 100 |
| Cobertura suelo desnudo (%) | 0 | 1,88 | - | - | 0 | 3,13 |
| Estabilidad de márgenes (%) | 97,5 | 97,5 | - | - | 82,5 | 98,13 |
| Incisiones de los márgenes por ganado (n) | 0,75 | 0,25 | - | - | 0,5 | 0 |
| ICR Rosso y Fernández Cirelli | 0,72 | 0,69 | - | - | 0,54 | 0,56 |

Aves ictiófagas de la Laguna La Brava



Foto: N. Chiaradia

Garza bruja
Nycticorax nycticorax



Foto: M. Pretelli

Garcita blanca
Egretta thula



Foto: N. Chiaradia

Garza mora
Ardea cocoi



Foto: M. Pretelli

Biguá
Nannopterum brasilianum



Foto: A. Baladrón

Macá cara blanca
Rollandia rolland



Foto: S. Román

Macá pico grueso
Podilymbus podiceps



Foto: S. Román

Macá grande
Podiceps major

Fig. 9. Especies de aves ictiófagas presentes en la laguna La Brava.

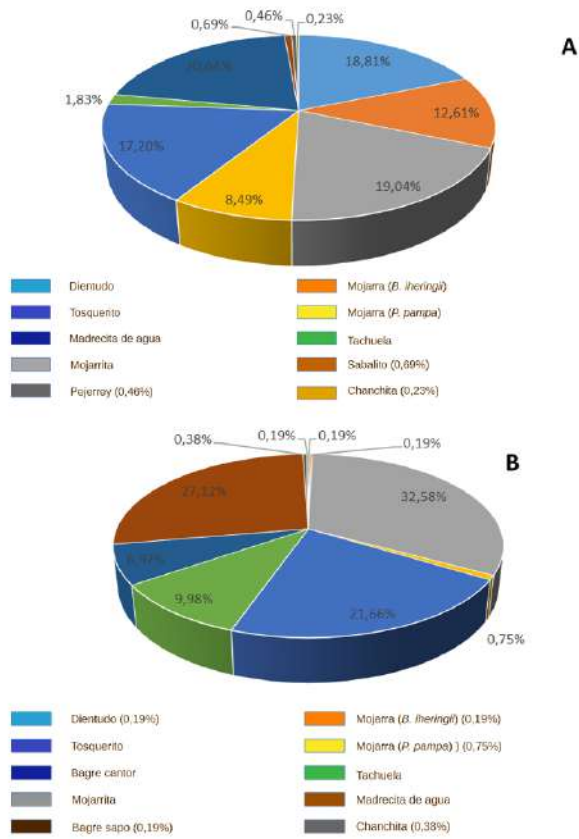


Fig. 10. Porcentaje de peces capturados en: A) Laguna La Brava, B) arroyos asociados (El Peligro y Tajamar).

Especies de peces capturadas

Los datos de las capturas realizadas en cada sitio junto al número de especímenes colectados se muestran en la Tabla 3. Se capturaron un total de 1014 peces pertenecientes a 12 especies: *Australoheros facetus* (“chanchita”), *Bryconamericus iheringii* (“mojarra”), *Cheirodon interruptus* (“mojarra”), *Cnesterodon decemmaculatus* (“madrecita”), *Corydoras paleatus* (“tachuela” o “limpiafondos”), *Cyphocharax voga* (“sabalito”), *Jenynsia lineata* (“tosquerito” o “madrecita”), *Odontesthes bonaerensis*, (“pejerrey”), *Oligosarcus jenynsii* (“dientudo”), *Pimelodella laticeps* (“bagre cantor”), *Psalidodon pampa* (“mojarra”), y *Rhamdia quelen* (“bagre sapo”). Tres de estas especies estuvieron presentes en todo el sistema de estudio (*C. interruptus*, *J. lineata*, *C. decemmaculatus*), siendo *C. decemmaculatus* y *C. interruptus* las especies más abundantes en el sistema La Brava (Tabla 3, Fig. 11). Los ejemplares de *P. laticeps* y *R. quelen* solo fueron capturados en los arroyos, mientras que algunas especies como el pejerrey y el sabalito solo fueron colectadas en la laguna (Tabla 3; Fig. 10).

Cabe destacar, que todas las especies antes mencionadas son autóctonas y no se registró la presencia de especies exóticas, tratándose de típicos representantes de la región Pampeana (Rosso, 2006).

A continuación se detallan las principales características de los peces capturados en el sistema de la Laguna La Brava.

La **mojarra** *Bryconamericus iheringii* (Boulenger, 1887), puede llegar hasta los 7 cm de longitud, presenta una cabeza alargada y la boca es moderadamente oblicua. El color de fondo

Tabla 3. Especies de peces y número de ejemplares capturados en el sistema Laguna La Brava.

| Orden | Familia | Especie | Nombre común | LB1 | LB2 | LB3 | LB4 | LB5 | LB6 | Total |
|--------------------|---------------------------------|--|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Characiformes | Characidae | <i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887) | mojarra | 1 | 0 | 17 | 38 | 0 | 0 | 56 |
| | | <i>Cheirodon interruptus</i> (Jenyns, 1842) | mojarrita | 76 | 30 | 57 | 26 | 36 | 31 | 256 |
| | | <i>Oligosarcus jenynsii</i> (Günther, 1864) | dientudo | 1 | 0 | 51 | 31 | 0 | 0 | 83 |
| | | <i>Psalidodon pampa</i> (Casciotta, Almirón & Azpelicueta, 2005) | mojarra | 0 | 1 | 32 | 5 | 3 | 0 | 41 |
| Cichliformes | Cichlidae | <i>Cyphocharax voga</i> (Hensel, 1870) | sabalito | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| | | <i>Australoheros facetus</i> (Jenyns, 1842) | chanchita | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 |
| Cyprinodontiformes | Anablepidae Poeciliidae | <i>Jenynsia lineata</i> (Jenyns, 1842) | tosquerito/madrecita | 11 | 35 | 45 | 30 | 39 | 30 | 190 |
| | | <i>Cnesterodon decemmaculatus</i> (Jenyns, 1842) | madrecita madrecita de agua | 22 | 35 | 45 | 45 | 41 | 46 | 234 |
| Siluriformes | Callichthyidae Heptapteridae | <i>Corydoras paleatus</i> (Jenyns, 1842) | tachuela | 34 | 9 | 0 | 8 | 4 | 6 | 61 |
| | | <i>Pimelodella laticeps</i> Eigenmann, 1917 | bagre cantor | 4 | 0 | 0 | 0 | 33 | 0 | 37 |
| | | <i>Rhamdia quelen</i> (Quoy & Gaimard, 1824) | bagre sapo | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Atheriniformes | Atherinopsidae | <i>Odontesthes bonaerensis</i> (Valenciennes, 1835) | pejerrey | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |

es plateado y celeste iridiscente. Esta especie es bentopelágica de agua dulce. 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. 12).

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, que da su nombre. Como la mayoría de las mojarra es bentopelágica y 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 (Fig. 12).

El **dientado**, *Oligosarcus jenynsii* (Günter, 1864) se caracteriza por tener el cuerpo alargado 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 del pescador cuando éste 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.

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 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 se asocia a aguas de escasa corriente y abundante vegetación conviviendo con otras especies de mojarra como *C. interruptus* y *B. iheringii* (Fig. 12).

El **sabalito** *Cyphocharax voga* (Hensel, 1870) puede llegar a medir hasta los 20 cm de longitud. Su cuerpo es alargado, suavemente comprimido y el perfil predorsal es convexo hasta el final de la aleta dorsal. Presenta una cabeza aguda, pequeña y la boca es terminal. 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. Tolerancia a un amplio rango de concentración de sales disueltas. Su reproducción es en primavera, su régimen alimenticio es preferentemente detritívoro y los juveniles hasta los 40 o 50 días son planctófagos. Esta especie es poco conocida porque no toma anzuelo y suele utilizarse como carnada.

La **chata o chanchita**, *Australoheros facetus* (Jenyns, 1842), posee un cuerpo orbicular y lateralmente comprimido con la cabeza corta y alta. El color es verde oliva con iridiscencias doradas y presenta barras transversas verde oliva. Puede alcanzar hasta los 20 cm de longitud. Es un pez muy territorial y agresivo. En época de reproducción, deposita los huevos sobre sustrato duro y una vez terminada la puesta, el nido es cuidado por la pareja. Entre los meses de agosto y diciembre es posible observar a ambos progenitores ventilando para oxigenación y limpieza del lugar, protegiendo también las crías para defenderlas de otros peces. Come larvas de mosquitos, microcrustáceos, adultos de

insectos, gasterópodos, anfípodos, peces, anélidos y también algas.

El **tosquerito o madreca**, *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 carnívora 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 vivíparos, los óvulos son fecundados en el interior de la hembra.

La **madrecita de agua** *Cnesterodon decemmaculatus* (Jenyns, 1842) 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 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 **limpiafondo**, *Corydoras paleatus* (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. Se emplea en acuarismo ya que se alimenta de los restos de comida de las otras especies ejerciendo funciones de “recolector de basura”. 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 bentónicos y perifíticos, entre ellos diatomeas, cladóceros, copépodos, ostrácodos, larvas de insectos, moluscos, anélidos y juveniles de peces.

El **bagre sapo** *Rhamdia quelen* (Quoy & Gaimard, 1824) presenta un cuerpo robusto con la piel desnuda, y en su gran cabeza se puede observar su enorme boca sin dientes y sus largas barbas maxilares. Suelen habitar en la zona bentopelágica de agua dulce (cuerpos de agua de baja profundidad de 0 a 3 m) y prefieren aguas calmas. Su dieta es amplia, se alimenta desde peces juveniles, desoves de peces, crustáceos, anélidos, insectos, resto vegetales. Estos peces son de interés en la piscicultura, dada la facilidad con que puede realizarse la reproducción artificial en laboratorio y su tolerancia a un amplio rango de temperaturas, que la hacen apta para la cría en estanques de la zona templado-cálida.

El **pejerrey** *Odontesthes bonariensis* (Cuvier & Valenciennes, 1853) puede alcanzar los 70 cm de longitud y es un veloz nadador gracias a su cuerpo fusiforme. Se reproduce en primavera y en otoño. En sus primeros años de vida es zooplanctófago y de adulto ictiófago. Se hallan poblaciones abundantes en lagunas pampeanas y es blanco de pesca deportiva. La buena calidad de su carne, la resistencia a bajas temperaturas, la alta tasa reproductiva y el amplio espectro alimentario hacen del pejerrey una especie adecuada para su desarrollo en diversos tipos de ambientes acuáticos.

Especies de peces presentes en Laguna La Brava y arroyos asociados

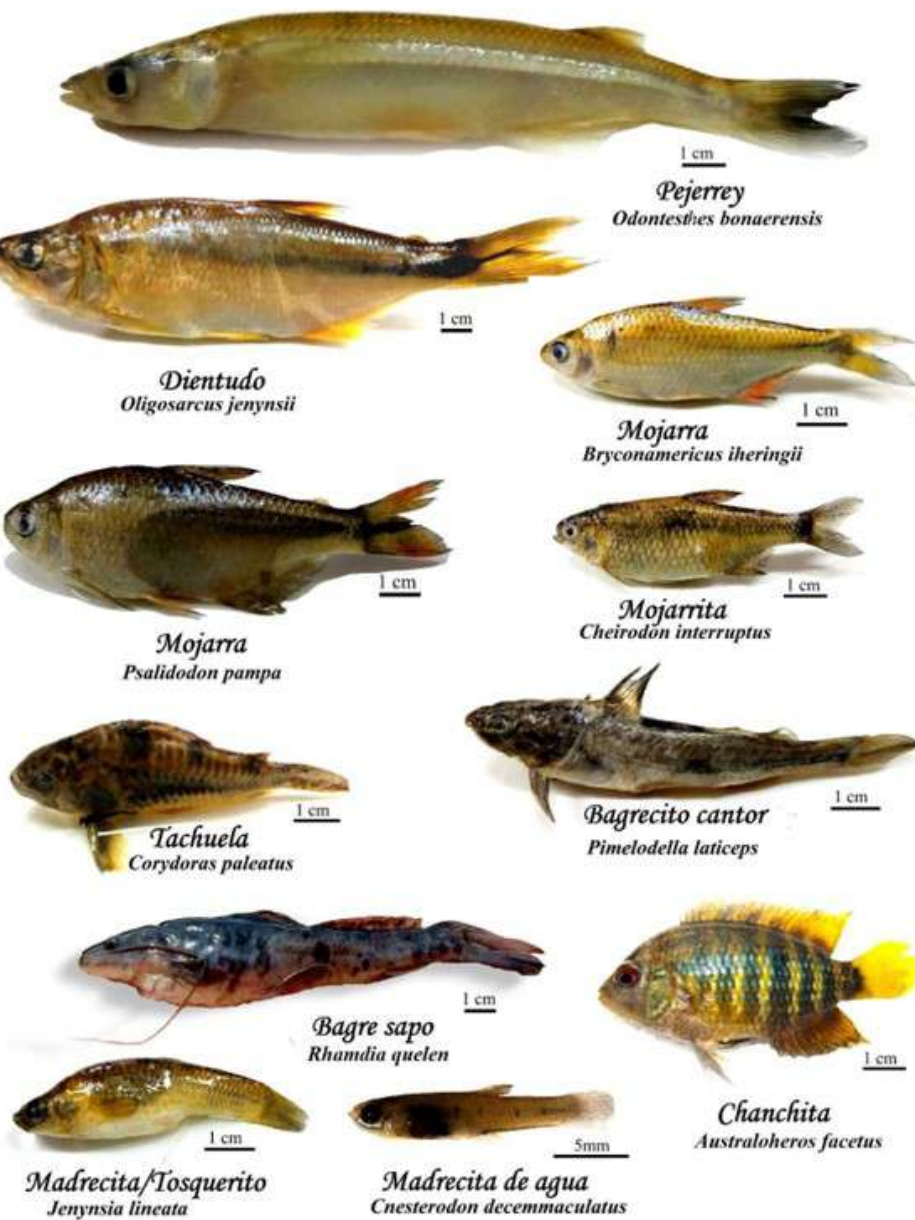


Fig. 11. Principales especies de peces presentes en la laguna La Brava.

Identificación de mojarras

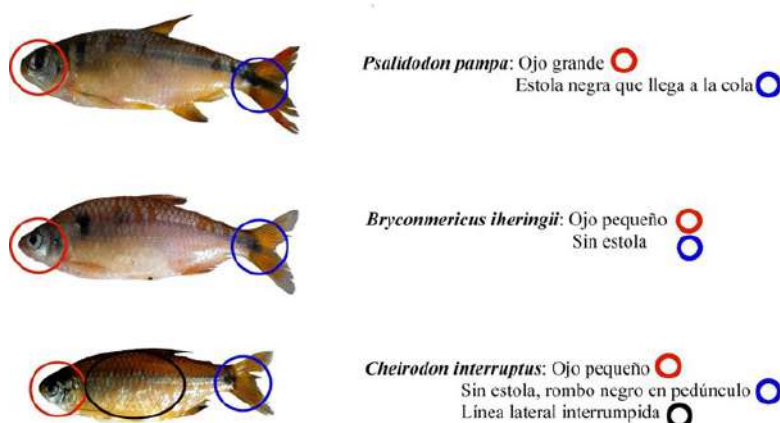


Fig. 12. Principales características morfológicas que permiten la identificación de las mojarras encontradas en este sistema.

Las comunidades parasitarias

Los parásitos desempeñan un papel fundamental en los ecosistemas acuáticos, ya que su presencia y actividad tienen un impacto significativo en la salud y la dinámica de las comunidades acuáticas. Estos organismos, que van desde pequeños protozoos hasta gusanos y crustáceos especializados, interactúan de manera compleja con sus hospedadores y con otros elementos del ecosistema. La importancia de los parásitos en estas comunidades se manifiesta en varios aspectos clave:

Regulación de las poblaciones

Los parásitos pueden ejercer un control natural sobre las poblaciones de hospedadores, contribuyendo a prevenir el exceso de densidad de especies en un ecosistema acuático. Esto es esencial para mantener un equilibrio en la cadena trófica y evitar la proliferación de ciertas especies que podrían dominar y desequilibrar el sistema.

Indicadores de salud ambiental

La presencia y diversidad de parásitos en una comunidad acuática pueden servir como indicadores de la salud general del ecosistema. Cambios en la abundancia o diversidad de parásitos pueden reflejar perturbaciones ambientales o impactos antropogénicos, lo que hace que estos organismos sean valiosos para la evaluación y el monitoreo de la calidad ambiental.

Coevolución y adaptación

Las interacciones parásito-hospedador en comunidades acuáticas han llevado a una coevolución continua entre estos organismos. Los parásitos y sus hospedadores a menudo desarrollan estrategias de adaptación y coadaptación a lo largo de un tiempo evolutivo. Esta dinámica puede influir en la evolución de las especies a lo largo del tiempo.

Nutrientes y flujo de energía

Los parásitos pueden influir en la transferencia de energía y nutrientes dentro del ecosistema acuático. A través de la depredación de hospedadores y la liberación de productos metabólicos, los parásitos afectan la estructura de las redes tróficas y la disponibilidad de nutrientes en el agua.

Biodiversidad y estabilidad

Los parásitos, aunque a menudo se les percibe como perjudiciales, son componentes esenciales de la biodiversidad y su estudio proporciona información valiosa para la conservación de la vida silvestre y la preservación de la integridad de los ecosistemas. La diversidad de parásitos y sus interacciones aumenta la resiliencia del ecosistema y su capacidad para adaptarse a cambios ambientales.

Diversidad y ciclos de vida de los parásitos

Se realizó el estudio parasitológico de 3 especies de peces: *B. iheringii* (21 ejemplares), *C. interruptus* (10 ejemplares) y *O. jenynsii* (28 ejemplares). La fauna parasitaria hallada en los peces examinados estuvo representada principalmente por adultos y estadios larvales de 8 grupos de parásitos: ciliados, cnidarios, monogéneos, digéneos, cestodos, nematodos, acantocéfalos y copépodos (Fig. 14 y 15, Tabla 4).

Se hallaron un total de 36 especies de parásitos. Myxosporidios, digéneos adultos y larvales, monogéneos y nematodos larvales fueron los parásitos más prevalentes (Tabla 4).

El pez que presentó una mayor diversidad parasitaria fue el dientudo, *O. jenynsii*, albergando 20 especies de parásitos en la mayoría de sus órganos (Tabla 4). La mojarra *B. iheringii* estuvo parasitada por 16 especies y *C. interruptus* por 15 especies. A pesar de que las mojarras *C. interruptus* y *B. iheringi* 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 y su rol en la permanencia y transmisión de estos animales parásitos en los ambientes acuáticos pampeanos.

Las especies parásitas y sus ciclos de vida

Las especies de parásitos que albergan los peces que habitan la laguna La Brava y sus arroyos presentan ciclos de vida directos o monoxenos (interviene un solo hospedador) (Fig. 13A) e indirectos o heteroxenos (interviene más de un hospedador) (Fig. 13B y C). Ambos tipos de ciclos implican un ajuste evolutivo entre el parásito, sus hospedadores y el ambiente. En este sentido y desde el punto de vista de la salud de los ecosistemas, se propone que

un ambiente diverso y saludable es aquel donde la diversidad de parásitos (número de especies) es elevada, ya que tanto las condiciones ambientales como la presencia y abundancia de las especies hospedadoras, que permiten la transmisión de los estadios parasitarios, están garantizadas.

Los monogéneos, *Cacatuocothyle* spp., *Diaphorocleidus* spp. y *Characithecum* spp., presentan un ciclo de vida monóxeno o directo, ya que viven y se reproducen en un solo hospedador, en este caso en las branquias y superficie corporal de los peces (Tabla 4, Fig. 13A, Fig. 15D-G).

Los copépodos y los piojos de peces (Ichthyostraca) también presentan ciclos monóxenos. Estos parásitos se alimentan de los tejidos y fluidos corporales de los peces (Tabla 4).

El ciliado, *Ichthyophthirius multifiliis*, comúnmente conocido como punto blanco, fue hallado en la mojarra *B. iheringii*. Es un protozoo 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 (Tabla 4, Fig. 14A).

Los mixosporidios (*Henneguya* spp. y *Hoferellus* sp.) hallados 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 mojarras) donde ocurre la fase mixospora. Ambas fases resultan en esporas infectivas (actinosporas y mixosporas respectivamente), liberadas al medio (Tabla 4, Fig. 13B, Fig. 14B-E).

Los digéneos larvales (metacercarias) pertenecientes a la familia Acanthostomidae que fueron hallados en las 3 especies de peces estudiadas y completan su ciclo biológico como parásito adulto en vertebrados, principalmente peces. Su ciclo biológico es complejo, incluyendo a un molusco como primer hospedador intermediario, en el cual se desarrollan dos estadios larvales (redias y esporocistos). Luego son liberadas al agua las cercarias (larvas nadadoras) que se enquistan en un segundo hospedador intermediario, un pez pequeño como las mojarras *B. iheringii* y *C. interruptus*. Estos peces infectados con metacercarias pueden ser ingeridos por otro pez (hospedador definitivo), como por ejemplo *Rhamdia quelen* hospedador de *Acanthostomum gnerii* Szidat, 1954, y en el intestino del hospedador definitivo se desarrollará el digéneo adulto que liberará huevos al agua a través de las heces, cerrando así el ciclo biológico de estos digéneos. Por otra parte, los estadios larvales (metacercarias) pertenecientes a la familia Heterophyidae, presente también en las tres especies de peces estudiadas, tienen como hospedadores definitivos vertebrados como las aves y mamíferos donde los adultos reproductivos se desarrollan en el intestino. Es importante destacar en este punto, que en la laguna hemos registrado 7 especies de aves ictiófagas que son las posibles hospedadoras definitivas de estas especies de digéneos larvales (Tabla 4, Fig. 13C, Fig. 15A).

Los digéneos adultos hallados (*Genarchella* spp., *Saccoleioides* spp. y *Phyllodistomon* spp.) son miembros de las familias Hemiuridae, Hapluridae y Gorgoderidae,

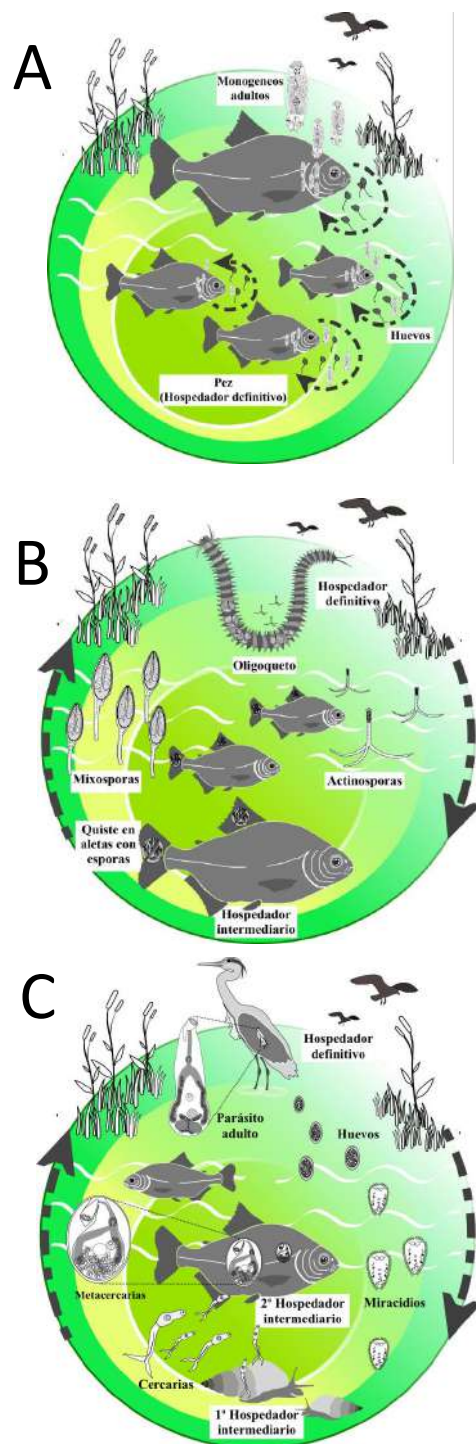


Fig. 13. A) Ciclo directo o monóxeno (un solo hospedador, pez). Ciclo de vida de monogéneos branquiales. B) Ciclo indirecto o heteróxeno o con 2 hospedadores, peces y oligoquetos. Ciclo de vida de mixosporidios. C) Ciclo indirecto o heteróxeno con 3 hospedadores, molusco, peces y aves. Ciclo de vida de digéneos.

respectivamente y presentan un ciclo de vida indirecto: un hospedador intermediario, que suele ser un molusco, y como hospedador definitivo un pez. Los gusanos adultos fueron hallados en el tracto digestivo y urinario de los peces (Tabla 4, Fig. 15 B-C).

Los cestodos larvales hallados se encontraban enquistados en el mesenterio y órganos del tubo digestivo de las mojarras, pertenecientes a la familia Cyclophyllidae, también tienen a las aves como hospedadores definitivos de los estadios adultos. Lamentablemente no hay antecedentes y/o estudios parasitológicos realizados en las aves de la zona de estudio. Además de los cestodos larvales de la familia Cyclophyllidae, se hallaron cestodos larvales de la familia Proteocephalidae. El ciclo de vida de estos cestodos involucra como primer hospedador intermediario, un crustáceo o un insecto acuático, que ingiere los huevos del parásito. Cuando un hospedador definitivo adecuado (pez), ingiere este crustáceo o insecto infestado, la larva emerge y se fija al intestino del pez y completa su desarrollo hasta adulto. En algunas especies, puede intervenir otro pez como segundo hospedador intermediario. Los peces se infectan cuando consumen estos peces infestados y los cestodos maduran y se reproducen en el intestino liberando huevos al agua a través de las heces del pez (Tabla 4, Fig. 15J).

Los nematodos larvales (L3) hallados como *Contracaecum* sp., también son parásitos adultos de las aves ictiofagas de la laguna. Las larvas fueron encontradas enquistadas en el mesenterio de las tres especies de peces estudiadas, con una prevalencia muy alta en el dentado (100%) y algo menor en las mojarras (Tabla 4, Fig. 15I).

Los nematodos adultos como *Hedruris bifida*, también presenta un ciclo de vida heteroxeno como *Contracaecum*, pero la larva (L3) de esta especie se encuentra parasitando un anfípodo, y cuando este es ingerido por un pez, la larva es liberada en el estómago del pez. Allí, se desarrolla hasta convertirse en adulto donde la hembra se ancla a la mucosa del estómago del pez por medio de un gancho caudal, el macho generalmente se lo puede encontrar enrollado a su cuerpo. La hembra libera huevos que junto con las heces del pez son expulsados al agua. Por otro lado, los nematodos del género *Rabdochona* fueron encontrados en el intestino de los peces. Estos nematodos liberan huevos en el intestino del pez que son liberados al medio junto con las heces del pez y las larvas eclosionan en el ambiente. Durante esta etapa, las larvas se alimentan de microorganismos y buscan activamente un pez para completar su ciclo biológico (Tabla 4, Fig. 15H).

Finalmente, es importante remarcar que todos los parásitos hallados no representan peligro para la salud humana y son parásitos habituales y específicos de los peces de agua dulce.

CONCLUSIONES, CONSIDERACIONES GENERALES Y RECOMENDACIONES

La importancia de estudiar los ambientes acuáticos de la región pampeana de forma integral y transdisciplinaria radica en entender cómo estos ecosistemas altamente complejos están siendo afectados simultáneamente por diversos factores, como la urbanización, la agricultura, la ganadería, y factores climáticos extremos (sequías e inundaciones).

Los antecedentes en la literatura muestran que los peces responden íntimamente a esta dinámica natural y antrópica. Sin embargo, son escasos los estudios integrales realizados sobre las comunidades de aves, peces, sus comunidades parasitarias, la



Fig. 14. Microparásitos encontrados en el sistema La Brava. A) Ciliados, *Ichthyophthirius multifiliis*. B-D) Cnidarios, D) *Henneguya* sp1., E) *Henneguya* sp3, F) *Henneguya* sp5. E) *Hoferellus* sp.

Tabla 4

Parásitos hallados parasitando peces del sistema laguna La Brava y sus arroyos asociados. En negrita se indican a las especies parásitas con mayor prevalencia para cada pez hospedador.

| Pez hospedador | Especies de Parásitos | Sitios de infección | Abundancia | Prevalencia % | |
|--|----------------------------|--|---------------------------------|---------------|------|
| Mojarra (<i>B. iheringii</i>) | Cnidaria | <i>Henneguya</i> sp.1 | Riñón | - | 4,8 |
| | | <i>Hoferellus</i> sp. | Riñón | - | 9,5 |
| | Ciliophora | <i>Ichthyophthirius multifiliis</i> | Branquias | - | 3,9 |
| | Digenea | <i>Saccocoeloides</i> sp. | Intestino | 1,1 | 28,6 |
| | | <i>Genarchella</i> sp. | Estómago | 0,04 | 4,8 |
| | | <i>Acanthostominae</i> sub fam. gen. sp. (metacercarias) | Escamas | 9,4 | 80,9 |
| | | | Branquias | 0,9 | 23,8 |
| | | | Aletas | 0,9 | 38,1 |
| | | <i>Heterophyidae</i> fam gen. sp. (metacercarias) | Cerebro | 0,04 | 4,8 |
| | | Mesenterio | 1,3 | 14,3 | |
| | Monogenea | <i>Cacatuocothyle</i> sp. | Superficie corporal | 0,09 | 9,5 |
| | | <i>Diaphorocleidus</i> sp1. | Branquias | 0,04 | 4,8 |
| | Nematoda | <i>Rabdochona</i> sp. | Intestino | 0,66 | 33,3 |
| | | <i>Contracaecum</i> sp. L3 | Pared intestino | 1,2 | 38,1 |
| | Cestoda | <i>Cyclophyllidea</i> gen. sp. | Pared intestino | 0,04 | 4,8 |
| <i>Proteocephalidea</i> gen. sp. | | Pared intestino | 0,04 | 4,8 | |
| Copepoda | <i>Ergasilus</i> sp. | Branquias | 0,04 | 4,8 | |
| Mojarrita (<i>C. interruptus</i>) | Cnidaria | <i>Henneguya</i> sp.2 | Branquias | | 12,5 |
| | | Digenea | <i>Saccocoeloides</i> sp. | Intestino | 0,7 |
| | | <i>Genarchella</i> sp. | Estómago | 0,1 | 12,5 |
| | | <i>Acanthostominae</i> sub fam. gen. sp. (metacercarias) | Escamas | 65,3 | 100 |
| | | | Branquias | 2 | 75 |
| | | | Aletas | 12 | 50 |
| | | <i>Heterophyidae</i> fam gen. sp. (metacercarias) | Cerebro | 0,25 | 12,5 |
| | | | Mesenterio | 1 | 50 |
| | | | Corazón | 31,6 | 37,5 |
| | | | Estómago | 37,5 | 75 |
| | Monogenea | <i>Diaphorocleidus</i> sp2. | Branquias | 2,5 | 1,4 |
| | | <i>Characithecium</i> sp. | Branquias | 1,3 | 0,12 |
| | Nematoda | <i>Contracaecum</i> sp. Larva L3 | Pared intestino | 0,37 | 75 |
| | Cestoda | <i>Cyclophyllidea</i> gen. sp. | Pared intestino | 0,12 | 12,5 |
| | | <i>Proteocephalidea</i> gen. sp. | Pared intestino | 75 | 1 |
| Copepoda | <i>Ergasilus</i> sp. | Branquias | 25 | 0,25 | |
| Dientudo (<i>O. jenynsii</i>) | Cnidaria | <i>Henneguya</i> n. sp.3 | Aletas | - | 35,7 |
| | | <i>Henneguya</i> n. sp.4 | Riñón | - | 78,6 |
| | | <i>Henneguya</i> n. sp.5 | Riñón | - | 78,6 |
| | | <i>Henneguya</i> sp. | Pared estómago | - | 3,6 |
| | | <i>Henneguya</i> sp. | Pared intestino | - | 10,7 |
| | Digenea | <i>Acanthostominae</i> sub fam. gen. sp. (metacercarias) | Aletas | 34,9 | 96,4 |
| | | <i>Heterophyidae</i> fam gen. sp. (metacercaria) | Branquias | 1,7 | 78,6 |
| | | | Pared de vísceras | 2,3 | 35,7 |
| | | | Corazón | 0,04 | 3,6 |
| | | | Ductos urinarios | 0,4 | 3,6 |
| | | <i>Phyllodistomum</i> sp. | Estómago | 3,7 | 82,1 |
| | Monogenea | <i>Saccocoeloides</i> sp. | Intestino | 0,07 | 7,1 |
| | | <i>Diaphorocleidus chascomusensis</i> (= <i>Characithecium chascomusensis</i>) | Branquias | 157,9 | 100 |
| | | <i>Diaphorocleidus longianchoratus</i> (= <i>C. longianchoratus</i>) | Branquias | 14,4 | 96,4 |
| | | <i>Diaphorocleidus chelatum</i> (= <i>C. chelatum</i>) | Branquias | 17,3 | 96,4 |
| <i>Diaphorocleidus robustum</i> (= <i>C. robustum</i>) | | Branquias | 4,0 | 85,7 | |
| <i>Diaphorocleidus quadratum</i> (= <i>C. quadratum</i>) | | Branquias | 3,5 | 67,9 | |
| Nematoda | | <i>Contracaecum</i> sp. Larva L3 | Sistema digestivo y mesenterios | 22,32 | 100 |
| | | <i>Hedruris bifida</i> | Estómago | 0,5 | 32,1 |
| | <i>Rabdochona mexicana</i> | Intestino | 0,29 | 21,4 | |
| Ichthyostraca | <i>Argulus</i> sp. | Branquias | 0,11 | 10,7 | |
| Acanthocephala | <i>Polimorphus</i> sp. | Intestino | 0,04 | 3,6 | |

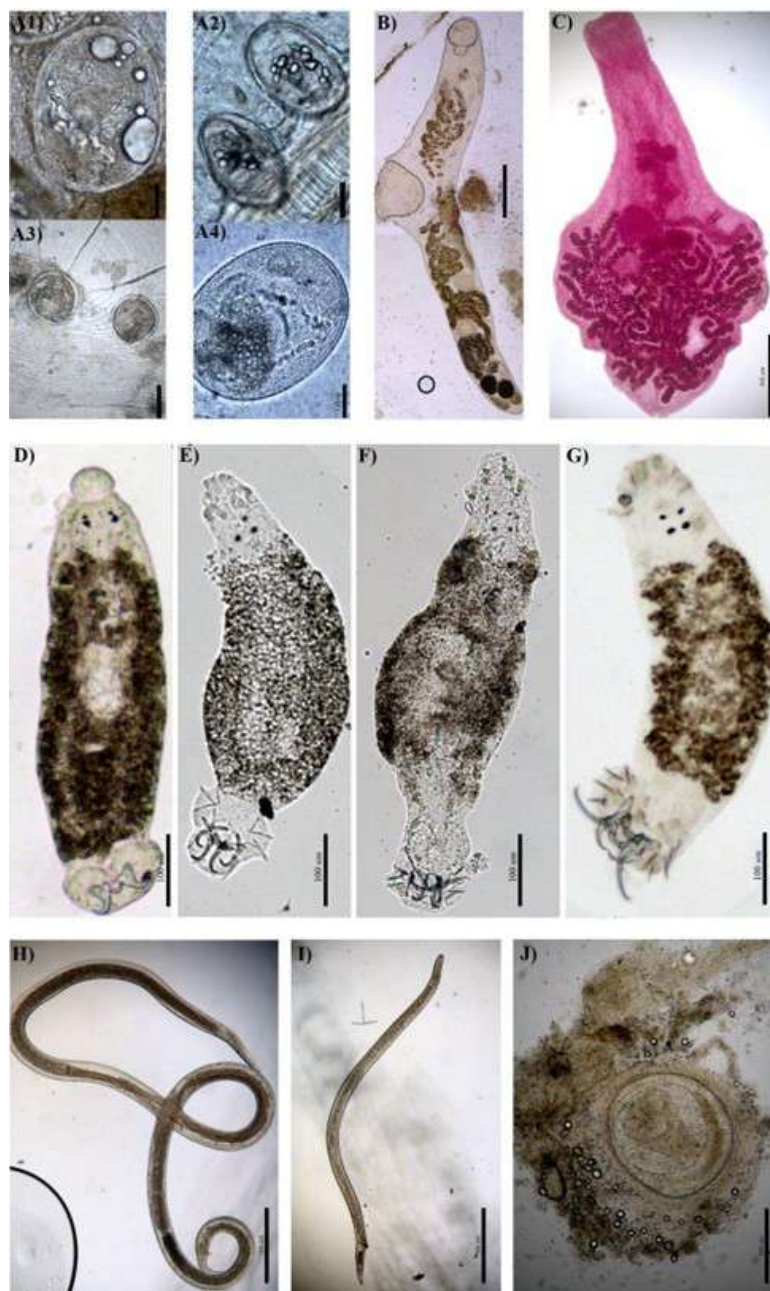


Fig. 15. Macroparásitos encontrados en el sistema La Brava. A-C) Digena, A.1) Heterophyidae fam gen. sp., metacercarias en cerebro, 2) Heterophyidae fam gen. sp. metacercarias en branquias. 3) Acanthostominae fam. gen. sp., metacercaria en escamas, 4) Heterophyidae fam gen. sp., metacercarias en cavidad corporal. B) *Genarchella genarchella* . C) *Phyllodistomon* sp. D-H) Monogenea, D) *Cacatuocotyle* sp. E) *Charachitecium* sp. F) *Diaphorocleidus chascomusensis* nov comb, G) *Diaphorocleidus longianchoratus* nov comb. H-I) Nematoda, H) *Rhabdochona* sp. I) *Contraecum* sp. (Larva 3), Cestode, Proteocephalidea, estadio larval.

calidad del agua y el ambiente en la región pampeana que permitan una comprensión más real de cómo funcionan, se modulan y retroalimentan estos sistemas. Los resultados presentados en este informe ofrecen información de base que nos permite realizar algunas conclusiones generales sobre la calidad del agua del sistema, su hidrogeomorfología, las situación de las riberas, y conocer y evaluar las especies de aves, peces y sus parásitos, presentes en el sistema La Brava (arroyo El Peligro, laguna La Brava y arroyo Tajamar). Planteamos finalmente en este informe científico tecnológico, algunas conclusiones generales, observaciones y recomendaciones finales.

Calidad del agua del sistema

Los resultados obtenidos de los parámetros químicos determinados permitieron caracterizar el agua de la Laguna La Brava y sus arroyos como de tipo bicarbonatada sódico magnésica, levemente alcalina y de baja salinidad, siendo los valores de fósforo total superiores a los valores recomendados por la U.S. EPA para arroyos, lagos y embalses. El alto contenido de fósforo en ambientes acuáticos puede tener varios riesgos y efectos negativos como la eutrofización, baja concentración de oxígeno y consecuentes cambios en la biodiversidad donde las especies que no pueden tolerar condiciones de alta eutrofización pueden verse desplazadas por otras más resistentes, cambiando así la composición y estructura de las comunidades acuáticas. Particularmente la laguna, puede ser caracterizada como un cuerpo de agua eutrófico y de aguas turbias. Todas estas características coinciden con las observadas en otros sistemas lagunares de la región.

Cabe señalar que en todos los sitios de muestreo, las aguas estuvieron bien oxigenadas (a excepción del sitio LB6), con alta carga de sólidos disueltos totales y alta carga de nutrientes (nitrógeno y fósforo) de origen natural, intensificado por las actividades antrópicas que se desarrollan en el paisaje cercano. Asimismo el índice de calidad de agua utilizado evidencia buenas condiciones de calidad de agua, a excepción nuevamente, del sitio LB6. Este sitio corresponde al arroyo Tajamar.

El tramo más bajo estudiado en este sistema, el sitio LB6 ubicado en el arroyo Tajamar aguas abajo de la ruta 226, mostró un escenario de alta presión antrópica por parte de la actividad ganadera. Esto genera un ensanchamiento del curso de agua por erosión de las márgenes por acción mecánica del ganado. La ulterior carga de sedimentos y nutrientes por deposiciones diarias aumenta el consumo de oxígeno, lo que puede explicar en gran parte el bajo valor de este elemento vital para los organismos acuáticos.

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

El arroyo El Peligro presentó un fondo compuesto por roca base y arena, aguas rápidas y una profundidad mayor en comparación con el arroyo de salida de la laguna (Tajamar). Además presentó desarrollo de macrófitas principalmente sumergidas, con presencia de emergentes en el segundo sitio estudiado (LB2). Sus riberas son ligeramente más desarrolladas en comparación al arroyo de salida, con cobertura mayoritaria herbácea, acompañada de árboles y arbustos en baja proporción. A su vez se observó una alta estabilidad de los márgenes.

La laguna La Brava presentó sustrato arenoso sobre roca base, con vegetación acuática de tipo emergente.

En el arroyo Tajamar también hubo un predominio de macrófitas sumergidas, aunque además se hallaron flotantes y emergentes en el último sitio estudiado (LB6). El fondo compuesto por roca base y arena en el primer sitio (LB5), se transforma a netamente arenoso en el segundo (LB6). La vegetación ribereña fue exclusivamente herbácea y sus márgenes presentaron una alta estabilidad.

Los peces del sistema

El conocimiento sobre la riqueza de especies presentes en el sistema se incrementó un 50% con este estudio. Las 12 especies de peces capturadas son autóctonas y típicas de la región pampeana y no se registraron especies exóticas. Cuatro especies representan un primer registro para el ambiente en la literatura: la mojarrita *Cheirodon interruptus*, la madremita de agua *Cnesterodon decemmaculatus*, la chanchita *Australoheros facetus* y el bagre sapo *Rhamdia quelen*. Ciertamente, esta última especie es ampliamente conocida para el sistema por los pescadores y usuarios, pero no se puede decir lo mismo de las otras tres especies. Esto pone 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.

Tres de las especies de peces colectadas mostraron una distribución máxima, estando presentes en todo el sistema de estudio, *Cheirodon interruptus*, *Jenynsia lineata* y *Cnesterodon decemmaculatus*. Se observó una alta abundancia de especies tolerantes a bajos niveles de oxígeno (*Corydora paleatus*, *Jenynsia lineata*, *Cnesterodon decemmaculatus* y *Cheirodon interruptus*) en el sitio LB6.

Encontramos como una muy buena noticia la ausencia de la exótica y altamente invasiva carpa común (*Cyprinus carpio*) en este ambiente. Esta especie es un verdadero *ingeniero ecosistémico* produciendo profundas y drásticas modificaciones en la dinámica de los ambientes que habita. Su presencia favorece la resuspensión de los sedimentos, la turbidez del agua, suele depredar sobre ovas de pejerrey cuando estas están sobre la vegetación y pone a disposición muchos nutrientes que de otro modo estarían confinados a los sedimentos. Este escenario no hace más que favorecer los procesos que derivan de la eutrofización (aumento de nutrientes en el agua) uno de los factores centrales para la ocurrencia de floraciones de cianobacterias.

Algunos otros patrones interesantes derivan de los muestreos de peces de este ambiente. Por ejemplo, se encontró una distribución opuesta en los arroyos, para dos especies que hacen usos de los recursos del fondo en estos ambientes. Mientras la tachuela *Corydoras paleatus* fue localmente abundante en el arroyo El Peligro, lo mismo fue cierto para el bagre cantor *Pimelodella laticeps* en el arroyo Tajamar. Igualmente, las especies de peces de la familia Characidae (las tres mojarras y el dientudo), también mostraron un patrón de distribución diferente entre ellas. El dientudo ocupó preferencialmente la laguna en detrimento de los arroyos. En la laguna su distribución no mostró ninguna preferencia por algún sector en particular, como sí lo hicieron las dos especies de mojarras más grandes. La mojarra *Psalidodon pampa* (la más grande en tamaño) fue colectada casi exclusivamente en el extremo de la laguna cercano al delta

del arroyo El Peligro. Por su parte la mojarra *Bryconamericus iheringii* (la segunda más grande en tamaño) tiende a ser más abundante sobre la zona de la laguna cercana a su desembocadura sobre el arroyo Tajamar. Estos resultados ponen de manifiesto que no solo es importante saber cuáles y cuántas especies hay en un sistema, sino también dónde se concentran en función del uso de hábitat diferencial que realizan. De ese modo, las diferentes medidas de manejo y/o conservación puede afectar o no a una especie conforme estas sean diseñadas para algún sector en particular en detrimento de otro.

Finalmente es importante destacar que los resultados de este estudio respecto a la población de pejerrey del sistema, la especie más emblemática, no reflejan la condición real que ocupa esta especie en el ecosistema. Esto se debe a que las estrategias de muestreo utilizadas estuvieron dirigidas a la obtención de una medida de la riqueza y distribución de todas las especies de peces de la comunidad y no solo a estudiar la población de pejerrey.

Las aves del sistema

La laguna La Brava presentó una importante comunidad de aves acuáticas, cuya riqueza y diversidad es representativa de las lagunas pampeanas del sudeste bonaerense. Por su estructura eutrófica y con abundante vegetación, estas lagunas constituyen un hábitat para una gran variedad de aves, muchas de las cuales nacen y pasan toda su vida en continuo contacto con el agua o dentro de los cuerpos de agua. Además, las aves acuáticas intervienen directa e indirectamente en el funcionamiento de estos ecosistemas, mediante su actividad de alimentación y reproducción, y contribuyen con su movilidad al intercambio y dispersión de organismos y materiales (Martínez 1993). Las aves ictiófagas en particular son importantes para el flujo de materia de las lagunas, como también estructurando las comunidades de peces y siendo hospedadores finales de sus parásitos.

Nuestros resultados muestran que la laguna La Brava alberga un variado ensamble de aves ictiófagas, con tres especies de garzas, tres especies de macáes y una especie de cormorán. Todas estas especies realizan un importante consumo de peces que, sumado a la contribución de otras especies que se alimentan ocasionalmente de estas presas, como las gaviotas, o que pueden consumir huevos de peces, como los cisnes, realizarían un significativo aporte al ejercer un control natural sobre las poblaciones de peces. La diversidad de especies de aves ictiófagas hace que el espectro de tamaños de peces consumidos sea amplio, ya que las aves de menor porte, como el macá cara blanca, consumen pequeños peces, mientras que las especies de mayor porte, como la garza mora, pueden capturar ejemplares de gran tamaño. Asimismo, la variedad de técnicas de captura y sitios de alimentación aportan también al espectro de peces consumidos, dado que el ensamble registrado incluye especies que capturan sus presas caminando en las aguas someras de los márgenes de la laguna, como la garcita blanca, y especies que realizan buceo para capturar especies de aguas más profundas, como el bigúa.

Más allá de su contribución al funcionamiento natural de estos ecosistemas, las aves acuáticas presentan un valor intrínseco al potenciar con su presencia la belleza de las lagunas pampeanas, ya que por su tamaño, abundancia, coloración y comportamiento constituyen uno de los componentes faunísticos más conspicuos, siendo un atractivo visual para observadores de aves y personas que disfrutan de la naturaleza (Martínez 1993). En este sentido, la conservación de los ambientes de la laguna La Brava y sus riberas, y en particular de la vegetación emergente que sirve de refugio y sitio de nidificación para una gran variedad de aves,

son fundamentales para preservar la diversidad de especies y mejorar su estado reproductivo.

Los parásitos del sistema

Los resultados obtenidos hasta el momento, muestran que en el sistema de La Brava, las poblaciones parasitarias de peces presentan una alta abundancia y prevalencia, y que sus comunidades parasitarias poseen una alta riqueza de especies. La diversidad hallada en 3 de las 12 especies de peces capturadas 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.

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 nematodos y digéneos que presentaron altas prevalencias, mayor a 70%, evidenciando 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. Su estudio es fundamental para comprender y conservar estos ecosistemas, así como para evaluar la salud ambiental de los cuerpos de agua, lo que a su vez tiene implicaciones significativas para la gestión y la conservación de los recursos acuáticos.

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

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

El presente proyecto intenta aunar diferentes disciplinas o áreas de estudio a fin de obtener información que permita comprender de una forma integral, la dinámica compleja de estos ecosistemas dulceacuícolas. El abordaje desde una perspectiva de cuenca tendiente a una gestión integral del ecosistema, atendiendo no sólo los aspectos relacionados con la calidad del agua, sino también con la heterogeneidad del hábitat y la conservación de las riberas, son factores claves para la conservación de las comunidades acuáticas allí presentes.

Partiendo de la premisa de que no se puede preservar o cuidar lo que no se conoce, los datos obtenidos sobre la diversidad de aves, peces y sus parásitos constituyen un nuevo aporte sobre el conocimiento de la fauna que habita en este sistema. El listado de especies brindado en este informe científico técnico provee importante información como insumo para realizar tareas educativas y concientización sobre el cuidado y la preservación de los recursos de la reserva. 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/infornes-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 los encargados 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.

RECOMENDACIONES

Como ya se mencionó, las riberas resultan un componente clave en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas fluviales (Naiman y D'ecamps, 1997) no sólo por actuar físicamente como conexión entre los biomas terrestres y acuáticos, sino por sus múltiples funciones relacionada 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.

En la región Pampeana han ocurrido grandes inundaciones en zonas bañadas por cursos de agua de porte relativamente pequeño (arroyo del Azul en Azul, arroyo el Gato en La Plata). Esto pone en evidencia otro factor clave de la condición de estos sistemas que es el rol que juegan sus riberas y el uso de suelo cercano en la regulación hidrológica de la cuenca. Así, una ribera conservada y un uso de suelo racional, deben considerar incluir un manto vegetal tal que permita actuar al mismo como temporizador de las lluvias, amortiguando el paso del agua desde la cuenca hacia el curso principal del sistema y de ese modo evitando crecidas extraordinarias. Pero 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. En este sentido se entiende rápidamente como el rol de la vegetación en general y la vegetación de ribera en particular, es importante para paliar las consecuencias de ambos extremos hidrológicos (inundaciones y sequías).

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. 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.

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 y 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). Finalmente, los autores indican que la producción agroecológica podría ser aplicable en producciones extensivas con climas templados sin interferir con el sustento de los productores agrícolas y permite además una mejora en las condiciones del suelo (Aparicio et al., 2018).

Recientemente fue creada la Dirección Nacional de Agroecología del MAGyP, con el objetivo de intervenir en el diseño e instrumentación de políticas, programas y proyectos que promuevan la producción primaria intensiva y extensiva de base agroecológica (sin la utilización de agroquímicos) en todas sus escalas, articulando con productores, organizaciones agrarias y gobiernos municipales y provinciales. Esta política se constituye como una iniciativa formal por parte del Estado para comenzar a desarrollar un modo de producción más sostenible (MAGyP, 2013, 2021).

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 propietarios 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 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. Por estos motivos, una aproximación socio-ecológica es fundamental. Con los fundamentos ambientales estudiados y una vez resuelto el aspecto social, es necesaria la construcción de políticas por parte del Estado. La incentivación de la protección de las riberas en campos agrícolas y ganaderos por legislación sobre este tema sería un buen primer paso. También es necesario implementar controles y evaluar la posibilidad de compensaciones económicas en los casos que lo requiera, como es implementado en algunos casos como por ejemplo en Alaska o Suiza.

La Laguna La Brava representa un escenario científico y ecológico de gran relevancia. 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 meticolosas. La ciencia y la preservación son pilares fundamentales para garantizar su existencia y relevancia en el futuro.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la buena predisposición para el acceso y la toma de muestras a Tomás (campo lindero al arroyo Tajamar) y al Sr. Miguel Cassiba, Presidente del Club de Pescadores de Balcarce y a través de él a todo el personal del complejo a orillas de la Laguna. También a Gustavo Vicente Bernava del laboratorio Hidrogeología (Instituto de Geología de Costas y del Cuaternario-IIMyC-FCEyN-UNMdP) por el procesamiento y determinación de las muestras de agua.

LISTA DE REFERENCIAS

- 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, Washington.
- 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. *Agricultural Systems*, 167, 103-112. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2018.09.005>.
- Azpiroz AB. (2012). *Aves de las Pampas y Campos de Argentina, Brasil y Uruguay. Una guía de identificación*. Pressur, Nueva Helvecia.
- Barbour MT, Gerritsen J, Snyder BD, Stribling JB. (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish*. EPA, Washington.
- Berasain GE, Velasco CAM, Padín D, Galliari G. (2018). Campaña de relevamientos limnológicos e ictiológicos. Informe Técnico n° 179. Dirección de actividades pesqueras y acuicultura dirección provincial de pesca ministerio de agroindustria, 12 pp.
- Berasain GE, Lenicov MR, Toffani D. (2001). Laguna La Brava Partido de Balcarce. Campaña de relevamientos limnológicos e ictiológicos. Informe Técnico N° 30. Subsecretaría de Actividades Pesqueras. Ministerio de Asuntos Agrarios, 18 pp.
- Bertora A. (2021). Estado ambiental del arroyo Langueyú, su relación con el uso del suelo y la influencia sobre las comunidades de peces. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 124 pp.
- 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.
- Canevari M, Canevari P, Carrizo G, Harris G, Rodríguez Mata J, Straneck R. (1991). *Nueva guía de las aves argentinas. Tomo II*. Buenos Aires: Fundación Acindar.
- Feijoó CS, Giorgi A, García ME, Momo F. (1999). Temporal and spatial variability in streams of a pampean basin. *Hydrobiologia*, 394, 41-52.
- Feijoó CS, Lombardo R. (2007). Baseline water quality and macrophyte assemblages in Pampean streams: A regional approach. *Water Research*, 41, 1399-1410.
- Fletcher DE, Wilkins SD, McArthur JV, Meffe GK. (2000). Influence of riparian alteration on canopy coverage and macrophyte abundance in Southeastern USA blackwater streams. *Ecological Engineering*, 15, S67-S78.
- Grosman F. (1999). *Estudio Ictiológico: Laguna La Brava*. Documento de trabajo de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Prov. de Buenos Aires, 27 pp.
- Gücker B, Pusch MT. (2006). Regulation of nutrient uptake in eutrophic lowland streams. *Limnology and Oceanography*, 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, 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.
- 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.
- Martínez MM. (1993). Las aves y la limnología. En: *Conferencias de Limnología*. Instituto de Limnología Raul Ringuelet (Boltovskoy A, Lopez H, Eds.), La Plata, Argentina, pp. 127-142.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP). (2013). *Pautas sobre Aplicaciones de Productos Fitosanitarios en Áreas Periurbanas (Pautas I)*. <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/buenas-practicas-agricolas-bpa>.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP). (2021). *Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)*. <https://www.argentina.gob.ar/agricultura/buenas-practicas-agricolas-bpa>.
- Naiman RJ, Decamps H. (1997). The ecology of interfaces: riparian zones. *Annual review of Ecology and Systematics*, 28, 621-658.
- Narosky T, Yzurieta D. (2010). *Aves de Argentina y Uruguay: Guía para la identificación*. Vázquez Mazzini Editores, Buenos Aires.
- Nowak MM, Dziób K, Bogawski P. (2018). Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) in environmental biology: A review. *Eur. J. Ecol.*, 4, 56-74.
- Pesce S, Wunderlin D. (2000). Use of water quality indexes to verify the impact of Córdoba City (Argentina) on Suquia River. *Water Research*, 34, 2915-2926.
- Pritchard MH, Kruse GO. (1982). The collection and preservation of animal parasites. Technical Bulletin No. 1. The Harold W. Manter Laboratory, University of Nebraska Press, 141 pp.
- Romanelli A, Quiroz Londoño OM, Massone HE, Martínez DE, Bocanegra E. (2010). El agua subterránea en el funcionamiento hidrológico de los humedales del Sudeste Bonaerense, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Boletín Geológico y Minero*, 121, 373-386.
- Romanelli A, Massone HE. (2011). Características generales del área de las Lagunas de Los Padres y La Brava. En: Massone, H.E. (comp.), 2011. *Lagunas de Los Padres y La Brava. Un recurso natural y social para cuidar y compartir*. Mar del Plata, Universidad Nacional de Mar del Plata. (e-book)
- 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. *Environmental Earth Sciences*, 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. *Science of the Total Environment*, 715, 136909.
- 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. *Limnologia*, 43, 18-26.
- Watts AC, Perry JH, Smith SE, Burgess M, Wilkinson BE, Szantoi Z, HF Percival. (2010). Small unmanned aircraft systems for low-altitude aerial surveys. *Journal of Wildlife Management* 74, 1614-1619.