

UniRío
editora

La laguna Melincué

(Santa Fe, Argentina)

**Rasgos históricos, limnología
y biología pesquera**

Miguel Mancini, Fabián Grosman, Omar Del Ponti,
Pablo Sanzano, Víctor Salinas, Santiago Echaniz, Alicia Vignatti,
Andrea Bertora, Gabriela Cabrera y Lorenzo Regis

ISBN 978-987-688-361-0

e-book

Colección
Académico-Científica



La laguna Melincué-Santa Fe, Argentina : rasgos históricos, limnología y biología pesquera / Miguel Mancini... [et al.].- 1a ed. - Río Cuarto : UniRío Editora, 2019. Libro digital, PDF - (Académico científica)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-688-361-0

1. Pesca. 2. Ictiología. 3. Fauna de la Provincia de Santa Fe. I. Mancini, Miguel. CDD 597.0982

La laguna Melincué (Santa Fe, Argentina): rasgos históricos, limnología y biología pesquera
Miguel Mancini, Fabián Grosman, Omar Del Ponti, Pablo Sanzano, Víctor Salinas, Santiago Echaniz, Alicia Vignatti, Andrea Bertora, Gabriela Cabrera, Lorenzo Regis

2019 © UniRío editora. Universidad Nacional de Río Cuarto
Ruta Nacional 36 km 601 – (X5804) Río Cuarto – Argentina
Tel.: 54 (358) 467 6309 – Fax.: 54 (358) 468 0280
editorial@rec.unrc.edu.ar - www.unrc.edu.ar/unrc/comunicacion/editorial/

Primera edición: *noviembre de 2019*

ISBN 978-987-688-361-0

Fotografías de tapa y contratapa: Maximiliano Cykolowicz, Iván Crespo y autores del libro.

La información generada para la redacción del presente libro, surgió a partir de un estudio realizado en la laguna Melincué en el periodo 2018 - 2019. El mismo fue solicitado y subsidiado por la Comuna de Melincué (Santa Fe, Argentina).



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 2.5 Argentina.

http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/ar/deed.es_AR

Consejo Editorial

Facultad de Agronomía y Veterinaria
Prof. Laura Ugnia y Prof. Mercedes Ibañez

Facultad de Ciencias Económicas
Prof. Nancy Scattolini y Prof. Silvia Cabrera

Facultad de Ciencias Exactas,
Físico-Químicas y Naturales
Prof. Sandra Miskoski

Facultad de Ciencias Humanas
Prof. Gabriel Carini

Facultad de Ingeniería
Prof. Marcelo Alcoba

Biblioteca Central Juan Filloy
Bibl. Claudia Rodríguez y Prof. Mónica Torreta

Secretaría Académica
Prof. Ana Vogliotti y Prof. José Di Marco

Equipo Editorial

Secretaria Académica: *Ana Vogliotti*

Director: *José Di Marco*

Equipo: *José Luis Ammann, Lara Oviedo, Maximiliano Brito, Ana Carolina Savino y Daniel Ferniot*

La laguna Melincué (*Santa Fe, Argentina*)

Rasgos históricos, limnología y biología pesquera

Miguel Mancini, Fabián Grosman, Omar Del Ponti, Pablo Sanzano,
Víctor Salinas, Santiago Echaniz, Alicia Vignatti, Andrea Bertora,
Gabriela Cabrera, Lorenzo Regis

Índice

Resumen ejecutivo	5
Sobre los autores de este trabajo	12
I) MARCO INTRODUCTORIO	13
I.1. Las lagunas pampeanas	14
I.2. Los nutrientes y el estado trófico	16
I.3. La fisonomía de las lagunas pampeanas y su relación con los organismos	16
I.4. La modificación antrópica de las lagunas pampeanas y sus cuencas	17
I.5. El plancton	18
I.6. Los peces	19
I.7. Las aves	20
II) RASGOS HISTÓRICOS	21
II.1. La laguna, su calidad de agua e importancia en la biodiversidad	21
II.2. Limnología y biología pesquera de Melincué	30
II.3. Orígenes del pejerrey, historial pesquero y superficie	31
III) OBJETIVOS DEL PRESENTE ESTUDIO	39
IV) ESTUDIOS REALIZADOS Y METODOLOGÍA	40
IV.1. Descripción del área de estudio	40
IV.2. Fecha de realización y estaciones de muestreo	43
IV.3. Análisis físico-químico del agua y caracterización limnológica	44
IV.4. Estudio de la comunidad zooplanctónica	47
IV.5. Biología pesquera	49
IV.5.1. Muestreo de peces y tratamiento de las capturas	49
-Artes de Pesca Activos	49
-Artes de Pesca Pasivos	49
-Pesca deportiva con líneas de flote	50
-Muestras de peces	50
IV.5.2. Diversidad de la ictiofauna	50
IV.5.3. Captura y tratamiento de los datos	51

IV.5.4. Biología, condición corporal, crecimiento y producción de pejerrey	54
IV.5.5. Parasitosis del pejerrey	58
IV.5.6. Alimentación del pejerrey y de otras especies de peces	58
V) RESULTADOS	60
V.1. Caracterización de la laguna y calidad del agua	60
V.2. Zooplancton	63
V.3. Biología pesquera	70
V.3.1. Ictiofauna	70
V.3.2. Biología del pejerrey	80
V.3.2.1. Capturas con tren de enmalle experimental	80
V.3.2.2. Captura por Unidad de Esfuerzo de diferentes artes	86
V.3.2.3. CPUE pesca deportiva	88
V.3.2.4. Relaciones longitud estándar - peso y longitud estándar – longitud total	89
V.3.2.5. Condición corporal	90
V.3.2.6. Proporción de machos y hembras	91
V.3.2.7. Crecimiento	93
V.3.2.8. Estimación del crecimiento a partir de la ecuación de von Bertalanffy	95
V.3.2.9. Parasitosis	97
V.3.2.10. Alimentación	97
VI) DISCUSIÓN	100
VII) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
VIII) AGRADECIMIENTOS	117
VIII.1. Síntesis del <i>Grupo Pejerrey</i>	118
IX) BIBLIOGRAFÍA	119

La laguna Melincué (Santa Fe, Argentina)

Rasgos históricos, limnología y biología pesquera

Miguel Mancini, Fabián Grosman, Omar Del Ponti, Pablo Sanzano,
Víctor Salinas, Santiago Echaniz, Alicia Vignatti, Andrea Bertora,
Gabriela Cabrera, Lorenzo Regis

Resumen ejecutivo

La laguna Melincué se ubica en el departamento General López al sur de la provincia de Santa Fe, a la vera de la localidad de Melincué. Es un ambiente que se caracteriza por la elevada variabilidad de su superficie, a partir de dos lagunas independientes llegó a ser un solo ambiente que superó las 14.000 ha. Estas oscilaciones cíclicas se relacionan con las precipitaciones regionales, que también repercuten en ingresos de agua desde la freática.

Los incrementos de nivel de la laguna han provocado inundaciones rurales y urbanas, cortes de rutas, y otros inconvenientes, que han llevado a la construcción de un canal aliviador y un sistema de bombeo para controlar los excesos de agua. Estas oscilaciones hacen que Melincué sea un sistema dinámico, ya que los cambios de nivel se reflejan en variaciones de la composición química del agua (en especial sobre su salinidad) y en las comunidades biológicas presentes.

En 1998 el gobierno de la provincia de Santa Fe creó la Reserva Humedal Melincué y posteriormente, debido a la presencia del flamenco andino (*Phoenicoparrus andinus*), fue declarada sitio Ramsar en 2008. Además de esta especie, habita otra gran variedad de aves.

El pueblo hizo uso de la laguna de diferentes modos. Durante gran parte del siglo XX, en períodos de alta salinidad, se aprovecharon las propiedades de las aguas termales y barros curativos mediante un intenso movimiento centrado en la balneoterapia y fangoterapia, lo que incluso llevó a la construcción de un lujoso hotel. En dicho momento, Melincué era visitado semanalmente por hasta 30 mil bañistas y turistas convocados por las propiedades del agua y la presencia de famosos artistas de la época. Sin embargo, constantes inundaciones fueron progresivamente inutilizando las instalaciones del hotel y provocaron, a su vez, importantes modificaciones de las características químicas del agua.

Aunque existen antecedentes sobre pesca deportiva del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) entre 1938 y 1944, en los últimos años esta fue una de las principales actividades que se desarrollaron en la laguna y que generó un importante movimiento económico en la localidad de Melincué.

Las variaciones de superficie y salinidad de la laguna repercutieron sobre los peces generando altibajos en las capturas. Un registro de la década del 80, caracterizó a Melincué como una laguna con una reducida comunidad de peces. Sin embargo, a partir de 2010 se lograron y afianzaron relevantes capturas de pejerrey, en especial mediante la pesca embarcada, con ejemplares promedio de 400 a 800 g y que en varios casos superan 1 kg de peso.

En el transcurso de los meses de 2018 se registró una progresiva disminución de capturas de pejerrey con líneas de pesca y se observó la presencia de parásitos en ejemplares de esta especie, lo que generó la preocupación de las autoridades a cargo de la comuna de Melincué. Esto llevó a que se solicitara un estudio con el propósito de efectuar un diagnóstico sobre el estado de la pesquería recreativa de pejerrey y de las principales características ecológicas de la laguna. Por ello, el objetivo del presente libro es dar a conocer los resultados de la evaluación de la calidad del agua y la comunidad zooplanctónica, haciendo énfasis en la estructura y funcionamiento de la ictiofauna en general y del pejerrey en especial, sumado a una recopilación bibliográfica de los principales rangos históricos del lugar y de sus antecedentes pesqueros. Además, sobre la base del conocimiento del estado de situación, proponer medidas de manejo tendientes al uso responsable del recurso lagunar.

En septiembre de 2018 y marzo de 2019 se realizaron diferentes trabajos de campo que incluyeron desde muestreos limnológicos e ictiológicos en conjunto con guías de pesca y guardafaunas, hasta conversaciones con lugareños y usuarios de la pesca deportiva. Para tal fin se fijaron varios sitios de muestreo para el estudio del agua y distintos sectores de la laguna para la captura de peces. Para el primer objetivo se utilizaron equipos digitales de mediciones de variables de calidad de agua, redes de zooplancton y se tomaron muestras para analizar en laboratorio. Para el estudio biológico-pesquero, se emplearon diferentes artes de pesca: redes de arrastre litoral, redes de enmalle y trampa de peces.

Si se considera al primer muestreo como el más representativo por el volumen de agua que presentaba el ambiente y por la cantidad de sitios de muestreo establecidos, la laguna Melincué registró una profundidad media y máxima de 3,08 y 5,60 m. El análisis de los resultados obtenidos a campo y laboratorio, mostró que la laguna en conjunto se comporta espacialmente como un sistema relativamente homogéneo desde el punto de vista físico-químico del agua, en la distribución de la biomasa algal (fitoplancton) y del zooplancton. Por el contrario, la comunidad de peces se distribuye en forma diferencial entre especies o tallas de hábitos costeros y especies del interior del ambiente.

El contenido de oxígeno del agua fue adecuado, los registros de pH fueron elevados, al igual que la concentración de nutrientes. La comparación con un amplio abanico de lagunas de la región pampeana muestra que Melincué es una laguna turbia, con agua de baja dureza y poca salinidad (máximo de 1,25 g/L). Esto explica la presencia de algunas especies nuevas en el zooplancton, ausentes en años anteriores cuando existía mayor salinidad y de una alta riqueza de peces, compuesta por 11 especies. La presencia de éstas últimas podría deberse a que, durante inundaciones extraordinarias como la sucedida en

los años 2000 y 2017, las cañadas, bajos y el canal, conectan cuencas, posibilitando el intercambio de organismos.

Se halló una baja concentración de clorofila-*a*, lo que refleja la escasa cantidad de algas en el fitoplancton, y también muy bajas densidades de zooplancton. Considerando todos los artes de pesca empleados en 2018, la mojarra cola roja (*Astyanax* sp.), el dientudo (*Oligosarcus jenynsii*) y el pejerrey (*O. bonariensis*), en ese orden, dominaron la comunidad íctica con una abundancia similar (todos aportaron más del 20 %, y representaron el 66,8 % de la captura total de peces. Considerando el peso (biomasa) de la ictiofauna, el pejerrey (36,4 %), la tararira (*Hoplias* cf. *malabaricus*) y el sabalito (*Cyphocharax voga*), totalizaron el 80 % del peso total de los peces capturados. Por su parte, en 2019, el escenario fue idéntico en cuanto a la riqueza de peces, pero aquí el dientudo, la mojarra *Astyanax* sp. y la mojarrita (*Cheirodon interruptus*) fueron las tres especies más numerosas, mientras que la tararira y el pejerrey fueron las que registraron la mayor biomasa (peso) del total de los peces capturados. En el caso del pejerrey, su numerosidad y biomasa en el segundo muestreo fueron de 7,4 y 23,0 % respectivamente. A través del IRI (Índice Relativo de Importancia), que incluye los porcentajes en peso y número de los peces capturados y la frecuencia de ocurrencia en los diferentes artes de pesca, se observaron marcadas modificaciones entre los dos muestreos, donde en el primero dominó el pejerrey y en el segundo las dos especies piscívoras que habitan en la laguna: dientudo y tararira.

Un resultado muy importante es la ausencia de la carpa (*Cyprinus carpio*) y del bagarito (*Parapimelodus valenciennis*), al menos con los artes de pesca utilizados; esto concuerda con la información suministrada por guías de pesca y guardafaunas.

La situación actual de la pesquería de Melincué se direccionaría a la calidad (no a la cantidad) de sus pejerreyes, aunque la producción de esta especie es muy pobre, en especial en peces de 1 a 3 años vida. La estructura de tallas del pejerrey determinada en este trabajo no es normal para una población, debido a que los ejemplares de menor talla, que serían los que deberían sumarse al stock pesquero en próximas temporadas, estuvieron escasamente representados en las capturas de ambos muestreos. Una posible explicación podría ser la migración de ejemplares juveniles y adultos desde la laguna hacia el canal aliviador, ya que, ante grandes crecientes (salvo extraordinarias), este canal actúa como un efluente artificial y punto de atracción para el pejerrey. Otra hipótesis que se plantea es la existencia de potenciales problemas reproductivos, ya que el estudio de septiembre-2018, realizado en momentos en que esta especie se hallaba iniciando el desove, mostró la existencia de mayor proporción de hembras, que alcanzaron el 80 % de los pejerreyes adultos. Otras causas pueden ser además, la presencia de numerosos predadores que se alimentan de pejerreyes en diferentes estadios de crecimiento y la baja densidad de zooplancton, su principal alimento, siendo este último uno de los aspectos más destacados. A ello, se debe agregar la mortandad que se registró en verano de 2019, si bien la misma no se pudo cuantificar con exactitud, habría afectado aún más a la merma de la población de *O. bonariensis*, que registró una sensible disminución en la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) del segundo muestreo.

La condición corporal del pejerrey fue buena en el primer muestreo (salvo en los peces de más de 370 mm de longitud estándar que son algo más flacos) y por debajo del estándar de la especie en marzo-2019. El crecimiento en longitud es algo bajo acorde a los 77 pejerreyes analizados en ambos muestreos; luego experimenta un cambio positivo quizá por las condiciones del entorno o por el cambio de alimentación. Si bien la dieta preponderante de *O. bonariensis* está compuesta por organismos del zooplancton, recurso compartido junto a otras especies de peces, los pejerreyes más grandes consumen peces.

La mitad de los pejerreyes presentaron parasitosis externa (*Lernaea cyprinacea*) en diferente grado de prevalencia en septiembre-2018, pero no revistió una situación preocupante debido a que no causó patologías secundarias, principalmente bacterianas; tampoco influyó sobre la condición corporal de los peces. En marzo-2019, las consecuencias de este parásito sobre la población de pejerrey se agravaron.

En las recorridas efectuadas durante el trabajo de campo del primer muestreo y en días posteriores al mismo, se observaron varias decenas de tarariras muertas en la costa, fenómeno advertido además en otros sitios de la laguna por guardafaunas, lo cual puede adjudicarse al efecto de las muy bajas temperaturas invernales. La reducción de pique del pejerrey durante la temporada 2018 se estima que estuvo asociada principalmente a los intensos fríos que provocaron una reducción de la temperatura del agua y consecuentemente de las necesidades metabólicas de los peces. La cantidad y calidad de pejerreyes capturados como parte de este estudio, efectuado con líneas de pesca por reconocidos guías, sumado a capturas hechas por algunos de ellos en los días previos, mostró coincidencia con los resultados obtenidos mediante las redes experimentales y avaló dicha hipótesis.

La determinación de la CPUE, hecha con redes especialmente diseñadas para estudios poblacionales de peces, mostró que la extracción de pejerrey por parte de la pesca recreativa ha sido elevada. En este sentido, la pobre oferta alimenticia de la laguna dada por la baja densidad del zooplancton, es un factor que potenciaría el pique de los peces.

Queda claro que si bien durante el primer muestreo el desove del pejerrey se estaba desarrollando con normalidad y acorde a la fecha y temperatura medida *in situ*, las ovas, alevinos y juveniles encuentran un escenario adverso dado por la disminución del nivel hídrico que pueden afectar el proceso de incubación de los huevos, la presencia masiva de predadores (mojarra, dientudo y tararira), el escaso zooplancton y la competencia por este alimento, tanto entre los mismos pejerreyes como entre especies diferentes. Dicha situación se manifestó en marzo-2019, donde las capturas de pejerreyes juveniles (es decir los nacidos en la primavera anterior) fue muy baja en diferentes sectores de la laguna, reflejo del bajo reclutamiento de la especie.

Entre las recomendaciones que surgen del presente trabajo hay que resaltar que la laguna Melincué, declarada sitio Ramsar y lindera a la localidad, constituye indudablemente una fortaleza desde el punto de vista ambiental. La percepción que la sociedad tiene sobre este lugar y los usos reales que hace, se relacionan con el sentido de pertenencia e identidad local que el inconsciente colectivo ha generado.

Es indudable que la gestión del ecosistema amerita un debate a través de diversos canales de diálogo que incluya a la ciudadanía y sus correspondientes autoridades, para conocer la diversidad de opiniones y sentimientos hacia este sitio. Esta mecánica permitiría establecer pautas de manejo acordes a diferentes objetivos planteados con anterioridad y a las necesidades actuales, que sean aceptadas por amplias mayorías, lo que estimularía y facilitaría su aplicación.

En este sentido, es una prioridad el manejo hídrico equilibrado de la cuenca, que permita mantener una cota que reduzca las posibilidades de inundaciones, protegiendo el casco urbano, pero manteniendo una adecuada cantidad de agua en la laguna. Esto último considerando la generación de empleo y movimiento económico genuino que provoca la laguna a través de la provisión de sus bienes y servicios, entre los cuales se destaca la pesca recreativa del pejerrey y en menor demanda, de la tararira durante la época estival.

El fomento de diferentes actividades náuticas como vela y remo puede constituirse, en los meses cálidos, en un atractivo turístico extra para la localidad de Melincué y no afecta mayormente al ecosistema. Por el contrario, la utilización de embarcaciones a motor, amerita un análisis más exhaustivo que se trata más adelante.

El presente trabajo, elaborado desde el ámbito técnico, revela diversos aspectos sobre la población de pejerrey en particular, las especies de peces acompañantes, otras comunidades (zooplancton) y calidad físico-química del agua; pero las decisiones políticas a tomar son exclusivas de la comuna de Melincué. Las medidas resultantes de esas decisiones deberían encuadrarse en un plan de gestión ambiental tendiente, si la comunidad lo decide así, a la utilización racional de los bienes y servicios que ofrece este ambiente. Se requiere de una mesa de diálogo con representantes o dirigentes de los diferentes usuarios del sistema (pescadores, guías de pesca, lugareños, propietarios de campos linderos, prestadores turísticos, organismos de protección ambiental provinciales y nacionales, técnicos y profesionales con diferente perfil, etc.).

Considerando que la inquietud que motivó el presente trabajo es el estado de la población de pejerrey dada su importancia como eje y punto de atracción de la laguna, fuente de recursos económicos y movilizador de la economía regional, desde el punto de vista técnico se recomienda:

- Establecer vedas totales (prohibir la pesca de costa y embarcada, incluso los fines de semana) con la intención de proteger el desove. Acorde al desarrollo gonadal del pejerrey conocido en otras lagunas de la región pampeana, el pico del desove se produce entre septiembre y noviembre. En Melincué se produce un segundo desove otoñal exitoso manifestado en el estudio técnico que debería ser considerado dada la aparente baja numerosidad de pejerreyes que se incorporaron a la población en los dos últimos años.
- Realizar resiembras de un número importante de pejerreyes, en lo posible de ejemplares juveniles y adultos. Esta medida se intentó a través de la captura de peces que habitan en el canal aliviador, pero en la práctica resultó muy difícil por lo que se tradujo en la reintroducción de muy pocos ejemplares. Posteriormente se iniciaron diversas gestiones

para realizar nuevas resiembras de pejerreyes, en esta ocasión provenientes de otras lagunas. Diferentes criterios respaldan a esta medida, la cual se discutió públicamente en la presentación del primer informe efectuado en el Hotel Casino de la localidad de Melincué, donde aún no se disponía de un análisis detallado de los resultados del segundo muestreo y que han quedado ahora aquí incluidos.

- Establecer un número máximo de piezas a extraer de la laguna. En función de las tallas trofeo obtenidas, el número puede ser dinámico y variable en función de los resultados de CPUE en número y peso por parte de líneas de mano, incluso fue muy bajo luego de la apertura oficial del pesquero en 2019. Del mismo modo, debería fijarse una talla mínima de captura de pejerrey, regulando el tamaño de anzuelo. Estas medidas no impactarían sobre el perfil del pescador deportivo, que para dicha laguna se orienta a la captura de peces de gran porte y no de cantidad de pejerreyes.
- Reforzar los controles para evitar la pesca clandestina comercial. Esta actividad, que ha sido detectada en los últimos años, actúa en desmedro de la población de pejerrey y de manera conexas, con la pesca deportiva cuyo movimiento socio-económico es mucho más relevante porque implica un número mucho más elevado de actores sociales.
- Extraer especies acompañantes dentro de un manejo integral. Por ejemplo, la pesca deportiva racional de la tararira (que representa una importante biomasa) en verano puede complementar la pesca de pejerrey de otoño-invierno. Del mismo modo, se sugiere advertir sobre las graves consecuencias que tiene la posible introducción de carpas por parte de pescadores deportivos, siendo este factor muy importante para el futuro del pesquero. Se sugiere elaborar cartelería al respecto.
- Solicitar a los pescadores deportivos que no liberen ejemplares de carnada (peces vivos) a la laguna una vez finalizada su jornada de pesca. De la misma manera, se recomienda no tirar o dejar las vísceras de los peces capturados en las orillas o en el interior de la laguna. Se sugiere la entrega de folletería informativa y cartelería. Se recomienda que los peces capturados tengan un correcto manejo desde su extracción hasta el consumo: cadena de frío, rápida evisceración y cocción adecuada.
- Realizar controles en puntos de embarque, en la laguna y su perilago, tanto de medidas de seguridad como de fiscalización de la actividad pesquera (registros programados de capturas). La presencia constante de personal destinado al cuidado de la laguna (guardafaunas), es muy acertada y favorece la implementación de las medidas de control y gestión de la pesquería.
- Implementar medidas de gestión tendientes a prevenir la fuga de peces por el canal de bombeo. La colocación en diferentes puntos cercanos de un sistema de rejas de distinto tamaño en forma de arco podría dar buenos resultados. En este sentido no hay una “receta” para cada laguna, pero su implementación podría ser muy importante para evitar la reducción del stock pesquero.

- Cuantificar económicamente la actividad y relevar datos de interés para la gestión del recurso pesquero. Esto permitiría dimensionar el impacto de la pesca para la elaboración de políticas y toma de decisiones sobre el ambiente.
- Se sugiere actualizar, mediante un censo, la información sobre la población de flamencos andinos ya que no fueron observados ejemplares durante las recorridas. Es posible que los cambios en el ecosistema puedan haber sido determinantes para la migración de estas aves hacia otros sitios más propicios. En este sentido, es oportuno agregar que es poco probable que la actividad pesquera haya tenido consecuencias directas sobre la población de dichas aves.

Es muy importante dejar en claro, que la información presentada refleja un estudio puntual realizado en septiembre-2018 y marzo-2019. Si bien el mismo fue bastante exhaustivo, integral y constituye uno de los primeros de la pesquería con un gran caudal de información del ecosistema Melincué, se puede considerar que es una “fotografía” de ambos meses. Por ello deberían realizarse nuevos estudios para cotejar los resultados en otras épocas del año que al menos contemple diferentes temperaturas y cotas de la laguna. Solo estos dos aspectos (habría muchos otros para enumerar), pueden influir de manera sustancial sobre el funcionamiento de las principales tramas tróficas y en las capturas con las diferentes artes de pesca, más aún dada la superficie que posee Melincué. Por otra parte, muchas observaciones en diferentes lagunas del centro de Argentina indican que las poblaciones de pejerrey se comportan de manera muy dinámica a lo largo del tiempo y pueden con el transcurso de los años experimentar variaciones importantes en su producción que repercuten de manera directa sobre las pesquerías. Un claro ejemplo de ello lo constituye lo sucedido en los últimos años previos a la realización de este trabajo, donde la pesquería tuvo su mayor esplendor.

Por último, los autores de este libro, agradecen a las autoridades de la Comuna de Melincué por haber confiado en el equipo de investigadores y puesto a disposición a personal de apoyo y embarcaciones apropiadas para la realización de los muestreos. De igual manera, expresan su agradecimiento a todas las personas, pescadores, guías de pesca y guardafaunas que colaboraron activamente en el desarrollo de trabajo de campo y que se detallan en la sección Agradecimientos. El conocimiento que poseen estas personas sobre la laguna fue clave para el diseño de los muestreos y a su vez, para tratar de reconstruir el historial del pesquero, el cual hasta la realización de este documento tenía muy poca bibliografía de base, principalmente en lo referente a la composición de la ictiofauna y a la biología del pejerrey.

Los autores quedan a disposición de las autoridades comunales o provinciales, vecinos de la región, guardafaunas, pescadores y guías de pesca para colaborar en la gestión integral del ecosistema estudiado.

Sobre los autores

El presente trabajo se redactó luego de la realización de un estudio interdisciplinario que realizaron diferentes docentes e investigadores de tres Universidades Nacionales. Los autores, realizan a diario diferentes trabajos en Ecología Acuática, Limnología y Biología Pesquera en la Universidad Nacional de Río Cuarto, de La Pampa y del Centro de la Provincia de Buenos Aires, a los que se sumó un alumno avanzado. A continuación, se detallan la formación académica de cada uno y su lugar de trabajo.

MANCINI, Miguel Alberto: *Médico Veterinario, Magíster en Acuicultura, Doctor en Ciencias Biológicas. Docente e investigador de la Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.*

GROSMAN, Fabián: *Licenciado en Biología, Magíster en Gestión Ambiental, Docente e investigador de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.*

DEL PONTI, Omar David: *Licenciado en Aprovechamiento de Recursos Naturales Renovables. Doctor en Ciencias Biológicas. Docente e investigador de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa.*

SANZANO, Pablo: *Médico Veterinario. Docente e investigador de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.*

SALINAS, Víctor Hugo: *Médico Veterinario. Docente e investigador de la Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.*

ECHANIZ, Santiago Andrés: *Licenciado en Ciencias Biológicas, Doctor en Ciencias Biológicas. Docente e investigador de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa.*

VIGNATTI, Alicia María: *Licenciada en Ciencias Biológicas, Doctora en Ciencias Biológicas. Docente e investigadora de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa.*

BERTORA, Andrea: *Profesora en Ciencias Biológicas. Becaria Doctoral de CONICET. Docente de la Facultad de Agronomía. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.*

CABRERA, Gabriela Cecilia: *Licenciada en Ciencias Biológicas, Doctora en Ciencias - Área Biología. Docente e investigadora de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa.*

REGIS, Lorenzo: *Estudiante avanzado de Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Río Cuarto.*

E-mail de contacto: grupopejerrey@gmail.com

La laguna Melincué (*Santa Fe, Argentina*) Rasgos históricos, limnología y biología pesquera



Miguel Mancini, Fabián Grosman, Omar Del Ponti, Pablo Sanzano,
Víctor Salinas, Santiago Echaniz, Alicia Vignatti, Andrea Bertora,
Gabriela Cabrera, Lorenzo Regis

I) MARCO INTRODUCTORIO

Considerando que el público lector del presente libro puede poseer una formación no especializada en el tema, la propuesta es una redacción en términos simples, sencillos, con definiciones en los casos requeridos, pero sin perder información de relevancia. Este tipo de enfoque constituye un desafío que merece ser abordado por los autores, ya que se considera que puede enriquecer al lector que desconoce acerca de la estructura y funcionamiento de las lagunas en general y puede posibilitar su acercamiento al tema a través del conocimiento de cuál es el estado de situación actual de la laguna Melincué.

Por otro lado, con la intención que este material también pueda ser utilizado por personas con formación técnica o científica, se incluyen descripciones detalladas de las diferentes acciones llevadas a cabo en los muestreos y en laboratorio que colaboren en la interpretación de la información recabada y permita compararla con futuros estudios y datos.

I.1. Las lagunas pampeanas

La región centro-este de la República Argentina posee una extensa superficie cubierta por ambientes acuáticos que incluyen una gran cantidad de bañados y lagunas. Estas últimas son un componente natural de la región pampeana y son muy abundantes en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, La Pampa, Santa Fe y San Luis. Las lagunas pampeanas están fuertemente influidas por diferentes situaciones hidrológicas que condicionan su estado, estructura y funcionamiento e incluso su propia existencia, ya que muchas lagunas pueden secarse o “inundarse”, modificando sus características físico-químicas y biológicas en forma notoria. Dangavs (2005), estimó que sólo en la provincia de Buenos Aires existen alrededor de 10.500 ambientes acuáticos mayores a 10 ha, pero información más reciente señala que en esta provincia existen 13.824 lagunas mayores a 10 ha de superficie, de las cuales más de 2.700 superan las 200 ha (Geraldí *et al.*, 2011).

Una importante proporción de las lagunas pampeanas se aprovecha intensamente como destinos turísticos y como pesquerías recreativas de pejerrey, situación que permite la obtención de una elevada biomasa de proteína cuyo destino es el consumo humano y genera a su vez, un movimiento social y económico de relevancia. A pesar de esto, las lagunas no fueron suficientemente valoradas por la sociedad a lo largo de la historia. Sin embargo, durante las últimas décadas, tanto el uso masivo por parte del público como el estudio científico-técnico de una gran cantidad de lagunas de la región pampeana, ha despertado mayor interés por los servicios ambientales que brindan, con un fuerte impulso dado por la pesca.

Desde el punto de vista ecológico, estos humedales poseen un extraordinario valor. Su importancia radica tanto en sus particularidades biológicas, dadas por una flora y fauna especializada y adaptada a estos ambientes, como por las funciones que llevan a cabo sus componentes bióticos (organismos). Constituyen un hábitat adecuado para el desarrollo de una elevada biodiversidad, tienen un importante papel como “depuradores naturales”, contribuyendo al mantenimiento de la calidad del agua y muchas se destinan a la pesca, a la práctica de deportes náuticos, al goce del paisaje y la realización de otras actividades recreativas (Grosman, 2008).

Estas lagunas (llamadas “pampeanas” o “pampásicas”), son lagos de llanura someros (de poca profundidad), con perfil en forma de salsera o sartén. El origen de sus cuencas, la superficie y las características físico-químicas del agua son muy variables. Desde un punto de vista químico, abarcan desde ambientes de aguas “dulces”, aquellos en las que la salinidad puede ser menor a 0,5 gramos por litro (*g/L*), conocidas como lagunas hipohalinas, amargas hasta muy saladas, aquellas que pueden tener más de 40 g de sales por litro (lagunas hiperhalinas) (Ringuelet *et al.*, 1967a; Dangavs, 2005; Díaz y Colasurdo, 2008; Diovisalvi *et al.*, 2015). Sin embargo, la salinidad no es un parámetro constante, ya que se relaciona fuertemente con el nivel del agua y sus cambios tienen efectos muy marcados sobre los organismos que habitan estas lagunas (Echaniz y

Vignatti, 2017). Así, la elevación de la salinidad por encima de un determinado umbral puede limitar la presencia de ciertas especies de peces y puede afectar positivamente la producción de pejerrey (Del Ponti, 2015; Mancini *et al.*, 2016a).

Otra característica de este tipo de ambientes es su condición de polimícticos, lo que implica la mezcla permanente de la columna de agua, sin que se produzcan fenómenos de estratificación (formación de estratos o “capas” de diferente temperatura en la masa de agua), o si existen son temporales. Ello se debe a la morfología de la cubeta, relativamente extensa pero de poca profundidad, lo cual determina que la turbulencia provocada por los vientos imperantes en la región facilite la mezcla del agua.

El pH suele ser neutro a alcalino, con valores entre 8 y 9, incluso superiores. La concentración de oxígeno también es muy variable y depende de diferentes factores entre los que se destacan la profundidad de la laguna, la concentración de algas o el grado de cobertura de la vegetación acuática, la acción del viento y la temperatura del agua. Esta variable, incluso puede presentar amplias variaciones a lo largo del día y en la propia columna de agua como producto del oxígeno aportado por la fotosíntesis de las algas y plantas y el consumido por las bacterias presentes en el sedimento (Echaniz *et al.*, 2009).

El funcionamiento de las lagunas pampeanas varía considerablemente y depende de diversos aspectos, entre los que se destacan la profundidad, existencia de comunicación entre ambientes (fenómeno conocido como “lagunas encadenadas”), origen del agua (de lluvias, aportes de algún curso de agua superficial o freáticos), tiempo de residencia del agua, concentración de nutrientes, actividades que se desarrollan en su cuenca, presencia de plantas acuáticas flotantes, sumergidas o emergentes y la resuspensión del sedimento especialmente en zonas ventosas.

Debe destacarse la existencia de ciclos de sequía-inundación que se reflejan en el funcionamiento de las lagunas, ya que modifican notablemente su superficie y profundidad, como bien ha sido documentado en la laguna Melincué (Peralta, 2017). Estos cambios en el volumen de agua repercuten en la calidad de la misma, produciendo aumentos o disminuciones de su salinidad y agravamiento del grado de eutrofización. Pueden provocar o inducir floraciones o explosiones algales (también llamados “blooms”) y afectar la salud de los peces (Licoff, 2008; Volpedo *et al.*, 2009) y de otros animales como aves (Mancini *et al.*, 2010a) o mamíferos incluyendo el ganado. Sumado a ello, las oscilaciones naturales del nivel de agua (cambio de cota por exceso o déficit hídrico), afectan positiva o negativamente, acorde a cada grupo biológico, el hábitat, la supervivencia y la reproducción de algunas aves como el flamenco austral (*Phoenicopterus chilensis*) y el andino (*Phoenicoparrus andinus*) (Reati *et al.*, 1997; Romano *et al.*, 2014), a peces como el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), por ejemplo sobre su desove, la tararira (*Hoplias* sp.) y la carpa (*Cyprinus carpio*) por el incremento de la salinidad. Si bien no hay indicios concluyentes que muestren una relación directa entre el rango de salinidad del agua y la intensidad de cría del flamenco austral (Bucher, 2006), es más frecuente de observar esta situación en aguas salobres.

También ejercen gran influencia en la dinámica de las lagunas pampeanas algunas interacciones entre los organismos que forman parte de las tramas tróficas, tales como el

pastoreo o predación de algunos animales (por ejemplo, del zooplancton) sobre las algas y la presencia o ausencia de algunas especies de peces. En este sentido, dos ejemplos de gran importancia en el funcionamiento de las lagunas pampeanas son el pejerrey y la tararira, ya que estas especies se alimentan con preferencia de zooplancton y peces respectivamente.

I.2. Los nutrientes y el estado trófico de las lagunas pampeanas

El fósforo (P) y el nitrógeno (N) son nutrientes esenciales para los organismos vivos porque forman parte de sustancias de gran importancia biológica (ácidos nucleicos, proteínas, etc.). En los ecosistemas acuáticos, son absorbidos por los productores primarios, directamente del agua en el caso de fitoplancton o macrófitas (plantas acuáticas) flotantes o desde los sedimentos en el caso de algas bentónicas o macrófitas enraizadas, desde donde pasan al resto de la red trófica (Echaniz y Vignatti, 2013). Los nutrientes pueden actuar como limitantes para la síntesis de materia orgánica por parte de los organismos fotosintetizadores. Cuando la abundancia y biomasa de los organismos de los primeros niveles tróficos de un ecosistema, es decir las algas, es alta, probablemente ocurra lo mismo en otros componentes bióticos: zooplancton y peces.

La concentración de nutrientes en el agua es variable y el P es uno de los principales responsables del estado trófico de un ecosistema. Bajas concentraciones determinan ambientes oligotróficos, con baja productividad biológica y alta transparencia del agua. Por el contrario, altas concentraciones de P determinan cuerpos de agua eutróficos, en los que la alta productividad biológica generalmente provoca baja transparencia debido a la gran densidad de algas que presentan (Echaniz y Vignatti, 2013).

En general, los ambientes acuáticos pampeanos poseen un estado trófico elevado, dado principalmente por concentraciones muy altas de nutrientes. A modo de ejemplo, en lagunas de la cuenca superior del río Salado, Quirós *et al.* (2002) registraron concentraciones máximas de PT (fósforo total) y NT (nitrógeno total) cercanas a 8 mg/L y 28 mg/L respectivamente. Esto se relaciona con la alta fertilidad de los suelos de esta región y las intensas actividades agrícolas llevadas a cabo en las cuencas (Quirós *et al.*, 2002).

I.3. La fisonomía de las lagunas pampeanas y su relación con los organismos

Las lagunas pampeanas también pueden presentar distintas características relacionadas con la transparencia y el color del agua. Algunos ambientes considerados "claros", tienen agua relativamente transparente, lo que implica que la luz del sol puede penetrar a mayor profundidad o hasta el fondo del ambiente. Esto hace que ofrezcan condiciones favorables para el desarrollo de plantas acuáticas, las que pueden llegar a cubrir una importante superficie del cuerpo de agua (Quirós *et al.*, 2002). Por el contrario, las lagunas "turbias" son aquellas en las que el agua presenta escasa transparencia, frecuentemente inferior a 40-50 cm medido con el disco de Secchi (ver sección

Metodología). Suelen presentar una mayor concentración de nutrientes y una elevada productividad orgánica. En estas lagunas la luz del sol no suele llegar al fondo, lo que implica que las hidrófitas enraizadas tienen limitado su desarrollo y el crecimiento vegetal es dominado por las algas del fitoplancton (Quirós *et al.*, 2002), lo que les confiere un color verde de mayor o menor intensidad.

Si bien se considera que la condición de aguas claras fue la que tuvo la mayoría de las lagunas pampeanas antes del inicio de las explotaciones agropecuarias modernas (Quirós *et al.*, 2002), dichos ecosistemas pueden cambiar naturalmente de estado y pasar de aguas claras a turbias y viceversa. Esto puede producirse como consecuencia de procesos externos o internos al cuerpo de agua, como inundaciones, invasiones biológicas que alteran el funcionamiento de las tramas tróficas, explosiones demográficas, sequías, ingresos de nutrientes o fertilizantes de uso agrícola o industrial. Los cambios mencionados no siguen patrones regionales, de forma que las variables físico químicas y biológicas de calidad de agua pueden incluso ser diferentes en ambientes muy próximos entre ellos (Díaz y Colasurdo, 2008; Mancini *et al.*, 2009a), en especial si los mismos no están comunicados, lo mismo que las variaciones que puede presentar la concentración de nutrientes y de clorofila-*a* (un indicador de la cantidad de algas) (Izaguirre *et al.*, 2014).

Existe un segundo tipo de lagunas turbias con agua de escasa transparencia, pero la turbidez puede estar causada por componentes inorgánicos (arcillas, sedimentos en suspensión) (Quirós *et al.*, 2002) u orgánicos provenientes de carbono orgánico disuelto (ácidos húmicos y fúlvicos) (Sobek *et al.*, 2007). En estos casos, las aguas adquieren un color opaco, amarillento, amarronado o grisáceo acorde a la composición.

I.4. La modificación antrópica de las lagunas pampeanas y sus cuencas

Con el propósito de incrementar la superficie de cultivo agrícola, en algunas regiones se han realizado drenajes de lagunas en forma artificial, mediante la construcción de canales. Esto provoca que la abundancia y tamaño de estos ambientes tienda a disminuir y en algunos casos han causado la desaparición de una importante superficie de humedales (Blarasin *et al.*, 2004; Miatello y Casañas, 2005; López *et al.*, 2013). Las obras que se realizan tanto para mitigar el efecto de las inundaciones como para mejorar la producción agroganadera, repercuten en el funcionamiento de muchas lagunas, lo cual, sumado al uso excesivo de agroquímicos (pesticidas y fertilizantes), constituyen una seria amenaza para el equilibrio de estos frágiles ecosistemas acuáticos, con potencial riesgo para el mantenimiento de la biodiversidad.

Por su parte, las canalizaciones hechas por el hombre actúan como vías de movilidad y permiten el desplazamiento de peces entre los diferentes ambientes que componen el humedal, al punto que en ciertos momentos del año, estos canales son aprovechados de manera intensa para realizar pesca recreativa. La mayoría de las especies de peces son atraídas por el movimiento del agua y los efluentes actúan como puertas de salida, así como los afluentes como medios de ingreso y colonización. Ante eventos extraordinarios, el sentido de la corriente de un canal puede revertirse; esto ha sido observado en lagunas

bonaerenses (por ejemplo en Monte) y en el caso de Melincué en la inundación de 2017. Este es un hecho a considerar en la gestión de estos ambientes, ya que suelen existir obstáculos que impiden el desplazamiento de los peces. En el caso del pejerrey bonaerense los ejemplares que van “aguas abajo”, salvo raras excepciones, difícilmente vuelven “aguas arriba”. Otras especies de peces paranoplatenses, realizan una migración reproductiva aguas arriba con la capacidad de nadar en ambos sentidos de la corriente, como ha sido observado con el sábalo (*Prochilodus lineatus*) en lagunas del sur de Córdoba (Mancini, *datos no publicados*).

I.5. El plancton

Entre los seres vivos que habitan un ecosistema acuático, el plancton es la comunidad integrada por organismos de tamaño pequeño (hasta unos pocos mm), que vive suspendida en la masa de agua. Pueden tener movimiento propio, pero, dado su pequeña talla, su movilidad no alcanza a contrarrestar la fuerza de la corriente (Cole, 1988; González de Infante, 1988). El plancton posee dos componentes estructurales básicos: el fitoplancton, constituido por organismos fotosintetizadores de tamaño microscópico, y el zooplancton, que es la fracción integrada por algunos protistas heterótrofos (organismos unicelulares, antiguamente denominados “protozoos”) y pequeños animales (Margalef, 1983). En un esquema muy simplificado, el fitoplancton es predado (consumido) por el zooplancton.

Una de las características funcionales de esta comunidad es una elevada tasa de reposición o “turnover”, condición que permite sostener cadenas tróficas donde los predadores logran mayores biomásas, conformando las conocidas pirámides “invertidas”.

El zooplancton es un componente ecológico clave debido a su posición relativamente intermedia en las tramas tróficas y por lo tanto transfiere la energía desde el eslabón o nivel trófico más bajo (fitoplancton, además de bacterias y partículas detríticas), hacia un componente superior, principalmente los peces como es el caso del pejerrey.

En los ambientes epicontinentales como las lagunas pampeanas, el zooplancton está compuesto especialmente por protozoos, rotíferos, cladóceros (“pulgas de agua”) y copépodos y la diversidad de especies de cada grupo puede variar en función de la salinidad, el estado trófico del sitio o por la presencia de depredadores que se alimenten preferencialmente de algunos integrantes del zooplancton, entre ellos aves y/o peces.

El zooplancton es una parte de la comunidad muy influido por variables ambientales y biológicas. Entre las primeras, se cuenta el efecto de la salinidad (los sistemas más salinos suelen tener menos especies), el tamaño del cuerpo de agua (lagunas más grandes suelen tener más especies), la heterogeneidad ambiental (dada por vegetación acuática, rocas o accidentes geográficos), la temperatura, el pH (Kobayashi, 1997; López-González *et al.*, 1998; Hobæk, *et al.*, 2002; Hall y Burns, 2003) y el uso de la tierra en la cuenca (Dodson *et al.*, 2007). Entre las variables bióticas puede mencionarse el efecto de la disponibilidad y calidad de los recursos alimentarios y la depredación por parte de vertebrados e invertebrados (Lampert y Sommer, 1997; Khan *et al.*, 2003; Chang *et al.*,

2004; Boveri y Quirós, 2007; Manca *et al.*, 2008). Las oscilaciones naturales estacionales de la cantidad de zooplancton en una misma laguna o diferencias en la abundancia entre ambientes, puede incluso tener una marcada influencia sobre el pique del pejerrey (Grosman, 1995a).

I.6. Los peces

Entre los peces continentales del centro de la República Argentina y más precisamente de las lagunas pampeanas, el pejerrey (*O. bonariensis*) es la especie de mayor demanda, la más popular y buscada por la comunidad pesquero-deportiva. El atractivo especial que ejerce sobre los pescadores recreativos y la excelente calidad de su carne, generan un vasto movimiento socio-económico a nivel nacional, del cual se benefician directa o indirectamente un gran número de personas que se asocian con esta actividad y que contribuye a movilizar las economías regionales (Mancini y Grosman, 2008; Mancini *et al.*, 2016a). Durante la época estival pero en menor medida, en las lagunas pampeanas también se capturan otras especies como la tararira (*Hoplias* sp), el bagre negro (*Rhamdia quelen*), el bagre blanco (*Pimelodus albicans*) y la carpa (*C. carpio*), siendo esta última la que puede alcanzar los mayores portes de todas las especies nombradas.

El pejerrey habita aguas con diferente grado de salinidad, incluso semejante o superior a la del mar que contiene aproximadamente 35 g/L. Su gran plasticidad o capacidad para poder adaptarse a situaciones ambientales disímiles, le ha permitido tener en la actualidad una amplia distribución en nuestro país producto de innumerables siembras realizadas por entidades oficiales y por privados. Se encuentra en ríos, lagunas y embalses e incluso ha sido sembrado con éxito en humedales antrópicos como cavas, pequeñas lagunas y lagos urbanos (Mancini *et al.*, 2018), de una gran parte de la región centro-norte de Argentina. El pejerrey se alimenta preferentemente de zooplancton en los primeros años de vida (Grosman, 1995a), pero al crecer tiene la capacidad de incorporar peces a su dieta transformándose en ictiófago o piscívoro, incluso consumiendo especímenes de su misma especie (canibalismo) y pasan a ser su alimento principal en ambientes de baja diversidad de peces (Mancini *et al.*, 2009b).

Cuando el zooplancton es escaso consume presas alternativas (restos vegetales, larvas de insectos, insectos, pequeños caracoles, camarones, entre otros). Por ello, conocer el estado o composición de la comunidad zooplanctónica, es relevante ya que la cantidad y calidad del zooplancton de las lagunas pampeanas al igual que los anteriores parámetros mencionados, también varían considerablemente en cuanto a composición, cantidad o densidad, debido a migraciones horizontales, verticales, predación, tamaño y estacionalidad, entre otros aspectos. Asimismo, la estructura de las algas (cómo está conformado el fitoplancton o qué especies lo componen), también posee incidencia marcada en la comunidad zooplanctónica.

I.7. Las aves

Además de los peces, el plancton y las plantas acuáticas, existen otras comunidades de relevancia como el bentos, formado por organismos que viven vinculados al fondo de la laguna (en el presente trabajo no fue abordado). Otro componente biológico de relevancia lo integran las aves. Muchos ambientes son utilizados por diferentes especies para desarrollar distintas etapas de su vida, lo que hace que sean un componente ecológico importante y forman parte del aspecto recreativo o estético.

La presencia de una gran diversidad y abundancia de aves constituye un aspecto clave, al punto que determina la protección de algunos ambientes acuáticos, como es el caso de la laguna Melincué, donde la presencia del flamenco andino (*P. andinus*), fue el principal motivo para su designación como sitio Ramsar (Romano *et al.*, 2014). Con un buen manejo que proteja a ésta y otras especies, el avistaje de aves se puede constituir en otra alternativa turística para Melincué.

Las aves como grupo zoológico también se relacionan con el resto de los componentes del sistema, ya que hay aves herbívoras, que se alimentan de vegetación o sus semillas como patos, cisne cuello negro (*Cygnus melancoryphus*) y las gallaretas del género *Fulica* (aunque estas últimas completan su alimentación con algunos invertebrados), otras se alimentan de peces como el macá grande (*Podiceps major*) y el biguá o cormorán (*Phalacrocorax brasiliensis*); en el caso de los flamencos, filtran reteniendo algas fitoplanctónicas, crustáceos del zooplankton y del fondo (Polla *et al.*, 2018). Las gaviotas (*Larus spp.*) son oportunistas y poseen un amplio y variado espectro alimenticio. En el caso de las aves que se alimentan de peces, sus efectos sobre estos últimos pueden ser muy marcados, no sólo por el consumo de los mismos sino también porque algunas aves como el biguá intervienen en el ciclo biológico de ciertos parásitos que afectan a distintas especies de la fauna de peces, incluido el pejerrey (Biolé *et al.*, 2012; Mancini *et al.*, 2014; 2016a).

II) RASGOS HISTÓRICOS

Importancia y características de la laguna Melincué desde un enfoque ecosistémico

II.1. La laguna, su calidad de agua e importancia en la biodiversidad

Existe una serie de antecedentes bibliográficos sobre la laguna Melincué (no así sobre su ictiofauna), que posibilitan realizar una síntesis de las principales características del lugar, en algunos casos con cierto grado de misticismo, que resultan útiles para interpretar el estado actual de situación del ambiente (Figura 1).



Figura 1. La laguna de Melincué posee un rico historial que intenta reflejarse de manera sintética en el presente capítulo (Imágenes suministradas por Maximiliano Cykowitz e Iván Crespo).

Melincué, ubicada en el departamento General López al sur de la provincia de Santa Fe, constituye un humedal de relevancia regional y continental. El sistema en su conjunto conforma una cuenca endorreica, donde numerosas cañadas encauzan los aportes hacia un espejo de agua cuya superficie puede superar las 14.000 ha. Pertenece a la cuenca Parano-Platense y junto a otras grandes lagunas como La Picasa y Villa Cañas, conforman una importante superficie de agua con tradición pesquera, en especial de pejerrey. En particular, La Picasa ha tenido altos rendimientos de pesca comercial (Mancini *et al.*, 2016a), aunque existen algunos problemas interjurisdiccionales al compartirse el manejo del espejo de agua y su cuenca entre tres provincias. Asimismo, la situación de las inundaciones de la región que afectan a la actividad agrícola-ganadera,

generando desbordes, cortes de rutas e inundaciones urbanas, es también trasladable y comparable a la situación de Melincué.

Melincué es un lago polimítico, con mezcla permanente de agua y por lo tanto sin estratificación térmica o química definida (Romano *et al.*, 2014), es decir que posee una temperatura uniforme en la columna de agua, característica común de las lagunas pampeanas (Quirós *et al.*, 2002), debido a la combinación de baja profundidad y a la acción de mezcla por la presencia de viento (Guerra *et al.*, 2015).

Su origen es tectónico (Benzaquén *et al.*, 2017) y se han reportado profundidades media y máxima de 3,2 y 5,4 m cuando el área de la laguna era de 4.820 ha (Quirós, 2004), sin embargo, cuando la laguna alcanza su área máxima y de acuerdo a las cotas registradas, podría superar 7 m de profundidad.

La Figura 2a muestra las variaciones de la superficie entre 1985 y 2016 en base a las imágenes satelitales disponibles en Google Earth que permiten observar la dinámica de Melincué; la Figura 2b, tomada de un informe de la consultora Fiume Ingeniería¹, grafica la variación desde 2013 con 5.680 ha hasta septiembre de 2017 en que incrementó su superficie a 14.304 ha o sea 2,5 veces en ese corto periodo.

Como el aumento de la superficie se debe a un ingreso de agua que además incrementa la cota de la laguna, Peralta (2017), estudió las relaciones entre el nivel del agua y las precipitaciones. Así, se comprueba que la contracción de la superficie y el descenso de la cota que Melincué tuvo a fines de la década del '80 se debieron a un ciclo relativamente seco, con escasas precipitaciones. Inversamente, el incremento de superficie y nivel del agua a fines del '70 y comienzos del 2000, se asociaron a un período de precipitaciones elevadas (Figura 3).

La información aportada por diversos autores revela que las marcadas modificaciones temporales del área, repercuten en las características químicas y biológicas de Melincué (Córdoba *et al.*, 2014), en especial sobre su conductividad y/o salinidad. La Tabla 1, ordenada cronológicamente, presenta la variación de dichos parámetros y la fuente de donde se obtuvo la información. Si bien diferentes personas mencionaron que a lo largo de la historia Melincué tuvo una elevada salinidad, no hay registros superiores a 10 g/L de sal de acuerdo a los antecedentes escritos que se encontraron.

Como se mencionó con anterioridad, la laguna Melincué exhibe marcadas variaciones de la superficie. Dicha situación permite observar cuando disminuye la profundidad, particulares objetos sumergidos como postes, molinos, árboles secos, implementos agrícolas, restos de grandes pejerreyes e incluso rutas, que manifiestan la dificultad y el riesgo que representa navegar con embarcaciones a motor sin un conocimiento detallado del espejo de agua (Figura 4).

Estas variaciones no sólo han influido en la dinámica de las comunidades biológicas, sino también sobre el grado de aprovechamiento turístico, que tuvo como principal ícono al

¹. <http://www.fiumeingenieria.com/publicaciones.html>.

hotel Balneario Melincué, que fue en una época un polo de atracción nacional visitado por cerca de 30.000 personas por semana en busca de las propiedades del agua y atraídos por la presencia de famosos artistas de la época que asistían al lugar.

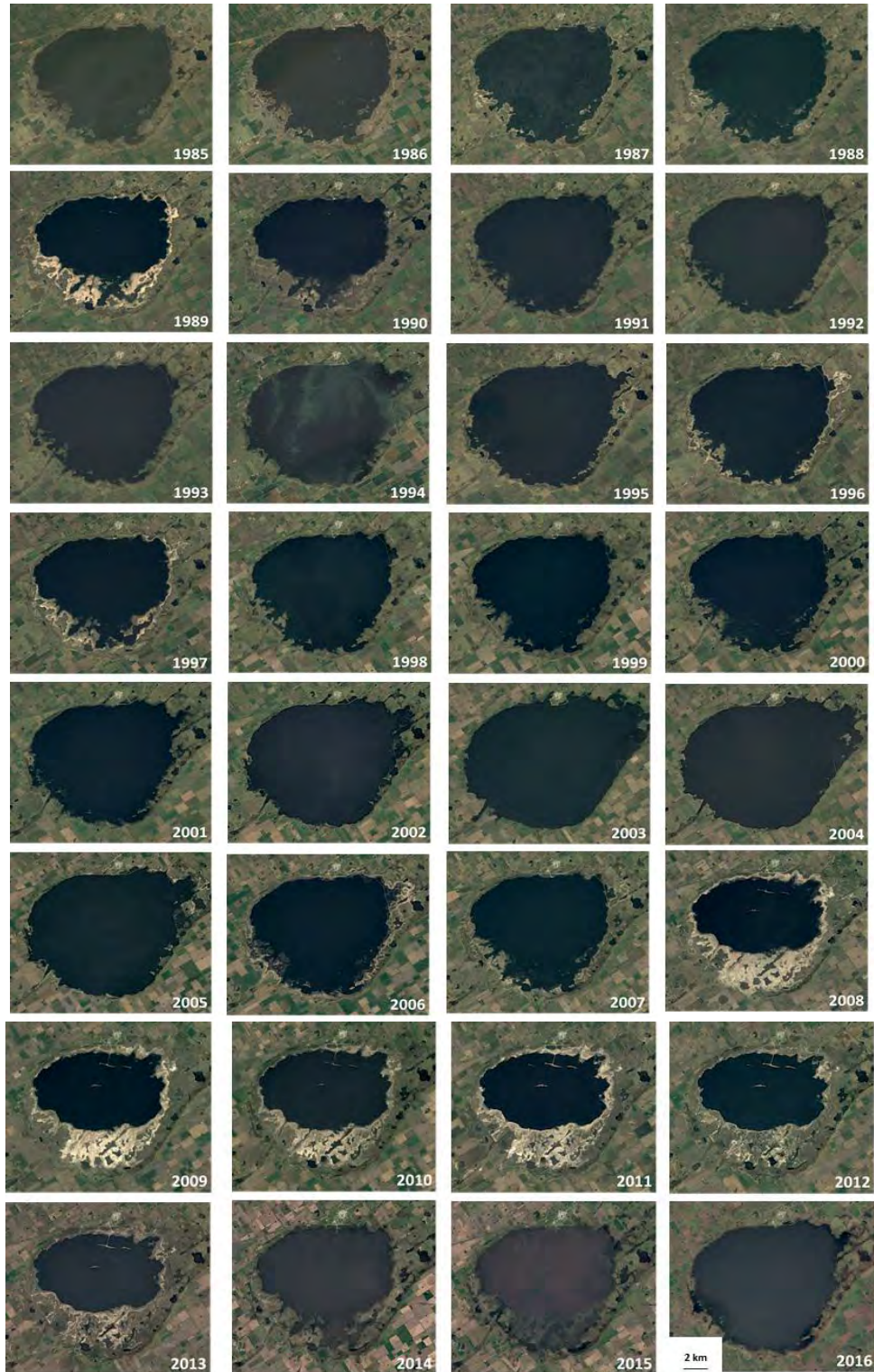


Figura 2a. Imágenes satelitales tomadas de Google Earth desde 1985 a 2016 que muestran las modificaciones de la superficie de la laguna Melincué.

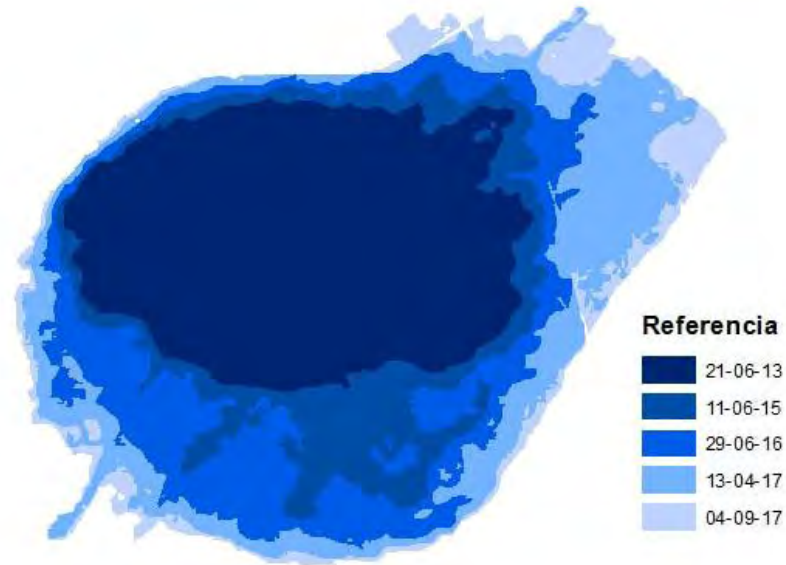


Figura 2b. Incremento de la superficie de Melincué entre junio de 2013 a septiembre de 2017.

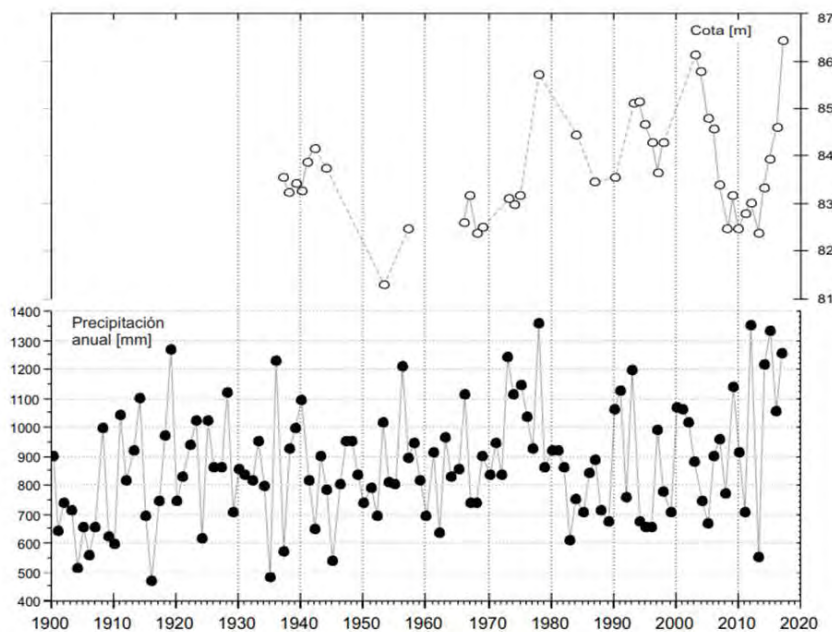


Figura 3. Hidrograma y precipitaciones en Melincué (tomado de Peralta, 2017).

Dado que las aguas de Melincué eran consideradas mineromedicinales y aptas para usos terapéuticos, al punto que por su calidad fue incluida en el listado de ambientes de este tipo de Argentina (San José Rodríguez, 2008), la intención de los dueños del hotel fue explotar las prácticas de baños termales, balneoterapia, fangoterapia y la tranquilidad del lugar ubicado lejos de centros urbanos. Por la realización de estas prácticas tan populares en la década del '40, en especial debido a las propiedades del fango, al que se le atribuyen propiedades curativas (Bucher y Bucher, 2006), se asocia a Melincué con la

laguna Mar Chiquita (provincia de Córdoba). Ambas comparten la existencia de hoteles emblemáticos (el famoso Hotel Viena en terreno cordobés). El hotel de Melincué que contaba con servicios de categoría, no soportó los inconvenientes de varias inundaciones (1941 y 1975), hasta que en 1980 quedó finalmente bajo el agua (Wikipedia²).

En la Figura 5 se pueden observar algunas imágenes que reflejan claramente las marcadas oscilaciones de la superficie que experimentó la laguna, diferentes momentos de la vida del Hotel Balneario Melincué y algunas obras realizadas para contener el avance del agua a la localidad. En la actualidad, la historia y la observación de las ruinas de este hotel se ha constituido en un interesante atractivo turístico para las personas que visitan la zona (Figura 6).

Ambas lagunas mencionadas se asocian también porque comparten su génesis u origen y porque constituyen un importante hábitat de aves acuáticas (Bucher, 2006; Romano *et al.*, 2014; Romano *et al.*, 2015). Se desprende que Melincué es relevante como hábitat de diversas aves, al punto que la elevada cantidad y diversidad es indicada como un fenómeno biológico destacado entre los humedales de Argentina (Canevari *et al.*, 1999). En especial, la presencia del flamenco andino (*P. andinus*), la más rara de las cinco especies de flamencos a nivel mundial y categorizada como “vulnerable” por la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN), justificó que en 2008 se designara a Melincué como un sitio Ramsar. El objetivo prioritario fue la conservación de esta especie y contar con una reserva provincial de usos múltiples para preservar el ecosistema de asentamiento y nidificación de una gran cantidad de especies de aves acuáticas (Marconi, 2010; Benzaquén *et al.*, 2017).

Esta designación significa que Melincué está incluida en la Lista de Humedales de Importancia Internacional (“Lista Ramsar”) porque cumple con algunos de los criterios tales como ser un tipo de humedal representativo, raro o único o abarcar los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica. La convención Ramsar tiene por misión “*crear y mantener una red internacional de humedales que revistan importancia para la conservación de la diversidad biológica mundial y para el sustento de la vida humana a través del mantenimiento de los componentes, procesos y beneficios/servicios de sus ecosistemas*”. En la actualidad, la Lista de Ramsar es la red más extensa de áreas protegidas del mundo sumando más de 2.200 sitios (<https://www.ramsar.org/es/humedal/argentina>). Esta nominación genera un mayor compromiso en la gestión y conservación de los humedales por parte de los organismos a cargo del manejo de los ecosistemas, mediante la suscripción de convenios nacionales e internacionales. En este contexto, administradores e investigadores plantearon la necesidad de profundizar el conocimiento sobre el funcionamiento de la laguna Melincué y su cuenca y documentar su variabilidad a distintas escalas temporales (Romano *et al.*, 2014).

² https://es.wikipedia.org/wiki/Hotel_Balneario_Melincué

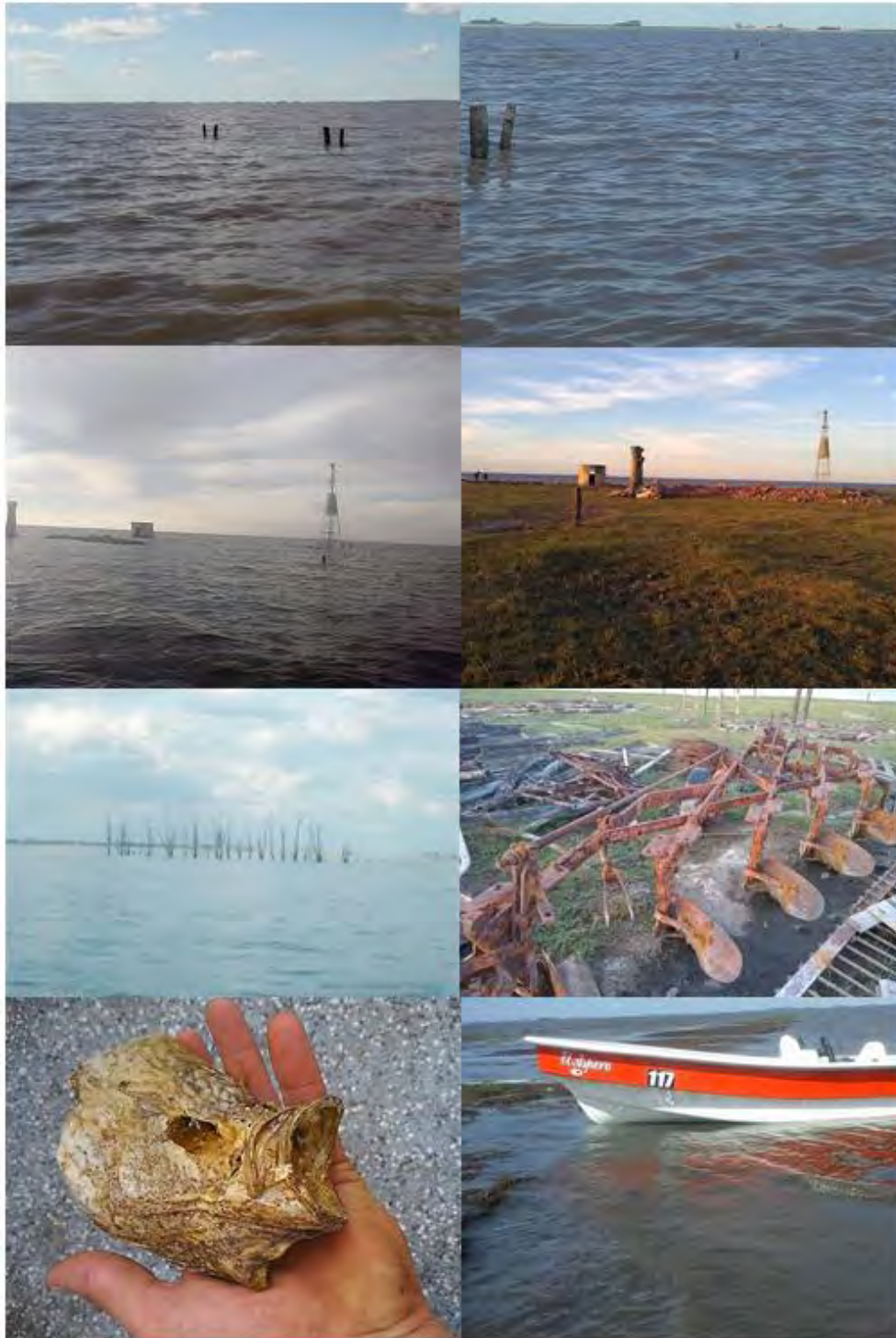


Figura 4. Imágenes elocuentes de las “subas y bajas” que experimenta la laguna Melincué y diferentes objetos encontrados en periodos de reducida superficie (obsérvese los grandes restos de pescado que confirman la talla de los pejerreyes de Melincué). Imágenes suministradas por Maximiliano Cykowitz y Hugo Toscano).

Tabla 1. Datos históricos (aproximados) y fuente de la información sobre las características físico-químicas del agua de la laguna Melincué.

Año	Salinidad g/L	Conductiv. uS/cm	pH	Secchi cm	Turbidez NTU	Fuente
1939	2,2/5,3					Agua Prov. Santa Fe*
1951	9,9					Inst. Exp. e Investig.* ¹
1960	7,9					Dir. Nac. Geología*
1964	2,7		7,8			MAYG* ^a
1967	9,8					MAYG* ^{2a}
1970	6,5	9.590	8,5			INALI* ³
1979	3,1		9,1			Pasotti <i>et al.</i> , 1984
1985		6.700		15		Baigún y Anderson, 1994
1987		6.002				O.S.N. Nación**
1989	8,4	12.600	9,6		25	D.P.O. Sanitarias
1989	8,9	12.400	9,7		25	D.P.O. Sanitarias
2005	3,9	7.800	9,0/9,8			Romano <i>et al.</i> , 2014
2005	5,5		10,2		98	Comuna Melincué
2007		5.460	9,3			Derlindati, 2008
2008		8.800				Romano <i>et al.</i> , 2014
2009		8.400				Romano <i>et al.</i> , 2014
2009	7,0	7.600	9,6		29	Battauz <i>et al.</i> , 2013
2010	3,6					Battauz <i>et al.</i> , 2013
2010	2,0					Battauz <i>et al.</i> , 2013
2010		6.000	9,4/9,7			Romano <i>et al.</i> , 2014
2011		6.200	9,4			Romano <i>et al.</i> , 2014
2011	2,1	3.600	9,4			Guerra <i>et al.</i> , 2015
2012		6.000				Romano <i>et al.</i> , 2014
2013	2,1	3.630	9,5		29	Guerra <i>et al.</i> , 2015
2013		6.300	9,6			Romano <i>et al.</i> , 2014
2014	1,5	2.250	8,8			Laboratorio privado* ⁴
2014	1,7	2.550	9,1			Laboratorio privado* ⁵
2015		1.780				Gobierno de Santa Fe ⁶
2016		2.206	8,6			Gobierno de Santa Fe ⁶
2016	1,0					Berasain, 2016

*Datos suministrados por el Sr. Alejandro Fernández. ** Datos suministrados por la Sra. Juliana Cagrandi. (a) Bomba de la comuna. (1) No contiene yoduros. Ausencia de yodo. (2) Iodo positivo. (3) Dureza 24,1 ppm de CO₃Ca. (4) Agua de perforación, dureza 18 ppm de CO₃Ca. (5) Dureza 42 ppm de CO₃Ca. (6) Valores promedio sectores este – oeste de la laguna; Web: www.santafe.gov.ar.



Figura 5. Antes y después de la construcción del Hotel Balneario Melincué, la laguna registró marcadas variaciones de la superficie e inundaciones que afectaron vías de comunicación y a la propia localidad. Durante la última (año 2017), se realizaron ingentes esfuerzos para detener el ingreso de agua a la localidad. Fotografías suministradas por guardafaunas de Melincué.



Figura 6. Las ruinas del viejo Hotel Balneario Melincué, una impronta de la laguna.

Diferentes aspectos geológicos y de la cuenca fueron estudiados por varios autores quienes determinaron la dinámica hidrológica y ambiental que ha tenido este ambiente durante el último milenio y los cambios evidenciados a partir del gran “salto hidrológico” ocurrido durante la década de los `70 en el sudeste del continente sudamericano (Iriondo, 2011; Bondaz *et al.*, 2012; Guerra *et al.*, 2015). Este último proceso, que se caracterizó por un incremento notable de las precipitaciones, ha sido uno de los mayores saltos hidrológicos ocurridos en ambientes continentales a nivel global (Córdoba *et al.*, 2014). Como dato histórico, es importante remarcar que en el primer mapa de Félix de Azara fechado en 1796, el fuerte de Melincué figuraba entre dos pequeñas lagunas, al igual que en 1921 cuando el cuerpo de agua quedó dividido en dos partes luego de una sequía regional importante (Pasotti *et al.*, 1984; Iriondo, 2011). Otros datos indican además que hace muchas décadas se agotó el agua de la sección menor, llamada por entonces “laguna chica” que se situaba al norte de un albardón (Castellanos, 1924).

Esta información, que será comparada y discutida en la sección sobre características físico-químicas del agua, permite conocer la dimensión del crecimiento paulatino de la superficie que tuvo la laguna desde los primeros registros disponibles y que han quintuplicado el volumen de agua (Pasotti *et al.*, 1984; Iriondo, 2011; Romano *et al.*, 2014); esta situación vincula la necesidad de un ordenamiento territorial tanto de la cuenca como también del aporte directo de agua hacia la laguna (Peralta, 2017). Por su parte, el área que ocupa y la disminución de la salinidad del agua pueden influir sobre el hábitat de determinadas especies de vertebrados como peces y aves (además de otros grupos biológicos), como ya fue mencionado.

II.2. Limnología y biología pesquera de Melincué

Los estudios limnológicos existentes son escasos, lo cual resulta contradictorio dada la gran superficie que ocupa la laguna y su importancia como pesquería. Esta situación es una de las características de la mayoría de las lagunas pampeanas donde los registros son reducidos o directamente inexistentes.

La laguna Melincué se ha caracterizado por su baja transparencia del agua debido a los altísimos niveles de turbidez inorgánica (Quirós, 1989; Córdoba *et al.*, 2014); dichos autores reportan una muy baja productividad orgánica fitoplanctónica. Quizá el registro bibliográfico más relevante para el presente trabajo como antecedente de las condiciones ecológicas, sea el informe de Quirós *et al.* (1988), que junto al trabajo de Baigún y Anderson (1994), incluyen a este ambiente en un estudio de diferentes lagos y lagunas de la República Argentina (ambos utilizaron la misma base de datos = ARLARE). Los registros tomados en 1985 y 1986 sobre calidad de agua, indican una transparencia de apenas 15 cm (medida con un disco de Secchi como el de la Figura 7), 6.700 uS/cm de conductividad, 7.912 mg/m³ de fósforo total (PT), 47,5 me/L de alcalinidad, 5,71 mg/m³ de clorofila-*a* y una biomasa muy baja de macro y microzooplancton (copépodos y cladóceros *vs.* rotíferos respectivamente) al comparar Melincué con el resto de las lagunas analizadas por dichos autores. A los efectos de poder cotejar estos datos con la superficie del espejo de agua, reportaron un área de 4.820 ha y profundidad media de 3,2 m.

El zooplancton de Melincué tampoco ha sido estudiado de manera exhaustiva. Menu-Marque *et al.* (2000), indican la presencia de dos especies del género *Boeckella* y Battauz *et al.* (2013), identifican 11 especies (tres rotíferos, cuatro copépodos y cuatro cladóceros) en muestreos realizados en 2009 y 2010, cuando la salinidad tuvo concentraciones desde 2,0 y 7,0 g/L. Berasain (2016), reportó también muy baja densidad de zooplancton y salinidad de 1 g/L, en un estudio expeditivo realizado en julio de dicho año.

En relación a la ictiofauna, Quirós *et al.* (1988), indican la captura mediante red de enmalle de cuatro especies: sabalito (se presume *Cyphocharax voga*), mojarra (solo con referencia de la familia Characidae), dientudo (*Ancestrorhynchus* sp.) y pejerrey bonaerense (*O. bonariensis*) durante un muestreo realizado en verano de 1985. La Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de pejerrey, entendiéndose como tal el peso de los peces que captura un tren o batería de redes “agalleras” de determinada longitud calada durante una noche, fue de 5,86 kg/12 hs de tendido de red. Este valor es muy bajo al compararlo con otras lagunas analizadas por los mismos autores que obtuvieron un registro máximo de 435 kg/12 hs. Sumando las cuatro especies la captura total de Melincué fue de 7,6 kg/12 hs, siendo este dato el más bajo de todos los ambientes evaluados por dichos autores.



Figura 7. Disco de Secchi comúnmente utilizado en estudios limnológicos y una adaptación del mismo para determinar transparencia en lagunas de alta turbidez del agua.

II.3. Orígenes del pejerrey, historial pesquero y superficie

Con respecto a la presencia y a las siembras de pejerrey, especie blanco de la pesquería de Melincué, de acuerdo a la información suministrada por guardafaunas, pescadores del lugar, guías de pesca y vecinos de la localidad, aproximadamente entre 1938 y 1944 se practicaba la pesca con espineles, siendo este quizá el registro más antiguo aportado sobre la presencia de pejerrey en la laguna; incluso se vendía pejerrey de Melincué en localidades de la región. En dicho periodo, el nivel de agua estaba en la cota de 83 - 84 m, valor aproximado al nivel promedio histórico de 83,7 m (Romano *et al.*, 2014). Luego la laguna experimentó una notable baja hasta mediados de la década del '50, cuando se registró uno de los niveles más bajos de su historia, inferior a la cota de 82 m (ver figura de hidrograma) (Romano *et al.*, 2014; Peralta, 2017), lo que probablemente impactó sobre la población de pejerrey. Estas variaciones son consecuencia de los periodos secos y húmedos, ya que, a modo de paralelismo, ocurrió sincrónicamente lo mismo con la laguna de Mar Chiquita (Romano *et al.*, 2014; Guerra *et al.*, 2015; Peralta, 2017). Esta última laguna registró en el año 1953 una cota muy baja (y consecuente reducción de superficie) que se reflejó con un registro de salinidad de 251 g/L (Bucher y Bucher, 2006). La alta concentración de sales es incompatible para la supervivencia de peces y se estima que Melincué habría superado el umbral de tolerancia para el pejerrey provocando su desaparición en este cuerpo de agua, aun siendo esta especie muy tolerante como fue mencionado. Sin embargo y como ha sido señalado, no se constataron registros de salinidad (análisis de agua) superiores a 10 g/L o 12.600 uS/cm de conductividad (ver Tabla 1), situación que no niega que haya tenido mayor concentración de sales a lo largo de los últimos 80 años.

En la década del '60 habría existido una buena población de pejerrey, cuyo origen probablemente fue Chascomús (Buenos Aires), con registros de pesca comercial hacia

finés de la misma. Con posterioridad se habrían realizado siembras en los años 1973 y 1974. En esta oportunidad el origen de los peces fueron las lagunas cercanas a Junín (provincia de Buenos Aires) y embalse Río Tercero (provincia de Córdoba). En este periodo, comenzó un progresivo aumento de la superficie de la laguna y de la cota, el ambiente tenía aproximadamente 6.000 ha (Guerra *et al.*, 2015). A finales de la década del '70, la laguna experimentó una fuerte ampliación de su área, pero la aparición masiva de pejerreyes se habría producido entre 1978 (con una de las cotas más altas, próxima a 86 m) y 1982, junto con la aparición de sabalitos (presumiblemente *C. voga*). Esto es consistente con información periodística del año 1980, que indica el secuestro de pejerreyes capturados con redes de manera ilegal, junto a tarariras (*Hoplias sp.*) y "moncholos" (Semanao La Ciudad, archivo histórico de Venado Tuerto). Algunos sucesos similares se han reportado con posterioridad. La presencia de estas especies acompañantes, indicarían una salinidad reducida por la extensión de la laguna.

Por lo expuesto en párrafos anteriores, la laguna se repobló nuevamente luego de la década del '80, pero alrededor de 10 años después, la gran concentración de sales del agua (incluso se menciona el alto contenido de iodo), supuestamente afectó a toda la población. Incluso referentes de la zona relataron que algunos ejemplares habrían quedado "ciegos", información que se intentó validar con registros bibliográficos, pero no pudo ser constatada al menos en los archivos consultados en la Comuna³.

A pesar del carácter endorreico del sistema, durante inundaciones extraordinarias se produce la activación de cañadas y bañados internos a la cuenca que posibilitan la conectividad entre diferentes lagunas, lo que permitiría el flujo e intercambio de organismos, entre ellos, los peces (Giacosa y Liotta, 2013). Esto podría haber ocurrido en varias oportunidades previas, así como entre 1999 y 2001, cuando el pejerrey habría ingresado por inundaciones desde la región de Elortondo. También habría existido otro ingreso en el año 2003 (por una nueva inundación extraordinaria que redujo la salinidad) desde una pequeña laguna contigua, siendo el origen de este último pejerrey la Estación de Piscicultura de Chascomús (provincia de Buenos Aires) y por otra parte, de un lote sembrado que provenía de la laguna La Helvecia ubicada en la provincia de Córdoba (Diego Soler, *com. pers.*). La información sobre este nuevo ingreso de pejerreyes producto de los excesos hídricos tiene más consistencia, ya que ese año la laguna tuvo la segunda cota más alta registrada de las últimas 8 décadas, solo superada por la de 2017, en ambos casos superiores a 86 m (Peralta, 2017).

Existió otro ingreso de pejerreyes que estaban siendo cultivados en una serie de estanques construidos en el camping próximo a la laguna y que por efecto de inundaciones quedaron sumergidos dentro de la gran masa de agua; el origen de los mismos era también la Estación de Piscicultura de Chascomús (Guido De Mayo, *com. pers.*). Debe considerarse que en esta descripción se emplea el modo condicional, en función de los escasos registros de información. De todas maneras y con esta salvedad, se intenta

³ Algunos medios periodísticos reflejaron que esta problemática se produjo en 2012-2013 y luego, en 2017, con mayor volumen de agua, la situación no sólo se revirtió, sino que el pesquero se convirtió en uno de los de mayor relevancia por la calidad de sus pejerreyes (W. Merino, revista Weekend).

reconstruir la historia de la presencia/ausencia de pejerrey en la laguna bajo estudio recurriendo a las descripciones y/o registros personales de protagonistas y vecinos. Precisamente en el año 2003, se habrían logrado las primeras capturas deportivas de pejerrey (Hugo Toscano, *com. pers.*). Los dos años posteriores, exhibieron un aumento moderado de pescadores, aunque las capturas eran bajas.

Posteriormente, en el año 2007 se lograron las primeras capturas deportivas “oficiales” de pejerreyes, que se afianzaron en 2010 y en 2013, cuando se lograron buenos rendimientos pesqueros, con capturas de pejerreyes que promediaban los 300 g y que en ocasiones llegaban a 700 g (Maximiliano Cykolowicz, *com. pers.*).

Para otros autores, la masiva concurrencia de pescadores por la aparición del pejerrey fue a partir de 2012 (Romano *et al.*, 2014). El año 2016 fue el que reflejó el esplendor de la pesquería, con ejemplares que promediaban 1 kg, lo que motivó la realización de numerosas notas en medios periodísticos especializados, tanto gráficos como televisivos u otros soportes (revistas, foros, sitios web, programas radiales), los cuales reflejaban la calidad de los pejerreyes que se capturaban y que se manifiesta en la Figura 8. En dicho año se solicitó y realizó un estudio expeditivo del agua y de pejerrey mediante captura con caña, que reveló una condición corporal de los peces de regular a buena, muy baja abundancia de zooplancton y salinidad del agua de 1 g/L (Berasain, 2016). En el 2017 hubo registros de pejerreyes que superaron los 2 kg con el dato preciso de captura de un ejemplar que pesó 2.185 g (Maximiliano Cykolowicz, *com. pers.*). Por último, en los primeros meses de 2018 la pesca fue muy buena, incluso desde la costa, con lo cual se puede concluir que la calidad del pesquero se mantuvo, desde las primeras capturas en 2003, con oscilaciones durante el periodo 2006-2018 y con mayor auge entre 2015 y 2018 (Figura 9), pero a partir de abril de este último año, la cantidad de pejerreyes capturados por embarcación disminuyó abruptamente lo cual generó preocupación y en parte motivó la realización de este trabajo. Previo a la realización de los muestreos de campo de septiembre-2018, la captura (en cantidad) de pejerreyes comenzó una franca recuperación; a modo de ejemplo existen registros de 33 y 48 piezas de excelente porte en dos excursiones de pesca.

En la Tabla 2, se trata de reconstruir los diferentes eventos que experimentó la ictiofauna de Melincué desde 1938 hasta 2019, donde en el inicio de la temporada pesquera (con nuevos sitios para botar embarcaciones) mantuvo la calidad o talla de los pejerreyes (Figura 10) pero con una marcada disminución de la cantidad, que motivaron diferentes intentos posteriores de capturas y resiembras por parte de las autoridades de la Comuna en conjunto con los guardafaunas (Figura 11).

Por último, se destaca que la información sobre la ictiofauna que se generó hasta la redacción del presente libro a través de la realización de estudios técnicos o científicos en diferentes lagunas y embalses de Argentina, es prácticamente nula para Melincué, a excepción de reportes puntuales que datan de la década de 1990 (Quirós *et al.*, 1988; Baigún y Anderson, 1994).



Figura 8. La pesquería de Melincué se destacó en los últimos años por la talla (calidad) de los pejerreyes capturados. Fotografías suministradas por guías y guardafaunas de Melincué.



Figura 9. Imágenes elocuentes que reflejan el esplendor de la pesquería de Melincué, años 2015(a), 2016(b), 2017(c) e inicios de 2018(d), donde se destacan la talla de los pejerreyes que se capturaban. Fotografías suministradas por Hugo Toscano y Maximiliano Cykolowicz.



Figura 10. Inicio de temporada de pesca deportiva de pejerrey en marzo de 2019 con nuevos sitios para "bajada" de lanchas (a); las capturas conservaron la talla de pejerreyes pero fueron escasas en numerosidad (b). Fotografías suministradas por Maximiliano Cykolowicz.

Tabla 2. Reconstrucción orientativa de diferentes procesos históricos de la ictiofauna de la laguna con especial referencia en las poblaciones de pejerreyes (con valiosos aportes de Hugo Toscano, Maximiliano Cyklowicz, Carlos Garabello, José Rastelli y de numerosos guardafaunas, habitantes y pescadores de Melincué). La cota está expresada en m.s.n.m.

Período	Referencias	Observaciones
1938-1944	Buena población de pejerreyes	Referencia de pesca comercial y de venta de pejerrey para consumo en la región. Cota entre 83 y 84
1950-1959	Mortandad masiva de peces	A mediados de la década se registró la cota mínima histórica, algo superior a 81,5
1960-1966	Buena población de pejerrey	Siembra, origen Chascomús
1969-1972		Referencias de pesca comercial
1973-1974	Implementación de siembras	Origen Junín y embalse Río Tercero
1978-1981	Pesca en cantidad y principalmente desde costa	Superficie en 1978: 11.900 ha; salinidad de referencia en 1979: 3,03 g/L. Capturas de dientudos y tarariras en las cunetas alledañas y en la laguna. Nuevas siembras. Registros de pesca comercial clandestina en 1980
1982	Disminución de las capturas	Mortandad de bagres y tarariras en pequeña cantidad
1983	Mortandad masiva de diferentes especies	Muy bajo registro de precipitaciones, volumen en disminución
1984	Captura de algunas tarariras y nuevo episodio de mortandad	Menor volumen que en año anterior
1985	Referencia bibliográfica de presencia de pejerreyes pero con baja abundancia	Conductividad: 6.700 uS/cm. Baja transparencia del agua y pobre cantidad de zooplancton
1990-1998	Mortandad masiva	En 1997 la laguna experimentó una importante disminución. A finales de la década la cota fue de 83,6
1999-2001	Ingreso de pejerreyes por inundación de la cuenca; presencia de mojarras	Los peces ingresaron de lagunas próximas a Elortondo, en especial la de dicha localidad, donde paradójicamente habitaría el bagarito (<i>Parapimelodus valenciennis</i>) que no fue capturado con posterioridad en Melincué. El origen del pejerrey de Elortondo fue Bragado y Junín

2003	Primera captura del último periodo pesquero	Nuevo ingreso de pejerreyes y siembra de la laguna La Helvecia (Córdoba). Cota histórica muy alta en agosto (86,20) con una superficie de 14.500 ha
2004	Aumento paulatino de la afluencia de pescadores, capturas bajas	Se inicia un periodo seco que se extiende hasta el 2011
2005	Ídem anterior	Reporte de salinidades de 3,6 y 4,8 g/L. Hacia finales del año comenzó a funcionar el canal aductor
2007	Registro de las primeras capturas deportivas “oficiales”	Conductividad 5.460 uS/cm
2008		Comienza una disminución importante del volumen de agua, conductividad aproximada 8.800 uS/cm
2010	Bajas capturas de pejerreyes y sólo de ejemplares grandes	Nula observación y/o captura de ejemplares pequeños
2011-2013 ⁽¹⁾	Buenas capturas, aumento de pescadores	Cota muy baja (82,2 a inicios de 2012), pero la conductividad no descendió de 6.300 uS/cm. Observaciones de buena cantidad de pejerreyes de diferente tamaño hacia el final de este periodo. En agosto se publica: “El milagro de Melincué: volvió a tener pejerreyes”. Se llegaba por tierra hasta la isla del hotel
2014-2016	Próximo al esplendor de la pesquería. Buena cantidad y peso de los peces (hacia el final de periodo cercano a 1 kg)	Masiva afluencia de pescadores, amplia difusión en la prensa. Baja abundancia de zooplancton y transparencia del agua, salinidad de 1 g/L. Ingreso de pejerreyes vía estanques contiguos a la laguna que habían sido traídos de Chascomús (Guido de Mayo, <i>com. pers.</i>)
2017	Aumento del tamaño de los pejerreyes capturados. Sobre un total de 1.742 pejerreyes capturados, el 5,9 % medían 15 a 17 cm, es decir de aproximadamente un año de vida (H. Toscano, <i>com. pers.</i>), con la salvedad del tamaño del anzuelo que pudo tener un pequeño sesgo de las capturas	Primera señal comprobable de reclutamiento. A modo “empírico” se observan las primeras manifestaciones del cambio de la coloración del agua, donde cambia a “más amarronada”. Nueva gestión del pesquero donde se fija un único sitio para botar las embarcaciones. La localidad sufre la inundación más severa (cota 86,44) e ingresa agua desde el canal San Urbano, lo cual lleva implícito importantes movimientos de la ictiofauna

2018	Buena pesca al inicio del año y brusca disminución de capturas a partir de abril. Sobre un total de 2012 pejerreyes capturados, el 21,1 % medían entre 15 a 17 cm (H. Toscano, <i>com. pers.</i>)	Registros de pesca comercial clandestina. Segunda señal de reclutamiento, pero gran cantidad de pejerreyes (en especial juveniles) se observaban en el canal aliviador, donde la gente concurría a pescar. Primer estudio integral de la laguna. Salinidad 1,1 g/L. Baja abundancia de zooplancton y transparencia del agua. Disminución de capturas a partir de abril, pero en septiembre tres guías pescaron 29 pejerreyes (peso medio 635 g) en 3 hs
2019	Previo al inicio de temporada se capturaron interesantes ejemplares en el canal. Apertura del ciclo con muy bajas capturas, pejerreyes flacos aunque de buena talla	Nuevo estudio de agua y peces. Similares características del agua que el año anterior y disminución de las capturas de pejerrey. Intento de resiembra de pejerreyes extraídos en el canal a través de una experiencia piloto con bajas capturas (Luciano García, <i>com. pers.</i>)

(1). Como puede observarse en otras secciones de este libro, la marcada reducción de la superficie de la laguna durante el periodo 2008 - 2013 no se asoció con mortandades de peces. Probablemente y a diferencias de años anteriores o como sucede en otras lagunas “cerradas”, es decir sin conexiones o egresos superficiales de agua, la acción del canal aductor (independiente del nivel de las precipitaciones), no produjo un incremento de la salinidad simultáneo a la contracción del espejo de agua.



Figura 11. El intento en marzo en 2019 de capturar pejerreyes juveniles y adultos en el canal aliviador para ser resembrados, no resultó sencillo y arrojó resultados bajos en relación a la cantidad de peces liberados a la laguna. Fotografías suministradas por Luciano García y Maximiliano Cykolowicz.

III) OBJETIVOS DEL PRESENTE ESTUDIO

Este trabajo fue solicitado por la comuna de Melincué, como respuesta a la preocupación existente sobre la progresiva disminución de las capturas recreativas (escaso pique) de pejerrey, la especie blanco de la pesquería deportiva y algunas observaciones de parásitos que se hallaban en ejemplares de esta especie. Para responder a estas inquietudes, se propuso un diagnóstico integral en función de las múltiples relaciones e interacciones existentes entre los diferentes componentes bióticos y abióticos que se establecen en el ambiente.

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar la calidad del agua; identificar y determinar la composición y densidad de la comunidad zooplanctónica; estructura y funcionamiento de la ictiofauna en general y de la biología del pejerrey en particular, así como los principales aspectos ecológicos de la laguna Melincué, con el propósito primario de establecer un diagnóstico de la pesquería recreativa de pejerrey y sus principales características limnológicas. Además se apuntó a realizar una reconstrucción histórica del pesquero en base al suministro de información brindada por la comuna, guardafaunas, pescadores y vecinos de la localidad.

Sobre la base del conocimiento obtenido del estado de situación, también fue un objetivo proponer medidas de manejo que puedan colaborar en la gestión y uso responsable del recurso lagunar.

IV) ESTUDIOS REALIZADOS Y METODOLOGÍA

La descripción de la metodología empleada tiene el objeto de proporcionar una mejor comprensión de las tareas realizadas y de los resultados obtenidos, así como una posible futura repetición de trabajos por los mismos autores o por parte de terceros que permita cotejar y referenciar los datos.

El desarrollo de estudios ecológicos implica dos procesos diferentes. Por un lado, la realización de "tareas de campo" o de muestreo, consistentes en recabar información y tomar muestras de diferente índole, las cuales son procesadas y analizadas acorde a los objetivos planteados del trabajo. Esta última etapa se lleva a cabo en el laboratorio y gabinete, donde los datos obtenidos son contrastados con antecedentes bibliográficos y enmarcados en sus aspectos teóricos para permitir establecer comparaciones y conclusiones.

Para cumplir con el objetivo propuesto, se decidió la realización de dos estudios que totalizaron ocho días de trabajo a campo, consistentes en dos muestreos amplios y abarcativos desde un punto de vista limnológico, considerando diferentes parámetros y aspectos claves de distintas comunidades o niveles tróficos del ecosistema. Es obvio que un número mayor de visitas al ambiente generaría más precisión, pero también aumentarían los costos y el tiempo de elaboración de un diagnóstico y la implementación de medidas de manejo (ver resumen ejecutivo).

IV.1. Descripción del área de estudio

La laguna Melincué (33°42'50"S, 61°27'59"O), se ubica en el departamento General López, sur de la provincia de Santa Fe, República Argentina (Figuras 12 y 13). Al considerar las regiones de humedales de Argentina, Melincué se ubica en la región de humedales de la Pampa y dentro de ella, en la subregión de lagunas de la Pampa Húmeda (Baigún y Lombardo, 2017).

En los últimos años, este inmenso ambiente acuático fue uno de los pesqueros más rendidores en cuanto a la calidad de sus pejerreyes, no solo en la provincia de Santa Fe sino también a nivel de las lagunas pampeanas. Esta situación constituye un aspecto movilizador importante de la economía de la localidad y su región aledaña.

Ubicada a la vera de la ciudad de Melincué con dirección sur, esta laguna ha superado en ocasiones 14.000 ha, aunque su superficie, acorde a lo descrito en apartado previo, presenta marcadas oscilaciones en función del régimen de precipitaciones; además recibe el aporte de aguas subterráneas desde la freática cuya salinidad aproximada es de 2 g/L (Pasotti *et al.*, 1984); actualmente cuenta con un sistema de dos estaciones de bombeo para intentar controlar su cota (Figura 14).



Figura 12. Imágenes de la laguna Melincué. Obsérvese la presencia de corrales y molinos bajo el agua y la baja profundidad que presentan algunos sectores.

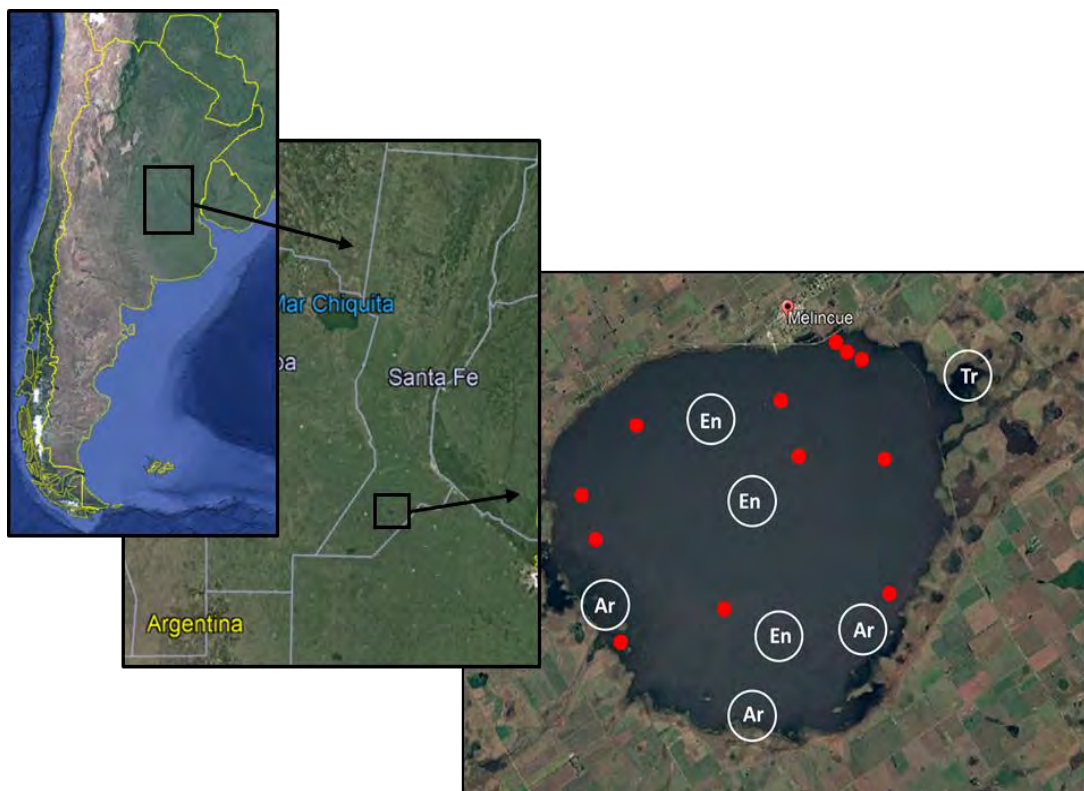


Figura 13. Ubicación geográfica de la laguna Melincué y sitios de muestreos de agua, zooplancton y peces del muestreo correspondiente a 2018. Referencias: Tr = trampa; Ar = redes arrastre; En = redes de enmalle; los círculos rojos indican los puntos aproximados de los muestreos de agua y de zooplancton.



Figura 14. Estación de bombeo que extrae agua de la laguna (izquierda) y una de las bombas en funcionamiento (derecha).

Los excedentes hídricos de la laguna ingresan a las estaciones de bombeo desde la laguna mediante un canal de distribución que cruza por la ruta provincial 90 (Figura 15), donde se generan ambientes propicios para la presencia de peces y por lo tanto frecuentado por pescadores. Las bombas extraen aproximadamente $5 \text{ m}^3/\text{seg}$ (Peralta, 2017). El agua que pasa por las estaciones de bombeo se dirige hacia el canal San Urbano, para desaguar en el Arroyo del Sauce - Pavón y finalmente en el río Paraná (Giacosa y Liotta, 2013). Estos autores mencionan que en el Arroyo Pavón se determinaron conductividades puntuales entre 2,3 y 3,7 uS/cm , como reflejo de la salinidad de las aguas de la región y por la influencia de la laguna Melincué.



Figura 15. Lugar de salida de agua de la laguna (imagen izquierda) y ambientes generados por el canal en su recorrida hasta la estación de bombeo (derecha).

El clima que predomina en la zona es templado con características pampeanas, la temperatura media del aire es de $16 \text{ }^\circ\text{C}$ con registros máximos y mínimos en verano e invierno respectivamente. Julio es el mes con mayor cantidad de días con heladas, con un promedio de 15 días, aunque excepcionalmente se registró un máximo de 29 días (Pasotti *et al.*, 1984). Los registros pluviométricos rondan los 800 mm anuales, con picos en marzo y diciembre y mínimos invernales. Existen estadísticas desde 1900 hasta la

actualidad que indican la presencia de diez años en que las precipitaciones superaron los 1200 mm, en algunos casos con serias consecuencias por su relación con la cota de la laguna (Peralta, 2017), como sucedió en 1932 cuando el hotel Melincué quedó aislado al inundarse el camino de acceso (para más detalles ver secciones anteriores del presente libro). Las características del clima y los suelos de la región favorecen el desarrollo de la agricultura, debido a ello los pastos naturales de la cuenca fueron reemplazados en una gran superficie por los cultivos agrícolas (Atlas total de la República Argentina, 2008)⁴.

La localidad de Melincué se ubica sobre la ruta provincial 90, aproximadamente a 120 km de Rosario y a 290 km de Santa Fe. Melincué se fundó en 1872 y llegó a tener más de 7.000 habitantes, pero de acuerdo a los datos de los censos de 1991 y 2001, contaba con 2.101 y 2.118 habitantes respectivamente (Argentina Pueblo a Pueblo, 2006⁵). En 2010 su población era de 2.237 personas, pero en el siglo pasado era visitada por numerosas personas cuando constituía el mayor atractivo turístico de la región (<https://es.wikipedia.org/wiki/Melincue>), en parte debido a la presencia del hotel Balneario Melincué y a las propiedades del agua. El turismo es un factor determinante para la localidad, y en ese sentido, la presencia de la laguna conforma uno de los principales atractivos y actúa como desencadenante de la generación de empleo genuino en relación con la pesca recreativa, a lo que se suma la presencia de un casino que cuenta con hotel de categoría y servicios gastronómicos, más otros ubicados en las proximidades, cabañas, hospedajes y la posibilidad de observar elevada diversidad de aves.

IV.2. Fecha de los estudios y estaciones de muestreo

Los trabajos de campo se llevaron a cabo del 10 al 14 de septiembre de 2018 y del 6 al 8 de marzo de 2019. Para evaluar la calidad del agua de manera más exhaustiva se seleccionaron 12 sitios de muestreo (Figura 13 y Tabla 3) en 2018, mientras que en el segundo muestreo se seleccionaron seis sitios. Esta metodología se realizó a fines de recabar información espacial e integral del humedal de acuerdo a datos y referencias suministradas por guardafaunas y guías de pesca y consensuada por la Comuna representada por el Sr. Mario Sacchetto en reuniones realizadas previas al muestreo (Figura 16). El objetivo de esta estrategia de distribución fue la posible identificación de zonas heterogéneas en la laguna, dada por micrositios, presencia de obstáculos naturales o artificiales y lugares con características propias o particulares que pudieran incidir en la disposición de los grupos biológicos.

⁴ . Santa Fe, tomo 27. Clarín. Arte Gráfico Editorial Argentino. Buenos Aires.

⁵ . Santa Fe I, tomo 18. Clarín. Arte Gráfico Editorial Argentino. Buenos Aires



Figura 16. Reuniones previas a la realización de los muestreos con integrantes de la Comuna de Melincué, guías de pesca y guardafaunas para diagramar en conjunto el plan de actividades.

Tabla 3. Ubicación de los sitios de muestreo de agua y de zooplancton de la laguna Melincué año 2018.

Siti	Ubicación
1	S33° 39.878' W61° 26.526'
2	S33° 41.821' W61° 25.556'
3	S33° 43.941' W61° 25.371'
4	S33° 41.777' W61° 27.268'
5	S33° 41.269' W61° 30.421'
6	S33° 42.357' W61° 31.471'
7	S33° 43.071' W61° 31.169'
8	S33° 44.636' W61° 30.701'
9	S33° 44.137' W61° 28.694'
10	S33° 40.897' W61° 27.603'
11	S33° 40.230' W61° 25.995'
12	S33° 40.009' W61° 26.415'

IV.3. Análisis físico-químico del agua y caracterización limnológica

La superficie de la laguna Melincué se calculó en base a la imagen satelital (Google Earth) correspondiente a diciembre de 2016, ya que en 2017 se produjo una inundación extraordinaria. En los 12 sitios de muestreo (Tabla 3), los parámetros que se determinaron fueron los necesarios para cumplir el objetivo impuesto, diagnosticar y comprender el funcionamiento de la laguna y comparar la situación actual con los antecedentes.

Se analizó *in situ* la temperatura del agua y del aire (termómetros digitales), el pH y la conductividad (equipo multiparamétrico digital Martini MI 806), la concentración de oxígeno disuelto (oxímetro digital Hanna HI 98103), la transparencia del agua (disco de Secchi), la profundidad (ecosonda Garmin) y la velocidad del viento (anemómetro digital TFA) (Figura 17).

Además, se extrajeron muestras de agua para su posterior análisis de laboratorio, que incluyó la determinación de la concentración de sólidos disueltos, composición iónica mayoritaria, alcalinidad, dureza, turbidez, concentraciones de arsénico, DQO (Demanda Química de Oxígeno), fósforo total (PT), nitrógeno total (NT), sólidos suspendidos y clorofila-*a* (cl-*a*). Las mediciones y muestreos se realizaron en el interior del cuerpo de agua mediante la utilización de una embarcación tipo tracker con motor fuera de borda de 90 HP, entre las 9,30 y 14,30 horas. Las muestras de agua fueron tomadas, conservadas, transportadas y analizadas conforme a las recomendaciones detalladas en APHA (1992).

La concentración de clorofila-*a* se determinó mediante el filtrado de un volumen conocido de agua a través de filtros de fibra de vidrio Microclar FFG047WPH (diámetro medio de poro: 0,5 μm) (Figura 18), extracción con acetona acuosa y espectrofotometría (espectrofotómetro Metrolab 1700) (APHA, 1992; Arar, 1997).

El contenido de sólidos suspendidos se determinó mediante el filtrado de un volumen conocido de agua, obtenido por la suma de volúmenes menores provenientes de las muestras de los 12 y 6 sitios (2018 y 2019), a través de filtros de fibra de vidrio Microclar FFG047WPH previamente pesados, secados a 103 - 105°C hasta peso constante (sólidos suspendidos totales) y posteriormente calcinados a 550°C (sólidos suspendidos inorgánicos: partículas inorgánicas, generalmente provenientes desde los sedimentos) (EPA, 1993). La cantidad de sólidos suspendidos orgánicos (o volátiles) se determinó por la diferencia entre sólidos suspendidos totales e inorgánicos. La turbidez fue determinada por el laboratorio Corpico (provincia de La Pampa) empleando un nefelómetro. La importancia de la determinación de la turbidez se debe a que alude la distancia de penetración de luz en el agua y por lo tanto la profundidad a la cual es factible realizar el proceso de fotosíntesis.



Figura 17. Análisis *in situ* de variables necesarias para determinar la calidad del agua y toma de muestras de zooplancton efectuadas junto a guías de pesca y guardafaunas de Melincué. Año 2018 (a) y 2019 (b).



Figura 18. Equipamiento empleado para la determinación de clorofila-a mediante filtros específicos.

En el caso del arsénico (As), su determinación (Método 3500 de Métodos estándares) se debe a que se trata de un metaloide de presencia natural, cuya concentración en exceso puede causar patologías en los seres vivos, ya sea por ingestión o por contacto directo.

La determinación de la concentración de clorofila-*a*, permite conocer de forma indirecta la cantidad de algas del fitoplancton; un aspecto de suma importancia ya que, al ser organismos productores de materia orgánica mediante fotosíntesis, determinan en primera instancia la capacidad productiva del ambiente y el inicio de la cadena alimenticia. En relación con lo anterior, la determinación de las cantidades de nutrientes (fósforo y nitrógeno) se debe a que son elementos que determinan el nivel de productividad.

Para clasificar a la laguna Melincué como “clara” o “turbia” se utilizó el cociente entre la profundidad media de la laguna (Z_m) y la profundidad de la zona fótica (Z_f) (Quirós *et al.*, 2002), considerando la zona fótica como la parte superficial del agua que permite el ingreso de luz solar para que se produzca el proceso de fotosíntesis. Para la caracterización química del agua se siguieron los criterios de Conzonno (2009).

IV.4. Estudio de la comunidad zooplanctónica

Se tomaron 12 y 6 muestras para caracterizar la comunidad zooplanctónica en los sitios indicados en cada año. En cada sitio de muestreo se filtraron 36 litros mediante el uso de redes especialmente diseñadas para la colecta de zooplancton, con un diámetro de poro de 47 micrómetros.

La determinación taxonómica de los cladóceros se realizó en base a las contribuciones de Olivier (1962), Goulden (1968), Korovchinsky (1992), Paggi (1995; 1998) y

Adamowicz *et al.* (2004). La de los copépodos se realizó siguiendo los criterios de Ringuelet (1958), Bayly (1992a y b), Reid (1985), Menu-Marque y Locascio de Mitrovich (1998) y Santos-Silva *et al.* (1999); la de los rotíferos según Ruttner-Kolisko (1974), Koste (1978) y Mills *et al.* (2016).

En laboratorio se determinaron las especies presentes y su abundancia. La densidad del macrozooplancton (cladóceros y copépodos adultos y estadios de copepóditos) y microzooplancton (larvas nauplio de copépodos y rotíferos) (Kalf, 2002), se determinó por medio de recuentos en cámaras abiertas tipo Bogorov (Figura 19) y Sedgwick-Rafter respectivamente, bajo microscopio estereoscópico y óptico convencional y se expresó en organismos x litro (ind./L).



Figura 19. Determinación de la densidad del macrozooplancton por conteos en cámaras de Bogorov bajo microscopio estereoscópico.

Debido a que los datos no son estadísticamente normales, se usó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para determinar diferencias entre muestras. Para comparar aspectos de la diversidad del zooplancton se realizaron gráficos de abundancias relativas (Feinsinger, 2004).

IV.5. Biología pesquera

IV.5.1. Muestreo de peces y tratamiento de las capturas

Conocer la riqueza (cantidad de especies presentes) es uno de los objetivos básicos de un estudio biológico-pesquero. Por ello, fueron seleccionados diferentes artes de pesca, activos y pasivos, empleados en varios sitios de la laguna para tratar de lograr la captura de todas las especies presentes y a su vez, de varias tallas; además se utilizaron líneas de pesca deportiva. Las artes activas requieren de maniobras por parte de los usuarios y las pasivas, una vez caladas en el agua, las capturas dependen del movimiento de los peces. El objetivo de utilizar ambas estrategias es poder contar considerando la selectividad de cada caso, con mayor y mejor precisión acerca de la estructura, distribución diferencial (si es que existe) de especímenes de distinta talla, o de especies diferentes que habitan la zona cercana a la costa o en el interior de la laguna. La selectividad de un arte de pesca es la proporción de peces que captura respecto de todos los presentes.

-Artes de Pesca Activos

a) –Se empleó una red de arrastre litoral de 30 m de longitud con copo de malla de 5 mm, la cual fue utilizada en 3 costas diferentes de la laguna (Figura 20) en las estaciones denominadas “Ribera” (sudeste), “Tehuelche” (sur) y “Canal Alvear” (Sudoeste). Por su parte, en marzo-2019, este arte se utilizó en cinco sitios de las costas norte y este. La red de arrastre captura especies vinculadas a la región litoral o costera; posee baja selectividad ya que ingresan al copo ejemplares de todas las tallas, especialmente los más pequeños.

-Artes de Pesca Pasivos

a)- Se usaron tres baterías iguales de redes de enmalle (“agalleras”) de 100 m de longitud compuesta por paños de 14, 19, 21, 25, 28, 32, 36 y 40 mm de luz de malla (distancia de nudo a nudo, nan). Este arte fue diseñado exclusivamente para la pesca experimental, ya que permite la obtención de ejemplares de pejerrey y otras especies de diferentes tamaños para elaborar, previa corrección de datos, la estructura de tallas poblacional. Las estaciones de muestreo se denominaron en común acuerdo “Monte seco” al sur, “Centro” y “Costa” al norte (Figura 13). En el segundo muestreo se utilizaron solamente dos de los trenes de enmalle empleados en 2018. Las redes fueron caladas en horas de la tarde-noche y recogidas a la mañana siguiente. Se trata de un arte donde cada paño posee alta selectividad (típicamente una distribución normal).

La Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) es una variable utilizada como indicadora de la densidad y biomasa poblacional o comunitaria. La diferenciación de las capturas por cada paño posibilita elaborar la estructura de tallas e inferir la composición de la población del pejerrey por ser la especie de interés. Al estandarizar el esfuerzo, posibilita la comparación entre cada tren y con otros ambientes en los que fue utilizado el mismo arte. La CPUE puede expresarse en peso (biomasa; CPUEb) y número (cantidad) de peces (CPUEn), es decir que expresa los kg o el número de peces que captura una red en determinado tiempo (horas).

b)- Una trampa de peces tipo garlito. Se cala en las orillas de la laguna en una profundidad máxima de 60 a 70 cm. Consiste en una estructura con una boca, un sistema de nasas y un copo final. Los peces son inducidos a ingresar a la trampa mediante una red calada perpendicular a la orilla a modo de “ala central” que forma parte del sistema en conjunto. Posibilita la captura de un mayor número de especies de peces, principalmente de aquellos de hábitos costeros. En el 2018 se colocó en la costa este y en 2019 en la costa norte.

La trampa de peces se utilizó desde las 19:00 hasta las 9:30 horas del día siguiente, próximo a una costa con presencia de juncal. Los diferentes artes de pesca utilizados se pueden observar en la Figura 20.

-Pesca deportiva con líneas de flote

CPUE por parte de pescadores. Con la intención de complementar información con los resultados logrados por las artes de pesca mencionadas anteriormente, se solicitó la participación de guías de pesca o pescadores experimentados para que en un tiempo previamente pautado (para conocer el esfuerzo en horas y número de pescadores), capturen peces con línea de mano, en este caso las clásicas líneas de flote. De esta manera se aplicó otra estrategia técnicamente validada de arte de pesca adicional al resto de las usualmente utilizadas.

-Muestras de peces

El tratamiento dado a los peces capturados, consistió primero en la clasificación sistemática de acuerdo a claves específicas (Ringuelet *et al.*, 1967b; Azpelicueta y Braga, 1991; Braga, 1994; Casciotta *et al.*, 2005; Rosso, 2006; Haro y Bistoni, 2007; Serra *et al.*, 2014; Rosso *et al.*, 2016; 2018), considerando el arte de pesca y estación de muestreo. Posteriormente fueron medidos y pesados por grupos compuestos por cada especie. A una muestra representativa de pejerreyes se les tomaron las siguientes medidas: longitud total (LT) y longitud estándar (LEst) a través de un ictiómetro con precisión de 1 mm y el peso húmedo (W) también denominado indistintamente peso total, con precisión 0,1 g (balanza Ohaus Scoutt II). En la Figura 21 se muestran las operaciones efectuadas y los elementos empleados y en la Figura 22 se detallan las longitudes medidas.

Se extrajeron y rotularon escamas de la zona ubicada entre las dos aletas dorsales y hasta la línea media del cuerpo (Figura 22); en laboratorio se montaron sobre portaobjetos y se colocaron bajo instrumental óptico para establecer la edad y estimar el crecimiento (Sverlij y Mestre Arceredillo, 1991).

IV.5.2. Diversidad de la ictiofauna

Se calculó el índice de diversidad alfa (α) de Shannon-Wiener: $H = - \sum (p_i) (\log_2 p_i)$, donde p_i es la proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i . Se utilizaron además los siguientes indicadores: índice de uniformidad (equidad de Pielou):

$E = H / \log_2 S$, donde S es el número de las especies de la muestra; índice de Simpson: $S = 1 / \sum (p_i)^2$ y el índice de Margalef: $D = S - 1 / \log_2(n)$ (Moreno, 2001). Estos parámetros permiten obtener información acerca de la estructura de la comunidad de peces, riqueza (cuántas son las especies presentes) y su proporcionalidad. Los ecosistemas maduros poseen un alto valor de diversidad en función de la ocupación de todos los nichos ecológicos posibles y consecuente especialización de los componentes para reducir la competencia.

Una prueba T de una muestra se utilizó para comprobar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre la cantidad de especies que presenta la ictiofauna de la laguna Melincué respecto al promedio de una base de datos conformada por 35 lagunas del centro de Argentina (Mancini *et al.*, 2016b).

IV.5.3. Captura y tratamientos de los datos

Todas las capturas obtenidas en cada paño de los trenes de enmalle fueron diferenciadas acorde a la malla; los ejemplares fueron medidos y clasificados en intervalos de 10 mm de longitud estándar. Con estos datos se construyeron gráficos de tallas vs. frecuencias, que representan la distribución de tamaños de las capturas de cada malla y cada tren de enmalle.

Por otro lado, el total de capturas por malla integradas en los diferentes trenes de enmalle permitieron elaborar representaciones gráficas que sintetizan: 1) la distribución de frecuencias discriminada por tamaño de malla; 2) número de ejemplares capturados por cada tren; 3) media y desvío estándar de las longitudes correspondientes a cada una de las mallas; y 4) integración con su correspondiente línea de tendencia. Todos estos aspectos fueron desarrollados aplicando el software Pasgear (Kolding y Skalevik, 2009), especialmente elaborado para análisis de datos de pesca experimental o artesanal, empleando trenes de redes agalleras al igual que las utilizadas en este estudio.

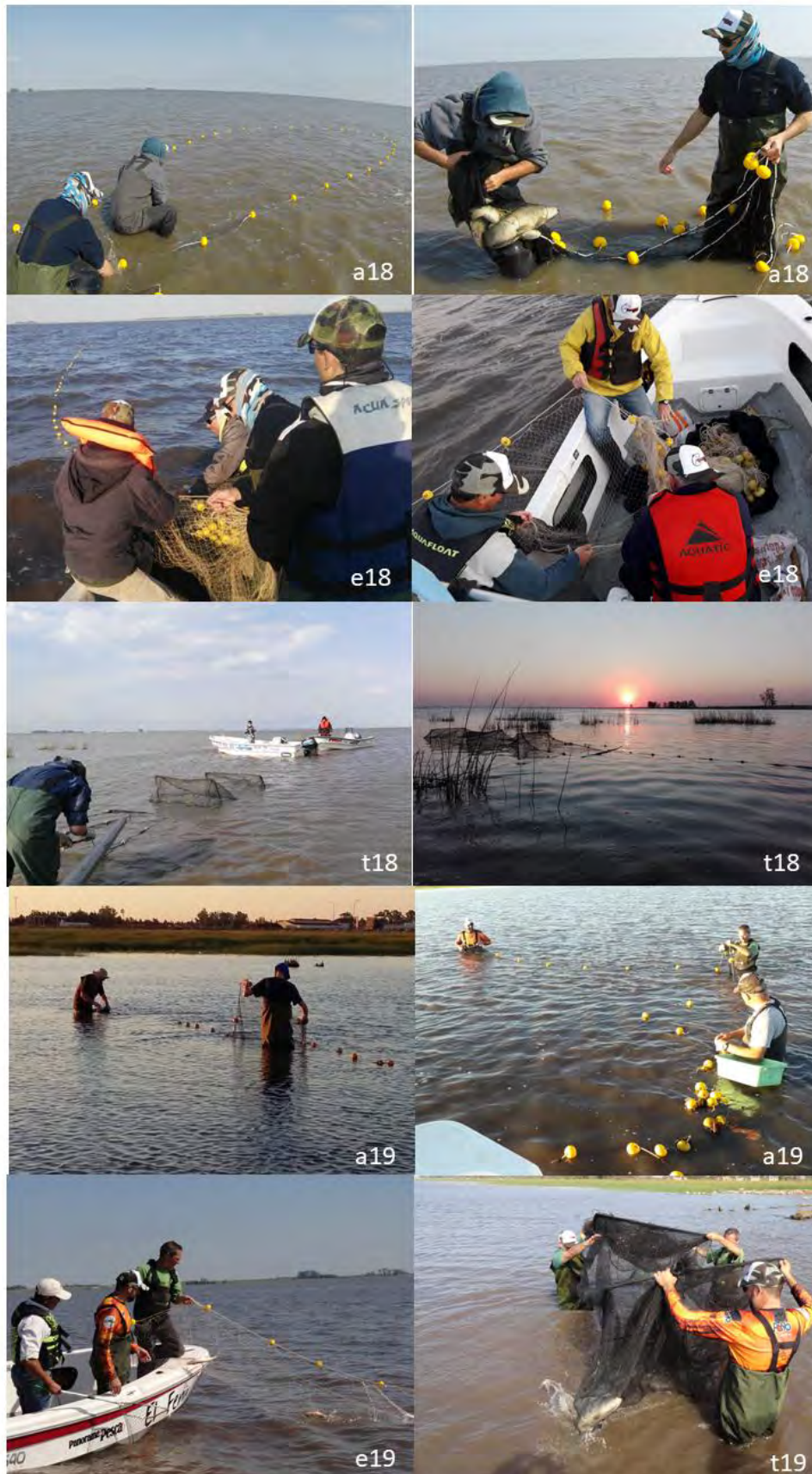


Figura 20. Artes de pesca utilizados en la laguna Melincué: red de arrastre litoral (a), red de enmalle (e) y trampa de peces (t), utilizadas en 2018 y 2019.



Figura 21. Análisis y toma de muestras de peces (escamas, tractos digestivos, registros de peso y longitudes).



Figura 22. Aspecto exterior del pejerrey donde se incluyen las mediciones utilizadas en este trabajo: longitud estándar (LEst) y longitud total (LT); el recuadro rojo indica el lugar de extracción de escamas para el estudio del crecimiento.

IV.5.4. Biología, condición corporal, crecimiento y producción de pejerrey

Para conocer la biología y el crecimiento de *O. bonariensis*, se calcularon las relaciones LEst - peso, con la fórmula: $P = a \cdot \text{LEst}^b$, donde a es la ordenada al origen y b la pendiente del análisis de regresión previa transformación logarítmica de acuerdo al modelo $\log P = \log a + b \log \text{LEst}$. Una prueba t -Student de b ($H_0: b = 3$; $\alpha = 0,05$; g.l. = $n-2$), se utilizó para establecer si el crecimiento de la especie es de tipo isométrico (un valor de b cercano a 3, porque el peso es proporcional al cubo de la longitud) o alométrico (cuando se aleja de dicha situación y por lo tanto de ese número).

Se calculó además el peso relativo (P_r) de acuerdo a Colautti *et al.* (2006), que permite establecer la condición corporal de los peces (grado de gordura o lo esperado para una talla determinada). Un valor cercano a 100 manifiesta buena condición; mayor al mismo es excelente y cuando resulta menor indica malas condiciones somáticas. La ventaja de este indicador es que su interpretación es sencilla e independiente a la talla. La desventaja es que varía estacionalmente ya que principalmente las hembras incrementan su peso en función del desarrollo gonadal.

Por su parte, se determinó el grado de madurez sexual (Calvo y Dadone, 1972), para inferir el estadio correspondiente al periodo reproductivo de los pejerreyes. Para ello se estableció macroscópicamente el sexo y el estadio gonadal; se pesaron las gónadas con precisión de 0,1 g (PG). Los criterios básicos considerados para determinar el estadio gonadal en hembras se detallan en la Tabla 4.

Durante el registro se indicó la identificación de estadios intermedios entre los descriptos, al igual que ejemplares con una sola gónada, e incluso con ambas atrofiadas. En el caso de los machos el criterio seguido fue semejante, con hincapié en el volumen y las lobulaciones del testículo.

Tabla 4. Maduración gonadal y estadios reproductivos de pejerreyes hembras.

Estadio	Descripción
I	Virginal. Las gónadas no poseen indicios de actividad presente ni pasada.
II	Preparación. Las gónadas evidencian funcionalidad, pero no se distinguen los ovocitos a simple vista.
III	Maduración. Las gónadas aumentan de tamaño, los ovocitos son visibles macroscópicamente.
IV	Pre-desove. Las gónadas aun no alcanzaron el grado de madurez requerido para el desove espontáneo aunque las mismas se presentan voluminosas.
V	Desove. Las ovas presentan filamentos coriónicos que las aglutinan entre sí. A la menor presión ejercida sobre el abdomen discurren al exterior.
VI	Post-desove. La gónada se encuentra considerablemente hemorrágica, con huevos aislados, voluminosos y lipídicos en una parte de la misma, mientras que el resto se corresponden a estadios pre-maduros.
VI-III y VI-IV	Redesovantes. Gónadas en preparación (III) o muy voluminosas (IV) pero con indicios de un desove previo (ovocitos residuales lipídicos).
VII	Regresión. Indicios de desove y gónadas en retroceso.

Dado que los desoves se llevan a cabo en función del grado de madurez de las hembras, se focalizó el análisis de resultados en este sexo. El IGS también conocido como índice de madurez (IM), se obtuvo mediante la fórmula $IGS = PG * 100/PT$, y establece una proporción entre el peso de la gónada (PG) y el peso total (PT) del pez. Cuando el grado de maduración es máximo, los ovarios o testículos alcanzan el peso y volumen extremo superior. El índice se calcula para hembras y machos de forma independiente, ya que los ovarios poseen una mayor variación en peso y volumen que los testículos.

El estudio de crecimiento se efectuó empleando la longitud estándar, la que guarda una relación lineal con la longitud total, expresada por medio de la siguiente ecuación: $LT \text{ (mm)} = a + b * LEst \text{ (mm)}$ donde a y b son constantes a determinar.

Las escamas extraídas para el estudio de la edad y crecimiento fueron hidratadas en laboratorio en cajas de Petri, tratadas con detergente enzimático y montadas sobre portaobjetos para ser interpretadas con un lectógrafo de 33,4 X (un aumento de más de 33 veces) (Figura 23). Sobre el campo anterior de la escama, se midió la distancia desde el foco al borde anterior (R), estableciendo una relación lineal entre esta medida y la longitud el pez: $LEst = a + b * R$. Se consideraron marcas anuales de crecimiento a la presencia de alteraciones o irregularidades en la disposición de los *circulii* (líneas o marcas de disposición concéntrica). La Figura 23 en su parte inferior muestra un ejemplo teórico de una escama. Esta tarea tiene el objetivo de inferir la edad de cada

ejemplar, ya que durante el año presentan períodos de crecimiento diferencial, con menores tasas de incremento en momentos de condiciones adversas tanto externas (el medio ambiente) como internas (su propia condición fisiológica); ello se refleja en un área de la escama con menor distancia entre *circulii*. En contraste cuando las condiciones fisiológicas y ambientales son favorables el espacio entre *circulii* es más laxo. La suma de ambos representa un anillo de crecimiento.

Con el objeto de establecer la posible existencia de más de una cohorte anual, esto es que durante el año existan más de una época reproductiva con nacimientos que se incorporan a la población, se construyó un polígono de frecuencia con los radios al primer año de vida (distancia existente entre el foco y la primera marca de crecimiento) (Sendra y Colautti, 1997).

Se aplicó el método del retrocálculo para reconstruir la historia de crecimiento de los pejerreyes en este ambiente. Este considera que la ordenada al origen es común a todos los ejemplares (R similar al nacimiento de los peces), calculándose luego una nueva pendiente individual para cada marca anual. Las longitudes medias así obtenidas fueron empleadas para estimar los parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy que involucra las siguientes ecuaciones en largo y peso respectivamente:

$$LEst_{(t)} = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

$$W_{(t)} = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^b$$

donde L_{∞} y W_{∞} es la longitud y el peso teórico máximo o infinito; k es la tasa de crecimiento y t_0 es el tiempo hipotético en el cual la longitud es nula (Sparre y Venema, 1995). La tasa de crecimiento es un indicador de las condiciones ambientales en que se encuentra la población de pejerrey.

El modelo de crecimiento exponencial desarrollado por von Bertalanffy se basa en una hipótesis fisiológica, puesto que considera que el crecimiento en peso (o en longitud), es el resultado de la diferencia entre procesos anabólicos y catabólicos considerados como proporcionales a la superficie y al peso (Gulland, 1971). Supone que el incremento anual neto se va reduciendo con el paso del tiempo (por ejemplo, el primer año el pez crece 15 cm, el segundo 10 cm, el tercero 6 cm y así sucesivamente).

A fines comparativos se determinaron índices de performance de crecimiento w , Φ , Φ' y p , que posibilitan extraer mayor información de la ecuación de von Bertalanffy obtenida y su comparación con otros ambientes (Gallucci y Quinn, 1979; Pauly y Munro, 1984):

$$w = k \times l_{\infty}; \quad \Phi = \log k + 0,67 \times \log P_{\infty}; \quad \Phi' = \log k + 2 \times \log P_{\infty}; \quad p = \log k + \log P_{\infty}$$

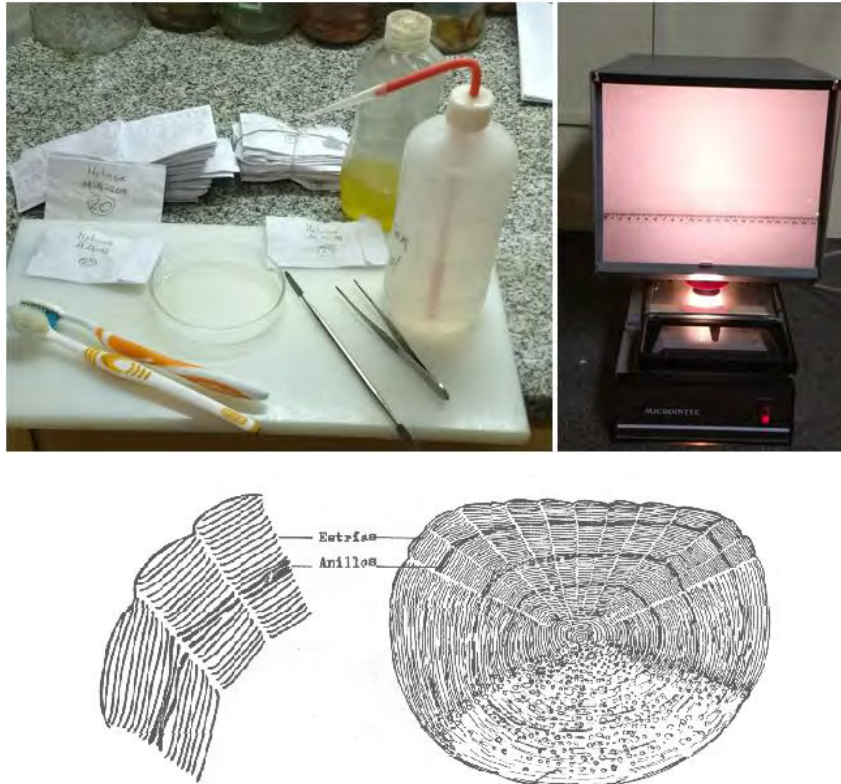


Figura 23. Elementos utilizados para hidratación y limpieza de escamas de pejerrey (imagen superior izquierda) y lector de escamas empleado (superior derecha). Abajo: círculos y anillos de crecimiento en una escama.

Se determinó para las diferentes artes de pesca la Captura por Unidad de Esfuerzo de pejerrey ($CPUE_p$) y del total de especies presentes ($CPUE_t$). Como parte complementaria a los valores de CPUE obtenidos con artes de pesca tradicionales, se solicitó a los guías y pescadores experimentados presentes en la laguna y que realizaron el apoyo logístico, la práctica de capturas mediante líneas de mano (flote). A esta variable se la denominó CPUE pesca deportiva, que es la captura (expresada en número y en peso) con caña que se obtiene por pescador en un tiempo determinado.

Para evaluar la calidad de la pesquería se calculó la densidad proporcional de stock (PSD). Este índice establece una relación de proporcionalidad entre el total de capturas obtenidas con los trenes de enmalle (también se puede incluir información proveniente de otras artes de pesca) y aquellos ejemplares que superan los 250 mm de LEst, debido a que es la medida considerada como el límite mínimo reglamentariamente permitido para la extracción. A medida que el valor del PSD aumenta, se incrementa la calidad de la pesquería, debido a que indica la presencia de mayor cantidad de peces de tamaño deseado o peces trofeo. Su fórmula es: $PSD = (\text{peces} > 250 \text{ mm} / \text{peces} > 120 \text{ mm}) * 100$.

IV.5.5. Parasitosis

Se evaluó la prevalencia (porcentaje de peces parasitados respecto el total observado), abundancia media (número de parásitos promedio por ejemplar) e intensidad media (número promedio de parásitos del total de peces parasitados) (Bush *et al.*, 1997), de *Lernaea cyprinacea*, un copépodo ectoparásito muy común en diferentes poblaciones de pejerrey del centro de Argentina, conocido popularmente como “gusano ancla” (Mancini *et al.*, 2008a). Se realizó un análisis de correlación (rho de Spearman) para evaluar la relación existente entre la parasitosis de los pejerreyes *vs.* la edad de los mismos.

Por otro lado, al analizar los tractos digestivos se registró la presencia en los mesenterios de anisákidos, un grupo de nematodos o gusanos redondos, parásitos frecuentes en peces como parte de su ciclo vital y visibles a simple vista. En tanto en el interior del contenido mismo, fue posible la observación y registro de organismos identificados como cestodes (tenias o gusanos “chatos”).

IV.5.6. Alimentación del pejerrey y de otras especies de peces

Se colectaron los tractos digestivos de una submuestra de peces, con énfasis en el pejerrey. La selección de especies se basó en su relevancia en el sistema por peso o numerosidad. Esto posibilita elaborar las principales redes tróficas vinculadas a los peces.

Los tractos digestivos fueron fijados con formol al 10 % por 48 horas y luego conservados con etanol al 70 %. En laboratorio, los contenidos gastrointestinales fueron colocados en cápsulas de Petri y observados bajo lupa binocular y/o microscopio óptico.

Previo a la apertura de la pared, se evaluó el estado de repleción mediante observación visual de la turgencia del tracto y la cantidad del contenido evacuado, cuantificando según 4 grados: vacío – semivacío – semilleno – lleno. Se determinaron los diferentes componentes de la dieta a nivel de grandes grupos biológicos. Se estableció la siguiente escala de abundancia relativa (A) de cada ítem alimentario: muy abundante (5), abundante (4), común (3), escaso (2), muy escaso (1) y ausente (0). Se calculó la frecuencia absoluta de ocurrencia (F) de cada ítem como el porcentaje de tractos digestivos en que se halló un determinado componente y la diversidad de la dieta se obtuvo mediante la aplicación del índice de diversidad de Shannon (H) sobre la variable “abundancia relativa” (A). Con estos tres parámetros se estableció el Índice de Categorización de Ítems (ICI), el cual diferencia en la dieta los componentes primarios (P, $ICI > 10$), secundarios (S, $5 < ICI < 10$), terciarios (T, $1 < ICI < 5$) y ocasionales o accidentales (A, $ICI < 1$) (Grosman, 1995b). Integra la presencia de una presa en los diferentes peces analizados y la numerosidad de la misma, adjudicando un valor de relevancia en la dieta.

Como la alimentación de los peces varía durante su ciclo de vida, para lograr una aproximación mayor a los posibles cambios en la dieta del pejerrey, se realizó una diferenciación en 2 tallas: menor y mayor a 250 mm de LEst. Con la intención de

conocer el posible grado de competencia entre las dos tallas de pejerrey y con otras especies analizadas, se aplicó el índice de Morisita-Horn, el cual considera el solapamiento de los ítems alimenticios que conforman la base de la alimentación de cada especie. El mismo varía de 0 (nula) a 1 (máxima superposición), considerándose valores superiores a 0,6 como solapados y consecuentemente posible presencia de competencia (salvo que se trate de un recurso excepcionalmente abundante).

V) RESULTADOS

En las publicaciones científico/académicas, esta sección generalmente incluye la descripción de los principales resultados logrados en un trabajo de investigación. Sin embargo, en este libro se han incluido algunos párrafos que forman parte de la sección Discusión con la finalidad que los lectores en general y los principales actores ligados a la pesquería de Melincué, tengan mayor claridad o facilidad para interpretar los resultados descriptos. Se aclara además que la Discusión propiamente dicha, está a continuación de Resultados.

V.1. Caracterización de la laguna y de la calidad del agua

De acuerdo a la imagen de Google Earth disponible del año 2016, la superficie de la laguna Melincué fue de aproximadamente 11.130 ha. La profundidad promedio de los 12 sitios durante el muestreo de septiembre-2018 fue de 3,08 m, con un máximo de 5,60 m (Tabla 5). Se observó uniformidad en los registros de los diferentes parámetros analizados entre los sitios de muestreo. En todas las estaciones la transparencia fue inferior a 19 cm, de acuerdo a ello la laguna se clasificó como “turbia”. Los valores medios de pH, concentración de oxígeno disuelto, temperatura, transparencia y conductividad fueron 8,81, 8,42 mg/L, 15,1 °C, 16,7 cm y 1,35 mS/cm, respectivamente (Tabla 6). La concentración de oxígeno disuelto presentó una saturación del 86 %. La turbidez medida con nefelómetro fue alta: 88,1, 79,3 y 85,9 U.N.T. La velocidad del viento media y máxima durante el muestreo fue de 4,1 y 13,5 km/h

Tabla 5. Profundidad medida en 2018 en cada estación limnológica de Melincué.

Sitio	Profundidad (m)
1	4,4
2	1,7
3	5,6
4	3,3
5	3,9
6	2,7
7	1,2
8	2,2
9	3,6
10	1,6
11	1,3
12	1,3

En marzo-2019, los registros de calidad de agua fueron similares a excepción de la mayor temperatura y ligado a ello, una concentración inferior de oxígeno disuelto que presentó un 82 % de saturación. Mediciones de oxígeno realizadas en el fondo de la laguna (interfase agua-sedimento) en dos sitios de muestreo de la parte central, no arrojaron valores de anoxia. La conductividad, por su parte, fue en promedio de 1,43 mS/cm, mientras que el pH fue de 8,88 (Tabla 6).

Tabla 6. Valores de las variables relacionadas con la calidad del agua, temperatura del aire y velocidad del viento analizadas *in situ* en la laguna Melincué en 2018 (n=12) y 2019 (n=6).

Variable	Unida	Promedio		Mínimo-máximo	
		2018	2019	2018	2019
Transparencia (Secchi)	cm	16,7	17,1	14 - 19	16 - 18,5
pH	pH	8,81	8,88	8,78 - 8,94	8,84 - 8,93
Oxígeno	mg/L	8,42	6,60	7,96 - 9,07	6,44 - 6,85
Conductividad	mS/cm	1,36	1,43	1,34 - 1,38	1,40 - 1,49
Temp. agua	°C	15,1	26,0	14,2 - 15,7	25,0 - 27,3
Temp. aire	°C	19,3	29,1	16,6 - 23,5	28,1 - 29,5
Veloc. viento (media)	km/h	4,1	5,6	0,8 - 10,9	4,4 - 7,5
Veloc. viento máximo	km/h	13,5	16,1	3,3 - 22,0	11,9 - 19,3

La reducida salinidad permite categorizar a la laguna Melincué como oligohalina; la concentración de arsénico fue de 0,069 mg/L y según su composición iónica, fue bicarbonatada sódica. Desde el punto de vista de la dureza del agua se encuadró como agua blanda; los resultados de los análisis físico-químicos en cada estación de muestreo reflejan una condición homogénea en el ecosistema (Tabla 7). Las concentraciones de ambos nutrientes fueron elevadas: el NT alcanzó 4,47 ±0,15 mg/L y el PT 1,83 ±0,03 mg/L. En marzo-2019, los valores de PT y NT fueron algo más elevados, al igual que la salinidad y la dureza del agua (Tabla 7).

La concentración de clorofila-*a* fitoplanctónica fue relativamente reducida y uniforme entre los sitios de muestreo establecidos en 2018 (Tabla 8). La cantidad de sólidos suspendidos totales fue 36,27 mg/L, la de la fracción inorgánica fue 16,9 mg/L y los de origen orgánico alcanzaron 19,37 mg/L. Se observó que el agua tuvo una coloración amarillada, persistente luego del filtrado que le retiró plancton y sólidos suspendidos (Figura 24), que al igual que el resto de las variables mostró gran uniformidad en los diferentes sectores de la laguna.

La concentración de clorofila-*a* fitoplanctónica determinada en las muestras de agua de marzo-2019, fue relativamente reducida y su valor medio (1,40 mg/m³) similar a la de septiembre-2018 (Tabla 9). A los efectos de comparar la concentración de sólidos suspendidos (totales, inorgánicos y orgánicos) entre septiembre-2018 y marzo-2019, se tomaron muestras de agua en cinco puntos los cuales se promediaron para facilitar su

comparación. En esta última ocasión, la concentración de sólidos suspendidos totales fue 21,8 mg/L, la fracción inorgánica fue 8,5 mg/L y los sólidos suspendidos de origen orgánico de 13,3 mg/L.



Figura 24. Agua filtrada (sin algas ni sólidos en suspensión). Puede observarse la coloración amarronada que permanece después de retirarle el material particulado orgánico e inorgánico.

Tabla 7. Características químicas del agua de la laguna Melincué.

Determinación	Unidad	Sitio 1	2018		Centro
			Sitio 2	Sitio 3	2019
Residuo Seco	mg/L	1101,6	1128	1047	1250
Carbonatos	mg/L	34,3	37,5	44,1	51,5
Bicarbonatos	mg/L	662,9	639,7	639,7	697,8
Sulfatos	mg/L	82,3	79,2	75,6	164
Saturación oxígeno	mg/L	100,8	97,6	99,7	118,3
Sodio	mg/L	324	332	320	400
Potasio	mg/L	21,7	21,8	20,4	27,4
Calcio	mg/L	10,4	10,6	10,2	10,4
Magnesio	mg/L	5,64	5,28	5,64	17,1
Nitrato	mg/L	7,52	7,08	6,8	18,6
Nitrito	mg/L	0,082	0,069	0,075	0,0043
Fluoruro	mg/L	1,48	1,68	1,7	2,27
Arsénico	mg/L	0,068	0,07	0,069	0,086
Rel. Mg/Ca		0,54	0,50	0,55	1,65
Rel. Ca+Mg/ Na+K		0,05	0,04	0,05	0,06
Dureza total	ppm Ca CO ₃	49,5	48,5	49	97,4
Alcalinidad	ppm Ca CO ₃	600,60	586,88	597,95	657,8
N _{Total}	mg/L	4,6	4,3	4,5	4,87
P _{Total}	mg/L	1,85	1,80	1,85	1,96
DQO	mg/L	65,5	64,9	65,6	68,30

Tabla 8. Concentración de clorofila-a (mg/m^3) de los diferentes sitios de muestreo correspondientes al año 2018.

Muestra	Clorofila-a
1	0,96
2	1,57
3	1,62
4	1,15
5	0,92
6	1,36
7	1,47
8	2,06
9	1,12
10	1,04
11	1,02
12	2,02
Media	1,36

Tabla 9. Concentración de clorofila-a (mg/m^3) y sólidos suspendidos (mg/L) correspondiente al muestreo de marzo de 2019.

Muestra	Clorofila-a	Sólidos suspendidos totales	Sólidos suspendidos inorgánicos	Sólidos suspendidos orgánicos
1	2,53	24,9	11,2	13,7
2	0,94	18,7	4,7	14,0
3	0,71	23,8	10,1	13,7
4	1,22	19,4	7,8	11,6
5	1,60	22,3	8,8	13,5
Media	1,40	21,8	8,5	13,3

V.2. Zooplancton

En el primer muestreo se registraron 18 especies o taxa: cinco cladóceros (Figura 25), cinco copépodos (Figura 26) y ocho rotíferos (Figura 27), lo que representa una diversidad mayor que la registrada en años anteriores (Tabla 10).

Entre los cladóceros o pulgas de agua, *Bosmina huaronensis* fue la única especie que se registró en la totalidad de las muestras, seguida por *Ceriodaphnia dubia* y *Diaphanosoma birgei* que no se registraron en la muestra 9. Por otro lado, *Simocephalus serrulatus* fue encontrado sólo en la muestra 12. Cabe acotar que las especies de zooplancton en general no poseen nombres vulgares razón por la cual se utiliza terminología científica.

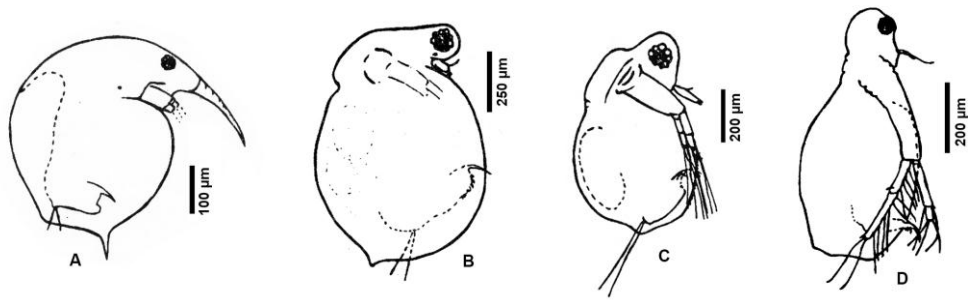


Figura 25. Cladóceros más representativos de la laguna Melincué en septiembre de 2018. A: *Bosmina huaronensis*. B: *Ceriodaphnia dubia*. C: *Moina micrura*. D: *Diaphanosoma birgei*.

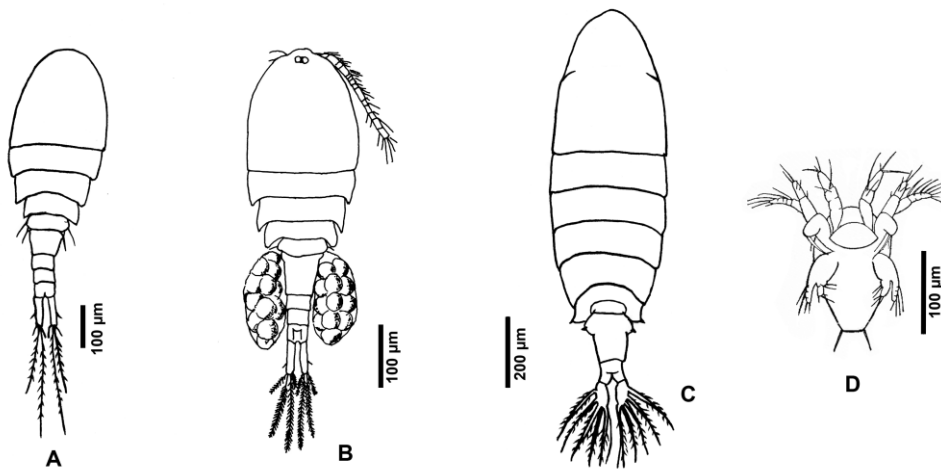


Figura 26. Copépodos más representativos de la laguna Melincué en septiembre de 2018. A: *Microcyclops anceps*. B: *Metacyclops mendocinus* (tomado de Brandorff et al., 2011). C: *Notodiaptomus deitersi*. D: Larva nauplio.

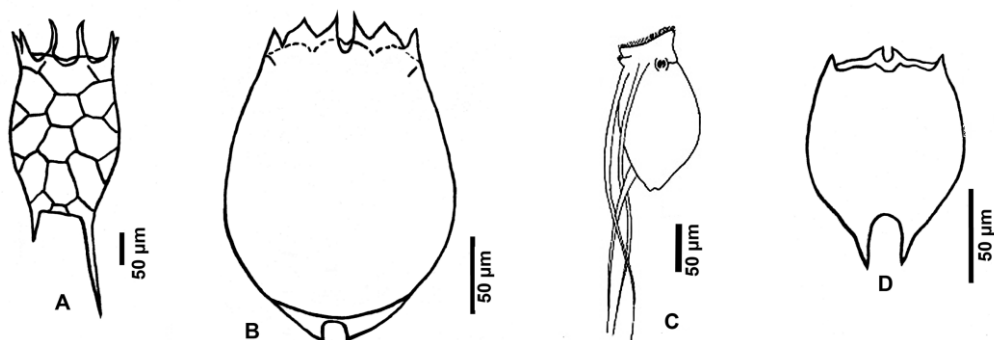


Figura 27. Rotíferos más representativos de la laguna Melincué en septiembre de 2018. A: *Keratella tropica*. B: *Brachionus plicatilis*. C: *Filinia longisetia*. D: *Brachionus caudatus*.

En el caso de los copépodos, *Boeckella gracilis* se registró en todas las muestras mientras que *Microcyclops anceps*, únicamente no se encontró en la muestra 11.

Keratella tropica, fue el único rotífero que se encontró en la totalidad de las muestras, seguido por *Brachionus plicatilis*, ausente solo en las muestras 1 y 6.

Tabla 10. Especies registradas en el zooplancton de la laguna Melincué en 2018 y 2019 y comparación con las registradas en otros estudios.

Grupo / Especie	Septiembre 2018	Marzo 2019	Battaüz <i>et al.</i> , 2013
Cladóceros			
<i>Bosmina huaronensis</i> Delachaux, 1918	X	X	
<i>Ceriodaphnia dubia</i> Richard, 1895	X		
<i>Moina micrura</i> Kurz, 1874	X	X	X
<i>M. eugeniae</i> Olivier, 1954			X
<i>Diaphanosoma birgei</i> Korinek, 1981	X	X	
<i>Daphnia spinulata</i> Birabén, 1917	X		
<i>D. menucoensis</i> Paggi, 1996			X
<i>Alona</i> sp.		X	
Copépodos			
<i>Microcyclops anceps</i> (Richard, 1897)	X	X	
<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski, 1892)	X		X
<i>Boeckella gracilis</i> (Daday, 1902)	X	X	X
<i>B. poopuensis</i> Marsh, 1906			X
<i>Notodiaptomus deitersi</i> (Poppe, 1891)	X	X	
Harpacticoideo	X		X
Rotíferos			
<i>Keratella americana</i> Carlin, 1943		X	
<i>K. tropica</i> (Apstein, 1907)	X	X	
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	X	X	X
<i>Brachionus plicatilis</i> Müller, 1786	X	X	X
<i>B. calicyflorus</i> Pallas, 1766	X	X	
<i>B. caudatus</i> Barrois & Daday, 1894	X	X	
<i>B. angularis</i> Gosse, 1851		X	X
<i>B. dimidiatus</i> Bryce, 1931		X	
<i>B. havanaensis</i> Rousselet, 1911		X	
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	X		
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	X		
<i>Euchlanis</i> sp.	X		
<i>Hexarthra</i> sp.		X	
<i>Colurella</i> sp.		X	

La mayor riqueza se encontró en las muestras 2, 5 y 12, en las que se registró mayor número de especies de cladóceros y de copépodos. Inversamente, en la muestra 9 el número de especies fue muy reducido (Figura 28), sobre todo porque se registraron 3 rotíferos y un solo cladóceros.

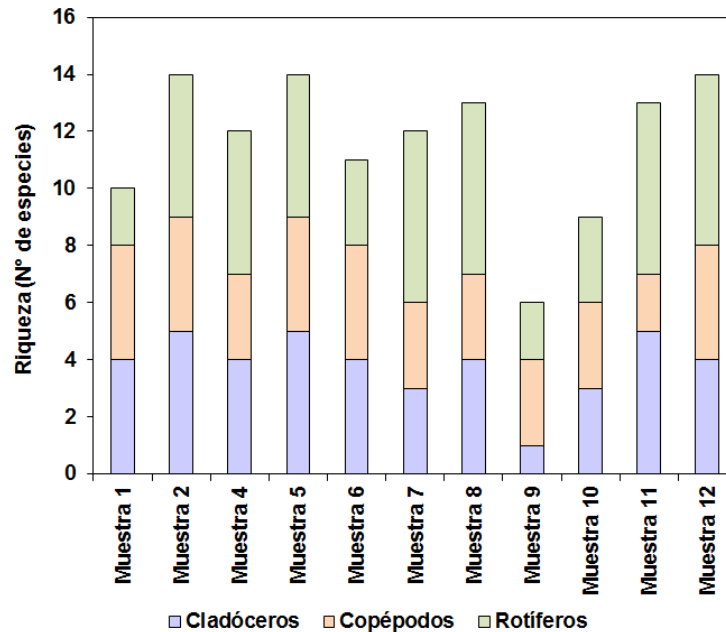


Figura 28. Riqueza del zooplancton de la laguna Melincué (año 2018), discriminada por grupo taxonómico.

La densidad media del zooplancton (micro + macro) fue relativamente reducida y alcanzó $89,0 \pm 38,1$ ind./L. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la densidad de las diferentes muestras (entre sitios de la laguna) (H: 6,444; p: 0,7767), a pesar de lo cual la abundancia total en la muestra 12 fue entre dos y tres veces más elevada que la de las muestras 1; 5; 6; 7; 9; 10 y 11. En ocho muestras los copépodos (suma de adultos, estadios de copepoditos y larvas nauplio) fueron los más abundantes y los rotíferos fueron más escasos en la totalidad de las muestras.

Entre los crustáceos, el cladóceros *B. huaronensis* fue el que mayor densidad alcanzó ($24,63 \pm 22,2$ ind./L), seguido por el copépodo *B. gracilis* ($9,4 \pm 5,7$ ind./L). Por otro lado, hubo especies que alcanzaron densidades sumamente reducidas, como *Daphnia spinulata* ($0,15 \pm 0,2$ ind./L) *Metacyclops mendocinus* ($0,03 \pm 0,09$ ind./L) y *Simocephalus serrulatus* ($0,01 \pm 0,03$ ind./L) (Figura 29). En el caso de los rotíferos, mientras *K. tropica* alcanzó una densidad media en la laguna de $5,7 \pm 4,3$ ind./L, el resto de las especies no alcanzó a registrar 1 ind./L.

En la segunda campaña de muestreo (marzo-2019), se registraron 18 *taxa*: cuatro cladóceros, tres copépodos y 11 rotíferos (Tabla 10). La riqueza específica fue igual a la del muestreo anterior, aunque la distribución de las especies dentro de los tres grupos taxonómicos fue diferente, con predominio de los rotíferos.

Entre los cladóceros, *Diaphanosoma birgei* y *Moina micrura* se registraron en todas las muestras (6), *Bosmina huaronensis* en cuatro y *Alona* sp. solamente en una.

Entre los copépodos, *Boeckella gracilis* se registró en todas las muestras seguido por *Notodiaptomus deitersi*, ausente sólo en una de ellas.

Keratella americana estuvo presente en todas las muestras, seguida por *Hexarthra* sp. y *Filinia longiseta*. Las dos primeras especies no se habían registrado hasta el momento en la laguna Melincué. Se registraron tres nuevas especies del género *Brachionus*, ausentes en el muestreo de septiembre-2018, dos de las cuales no se habían hallado hasta el momento en esta laguna (*B. dimidiatus* y *B. havanaensis*). En la Figura 30 se puede observar la abundancia relativa.

La riqueza específica más elevada se observó en las muestras 1 y 2. A excepción de la muestra 3, siempre predominaron los rotíferos (Figura 31).

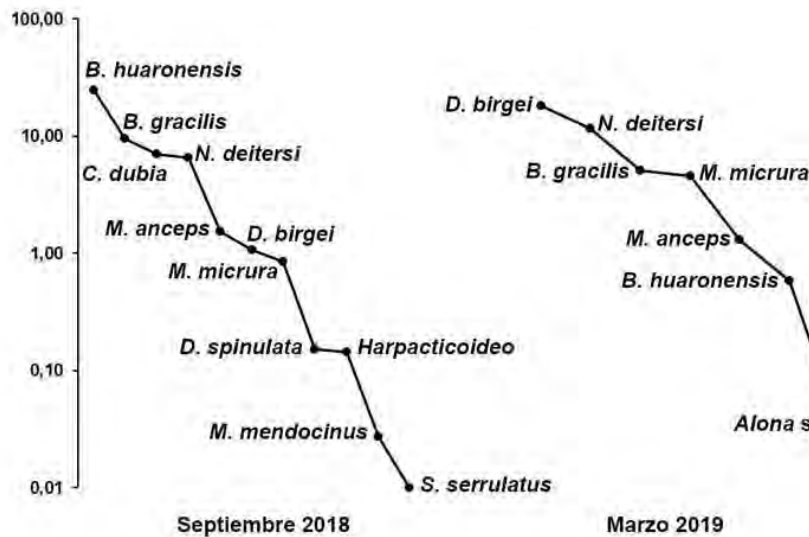


Figura 29. Abundancias medias relativas de la totalidad de los microcrustáceos registrados en el zooplancton en ambos muestreos.

La densidad media total del zooplancton de Melincué en marzo-2019 fue mucho más elevada que la calculada para septiembre-2018 (muestreo anterior) alcanzando $519,3 \pm 331,8$ ind./L contra los $89,0 \pm 38,1$ ind./L de la anterior ocasión. No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la densidad de las diferentes muestras (entre sitios de la laguna) (H: 1,51; p: 0,8992).

La densidad de los rotíferos ($434,1 \pm 276,6$ ind./L) fue mayor que la de cladóceros y copépodos (adultos, copepoditos y larvas nauplio sumados), a diferencia del muestreo anterior cuando se obtuvo una situación inversa (Figura 32).

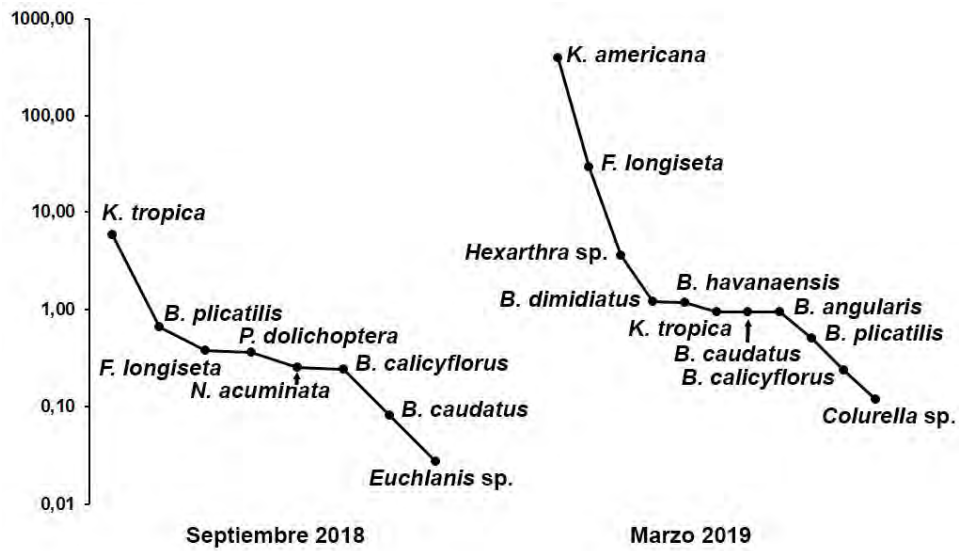


Figura 30. Abundancias medias relativas de la totalidad de los rotíferos registrados en el zooplancton de ambos muestreos.

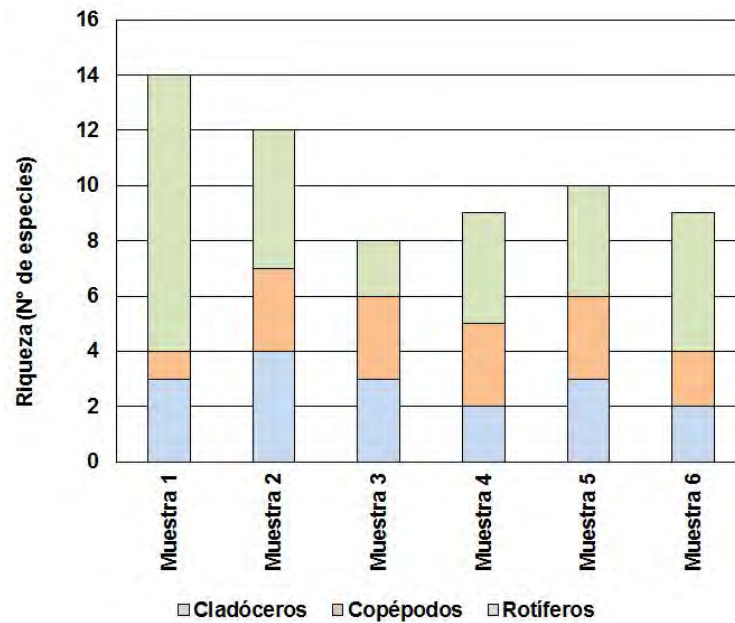


Figura 31. Riqueza del zooplancton de la laguna Melincué, por grupo taxonómico (año 2019).

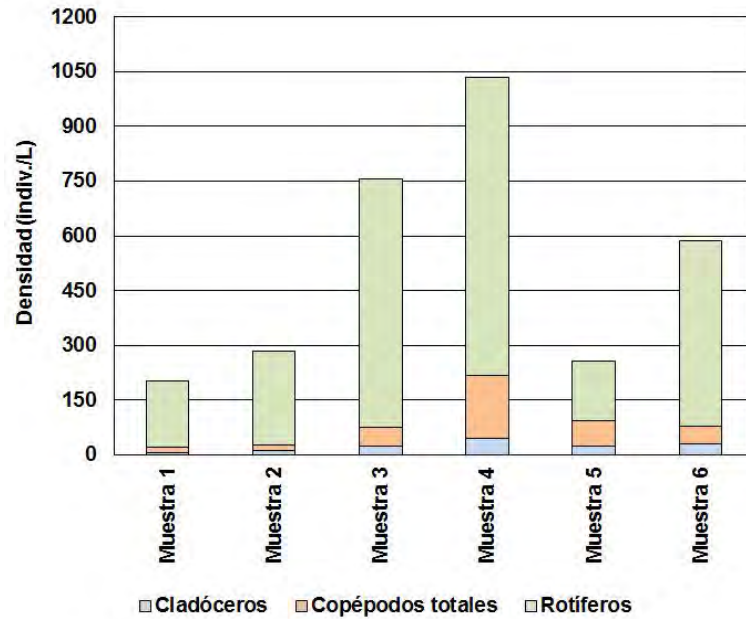


Figura 32. Densidad del zooplancton de la laguna Melincué (año 2019).

Entre los crustáceos, la densidad media de los copépodos ($62,1 \pm 57,4$ ind./L) fue mayor en todas las muestras respecto a cladóceros ($23,2 \pm 14,3$ ind./L) y la mayor densidad por especie la alcanzó *Diaphanosoma birgei* ($18,0 \pm 13,7$ ind./L) seguido por *Notodiaptomus deitersi* ($11,5 \pm 12,5$ ind./L). *Bosmina huaronensis*, tuvo una densidad muy baja ($0,6 \pm 0,7$ ind./L), situación diferente al muestreo anterior, cuando fue el crustáceo que alcanzó la mayor densidad. *Alona* sp. fue el cladóceros con menor abundancia relativa ($0,03 \pm 0,08$ ind./L).

Keratella americana fue ampliamente dominante entre los rotíferos alcanzando $395 (\pm 298,6)$ ind./L (seguida por *Filinia longiseta* con $29,5 (\pm 35,0)$ ind./L) y fue la especie que más influyó en la densidad total del zooplancton. Esta situación difirió de la observada en el muestreo anterior, donde dominó *K. tropica* aunque con una densidad mucho menor ($5,8 \pm 4,3$ ind./L).

V.3. Biología pesquera

V.3.1. Ictiofauna

En ambos muestreos se capturaron 11 especies de peces, pertenecientes a 4 órdenes y 7 familias (Tabla 11 y Figura 33). La riqueza (cantidad) de especies ícticas de Melincué fue mayor al promedio de una base de datos conformada por 35 lagunas del centro de Argentina ($P < 0,001$). Los índices de diversidad fueron medios-altos. Los resultados de los índices de Shannon y de Simpson fueron de 2,70 - 0,82 y 2,39 - 0,79 para 2018 y 2019 respectivamente. En relación a la biomasa o peso de los peces capturados, el índice de Shannon también arrojó un valor similar al calculado con el número de peces. Los resultados se presentan en la Tabla 12.

Tabla 11. Especies ícticas capturadas en septiembre de 2018 en la laguna Melincué.

Orden / Familia / Especie	Nombre común
Orden Atheriniformes	
Familia Atherinopsidae	
<i>Odontesthes bonariensis</i> (Valenciennes, 1835)	Pejerrey
Orden Cyprinodontiformes	
Familia Anablepidae	
<i>Jenynsia lineata</i> (Jenyns, 1842)	Orillero / madrecita
Orden Characiformes	
Familia Curimatidae	
<i>Cyphocharax voga</i> (Hensel, 1870)	Sabalito
Familia Characidae	
<i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887)	Mojarra
<i>Oligosarcus jenynsii</i> (Günther, 1864)	Dientudo
<i>Cheirodon interruptus</i> (Jenyns, 1842)	Mojarrita
<i>Astyanax</i> sp.	Mojarra cola roja
Familia Erythrinidae	
<i>Hoplias</i> cf. <i>malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Tararira / tarucha
Orden Siluriformes	
Familia Callichthyidae	
<i>Corydoras paleatus</i> (Jenyns, 1842)	Corydora / limpiafondo
Familia Pimelodidae	
<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy y Gaimard, 1824)	Bagre negro
<i>Pimelodella laticeps</i> (Eigenmann, 1917)	Bagre cantor

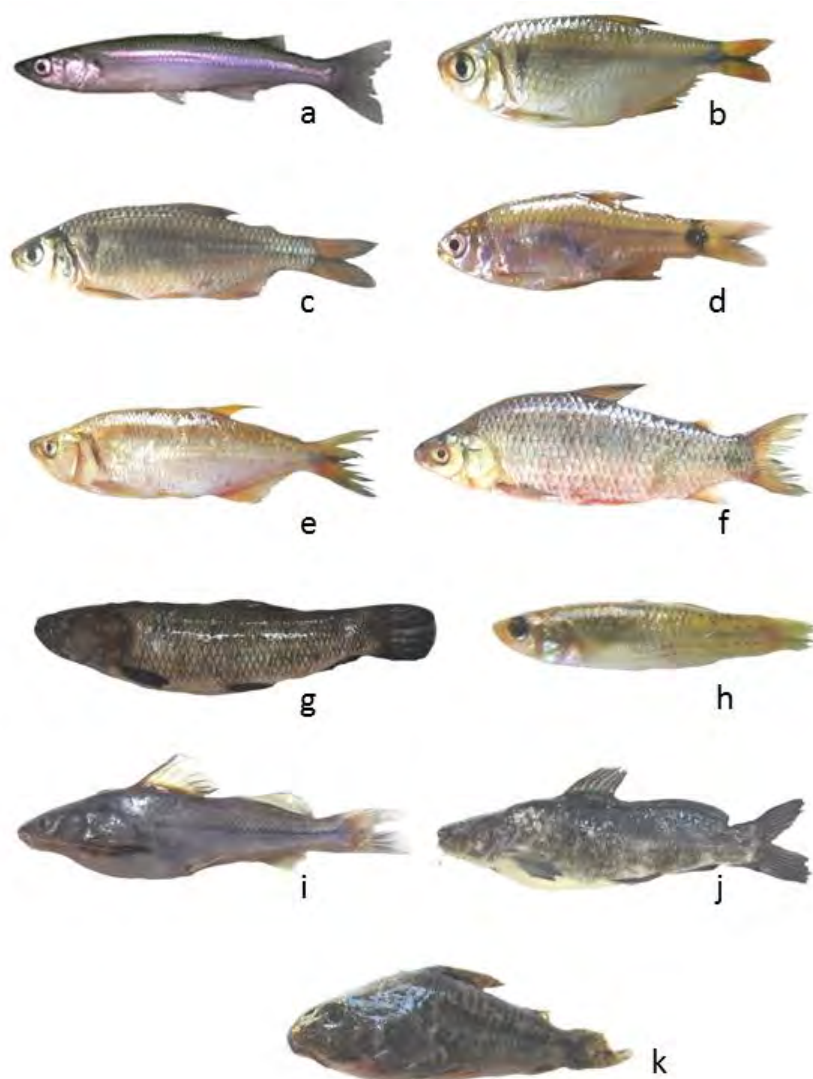


Figura 33. Ictiofauna (nombres vulgares) de la laguna Melincué capturada en septiembre de 2018: a) pejerrey; b) mojarra cola roja; c) mojarra; d) mojarrita; e) dientudo; f) sabalito; g) tararira; h) orillero; i) bagre cantor; j) bagre negro; k) limpiafondo o corydora.

Tabla 12. Riqueza y diversidad de peces de la laguna Melincué (*: calculado con el peso de los peces).

Referencia	Año 2018	Año 2019
Riqueza de especies	11	11
Equidad	0,78	0,69
Índice de Margalef	1,53	1,55
Especies efectivas	5,57	3,78
Índice de Shannon	2,70	2,39
Índice de Simpson	0,82	0,79
Índice de Shannon(*)	2,17	2,06

En 2018, la mojarra *Astyanax* sp. fue la especie que registró mayor abundancia en lo que respecta al número total de peces capturados (24,6 %), seguido del dientado (21,7 %) y el pejerrey (20,5 %) (Figura 34). Estas tres especies representaron más del 60 % del número total de peces obtenidos considerando todos los artes de pesca. En la misma figura se presenta el peso total de las capturas sin discriminar arte de pesca, donde el pejerrey ocupó el lugar más importante (36,4 %). En cambio, en 2019 el dientado, la mojarra *Astyanax* sp. y la mojarrita (*Ch. interruptus*) fueron las tres especies más numerosas, totalizando el 78,2 %. La tararira (47,8 %) y el pejerrey (23,0 %) fueron las especies que registraron mayor biomasa (Figura 35).

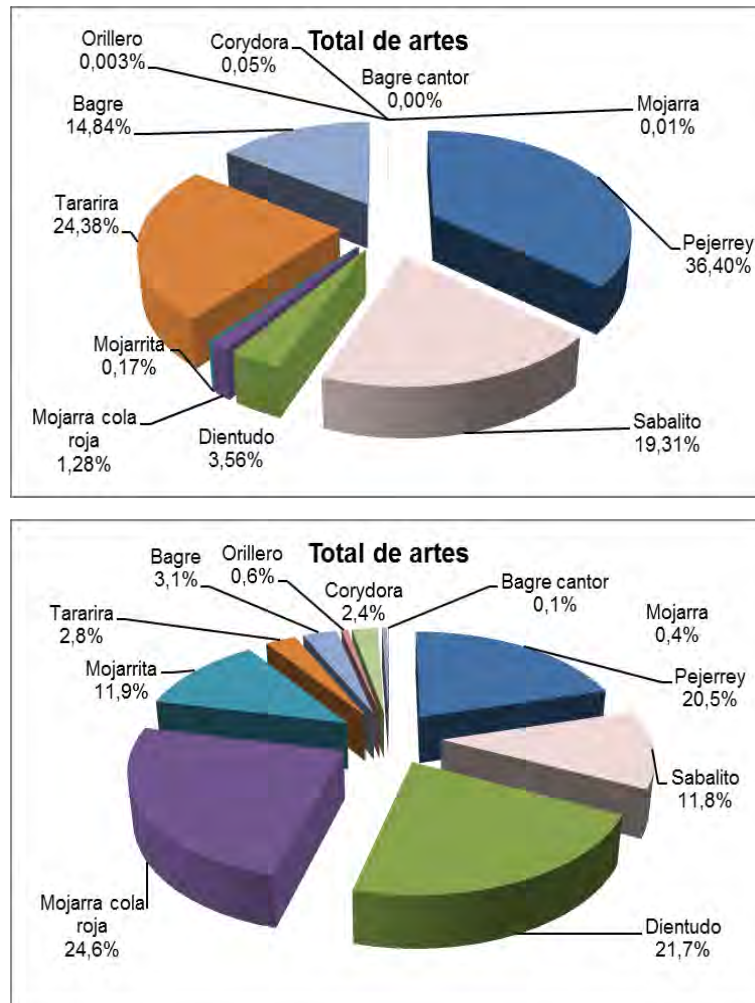


Figura 34. Distribución porcentual de la abundancia en número (imagen superior) y en peso (inferior) de las especies de peces capturadas en la laguna Melincué con la totalidad de las artes de pesca (año 2018).

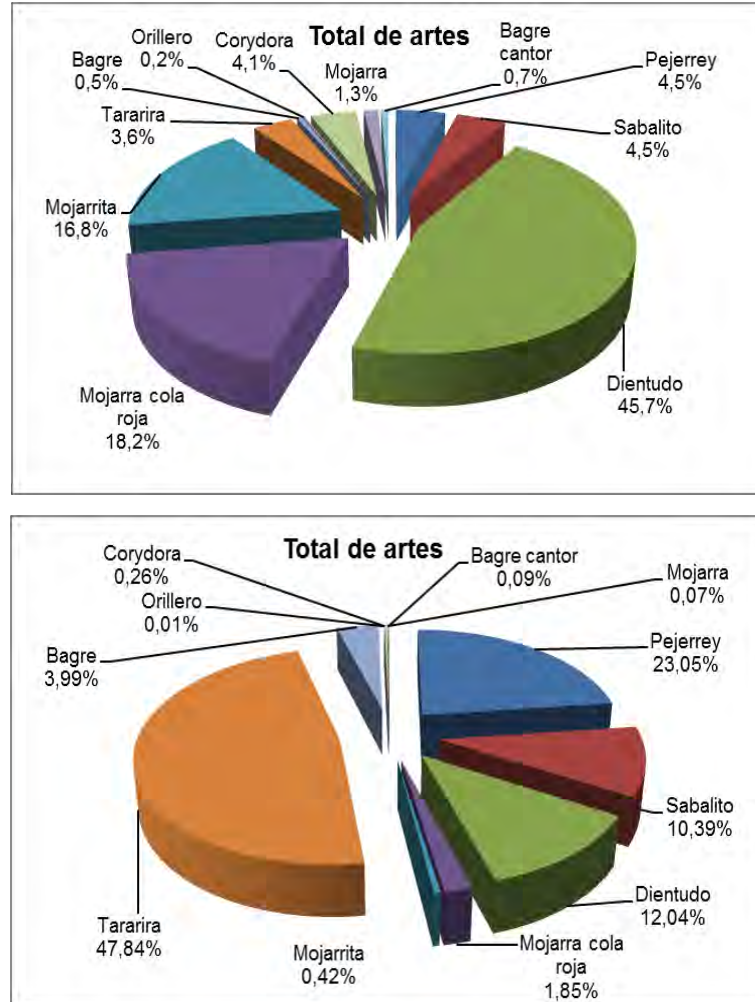


Figura 35. Distribución porcentual de la abundancia en número (imagen superior) y en peso (inferior) de las especies de peces capturadas en la laguna Melincué con la totalidad de las artes de pesca (año 2019).

Las Figuras 36 y 37 representan el IRI (Índice Relativo de Importancia) correspondiente a 2018 y 2019, que incluye los porcentajes en peso (% W) y número (% N) de peces capturados y la frecuencia de ocurrencia (% FRQ) en uno u otro arte de pesca; sintetiza e integra numerosidad, biomasa y frecuencia de captura para todas las especies capturadas con los tres artes empleados. Se puede observar las marcadas modificaciones entre los dos muestreos, donde en el primero dominó el pejerrey y en el segundo las especies piscívoras, es decir las que incluyen a peces en su dieta, como es el caso del dientudo que preda sobre peces pequeños y la tararira.

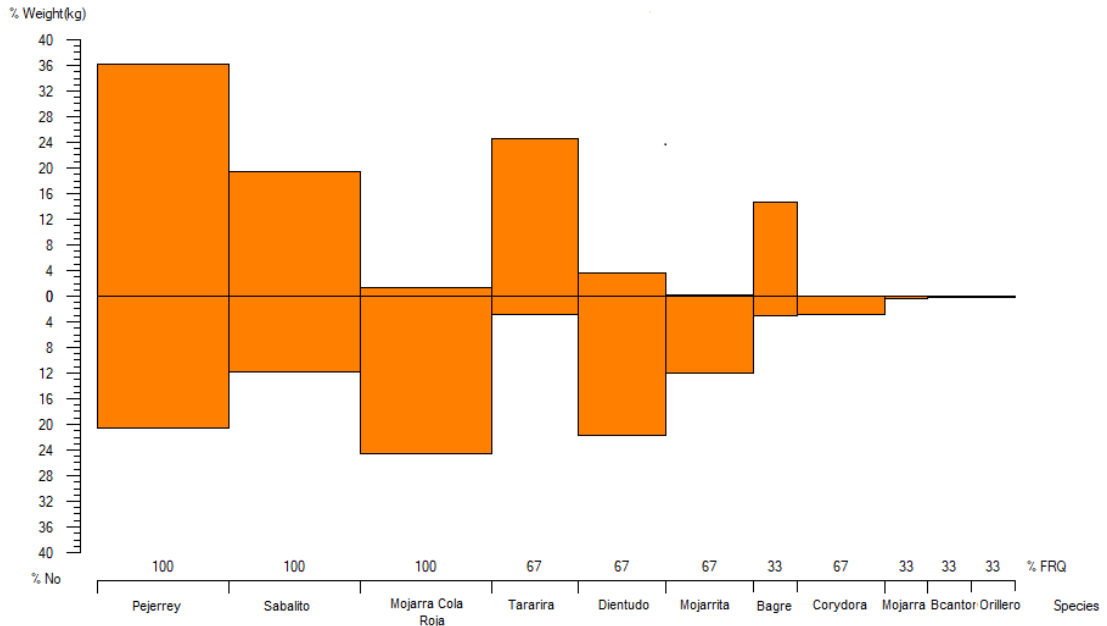


Figura 36. Representación gráfica del porcentaje en peso (% W), número (% N) de peces capturados y frecuencia de ocurrencia (% FRQ) con los tres artes empleados en 2018.

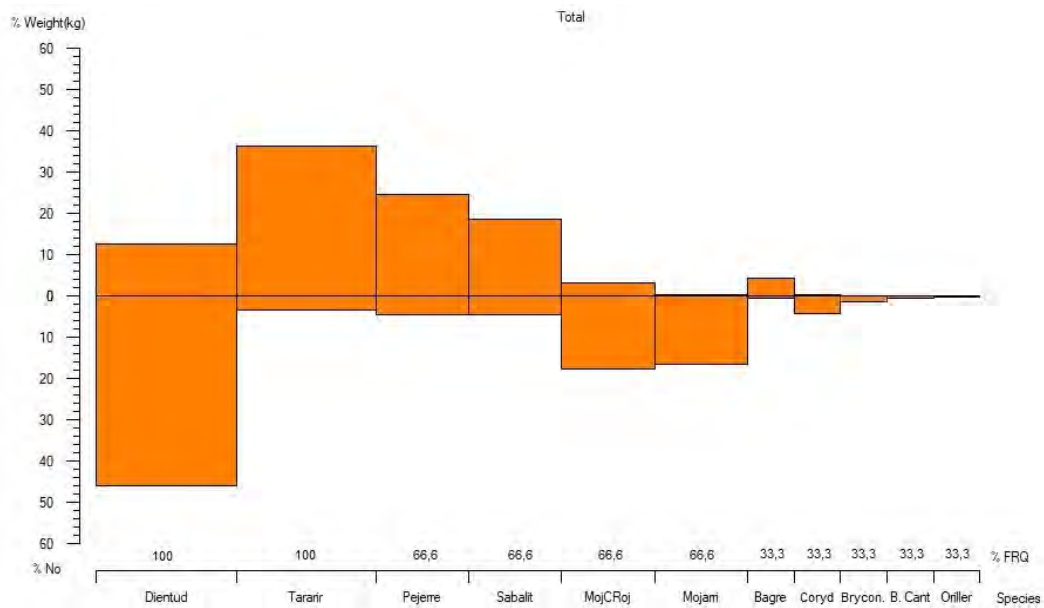


Figura 37. Representación gráfica del porcentaje en peso (% W), número (% N) de peces capturados y frecuencia de ocurrencia (% FRQ) con los tres artes empleados en 2019.

La pesca con líneas de mano (año 2018) capturó exclusivamente pejerrey, por esa razón no fue incluida en el gráfico. Pejerrey, sabalito y mojarra cola roja fueron capturados en la costa y en el interior del ambiente con las 3 artes en septiembre-2018; el bagre también pero no se registró captura con la trampa; la tararira en la costa, igual que corydora, mojarra, bagre cantor y orillero, pero estos últimos, en parte, debido a la

selectividad de las artes. En marzo-2019 la tararira se capturó en la costa y en el interior del ambiente mediante redes agalleras.

La comparación de las capturas obtenidas con cada arte muestra que con la red de arrastre la mojarra de cola roja (*Astyanax* sp.) fue la especie más abundante (30,5 %) en 2018, seguida por el dientudo. El pejerrey ocupó el cuarto lugar y sólo representó el 10,8 % de las capturas (Figura 38). Al comparar los pesos de los peces capturados con este arte, el sabalito fue la especie que más aportó (35,9 %) seguido por el bagre (28,1 %). El pejerrey representó solamente el 3,8 % del peso de las capturas. En 2019, el dientudo ocupó el primer lugar tanto en número como en peso, mientras que el pejerrey registró el 4,9 y el 2,4 % del número y peso total de los peces capturados con este arte (Figura 39), valores que manifiestan la presencia de alteraciones en las diferentes edades que componen la población.

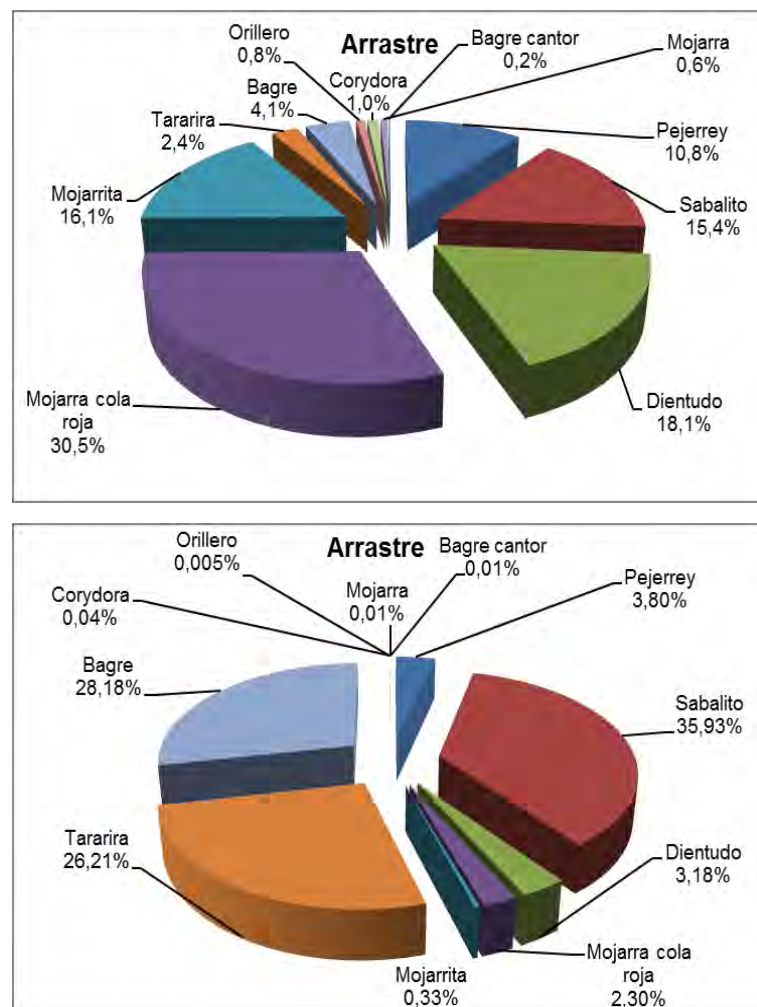


Figura 38. Captura de diferentes especies con de red de arrastre, expresada en porcentaje del número (imagen superior) y peso de los peces (imagen inferior) en el año 2018.

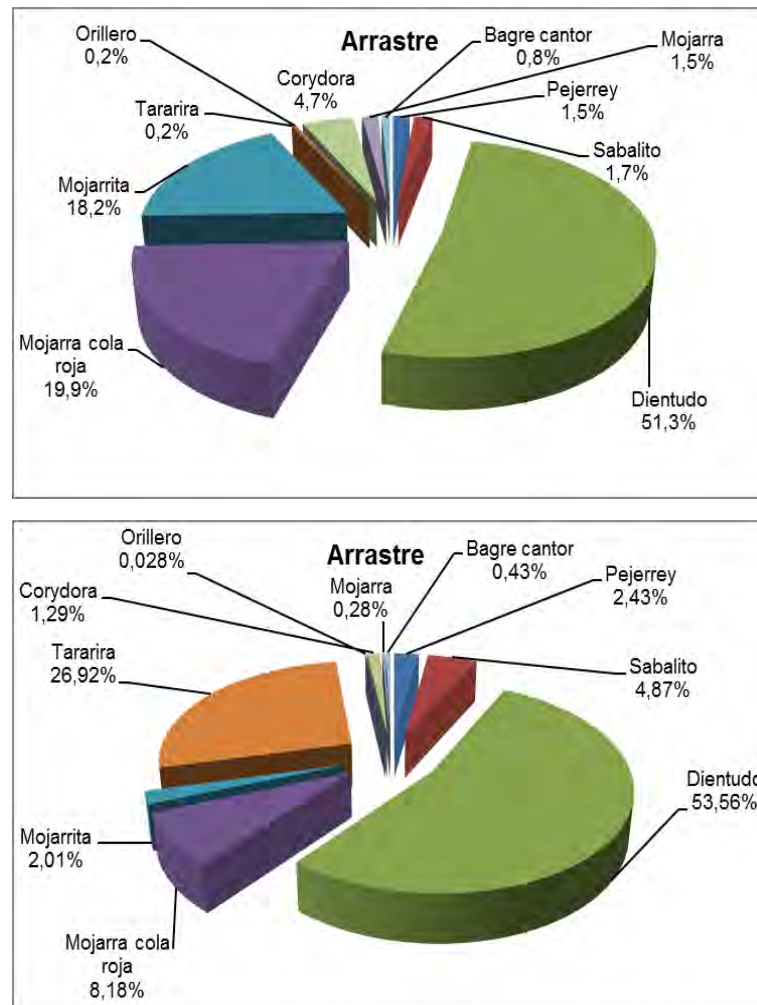


Figura 39. Captura de diferentes especies con de red de arrastre, expresada en porcentaje del número (imagen superior) y peso de los peces (imagen inferior) en el año 2019.

En 2018, el pejerrey predominó en las capturas realizadas con las redes de enmalle (Figura 40), tanto en número (53,2 %) como en peso (92,9 %). Por su parte, en 2019 la tararira, el pejerrey y el sabalito registraron valores muy similares y superaron en conjunto el 80 % del total de peces. En relación a la biomasa de la red de enmalle de dicho año, la tararira ocupó el 48,5 % y el pejerrey se ubicó segundo con 30,9 % (Figura 41).

En relación a las capturas con trampas, en 2018 corydora fue la especie más numerosa en cantidad de ejemplares (45,8 %), seguida de la tararira (29,2 %) (Figura 42) y esta última ocupó prácticamente el 85 % de la biomasa total. En esta campaña de pesca, el pejerrey representó el tercer lugar (8,3 %), en cambio, en marzo-2019, resultó llamativa la ausencia de pejerrey en la trampa, donde la mojarrita fue la de mayor abundancia (75 %) y nuevamente la tararira ocupó el mayor peso (Figura 43).

Los distintos resultados obtenidos con las tres técnicas en un mismo muestreo y también al comparar las dos campañas, demuestran la validez de utilizar diferentes artes de pesca y ratifica la distribución espacial de los peces dentro de la laguna acorde al tamaño o especie.

A modo de síntesis de los resultados expuestos y al analizar las capturas de los tres artes de pesca, se desprenden dos aspectos: a) el pejerrey representó el 20,5 y el 7,4 % de todos los peces capturados en 2018 y 2019 respectivamente y, b) esta especie representó el 36,4 y 26,5 % de la biomasa total capturada en 2018 y 2019. De dicho análisis y en ambos casos, se desprende la disminución de las capturas de pejerrey en marzo-2019 comparado con el primer muestreo, principalmente en lo referente al número de ejemplares.

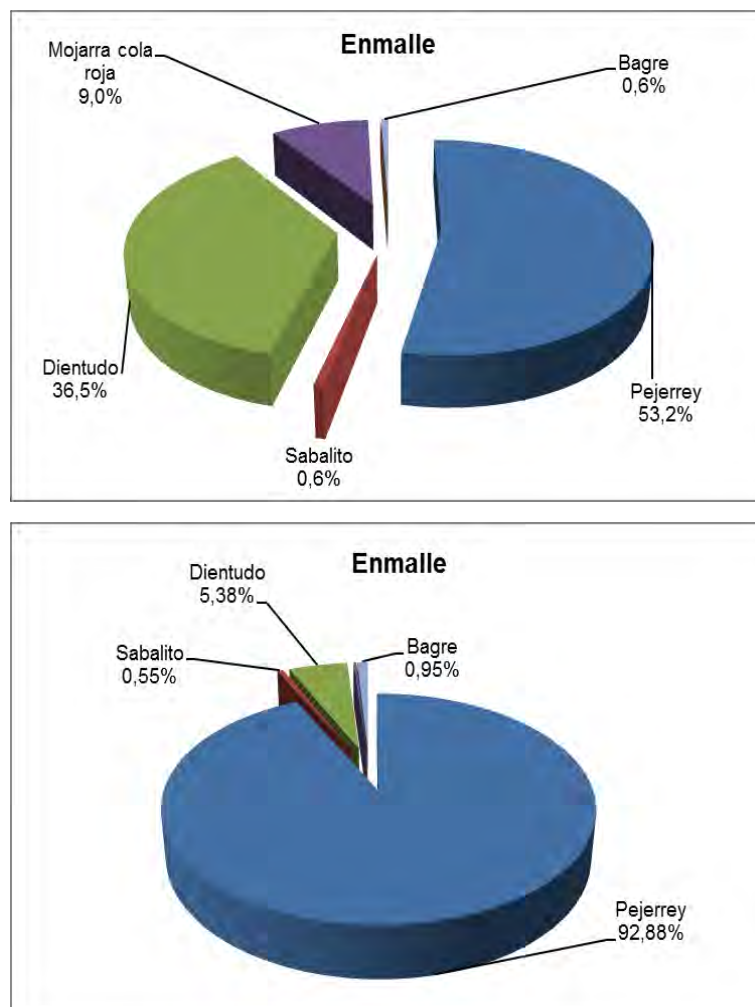


Figura 40. Captura de diferentes especies de peces mediante red de enmalle, expresada en porcentaje del número (imagen superior) y peso (imagen inferior) en el año 2018.

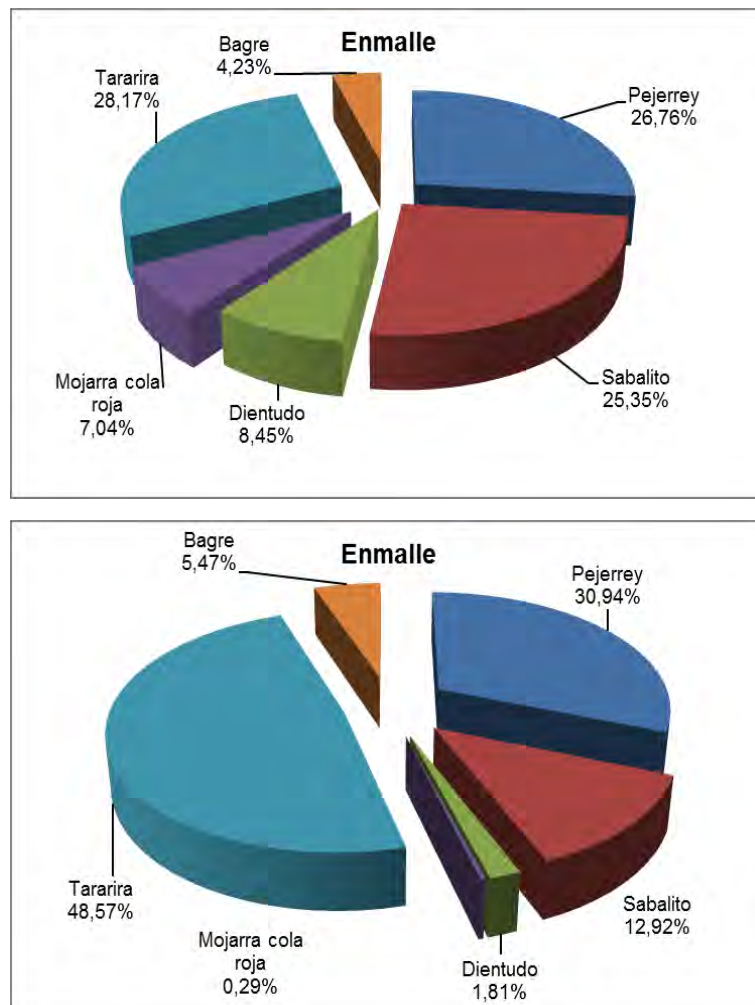


Figura 41. Captura de las diferentes especies de peces mediante red de enmalle, expresada en porcentaje del número (imagen superior) y peso (imagen inferior) en el año 2019.

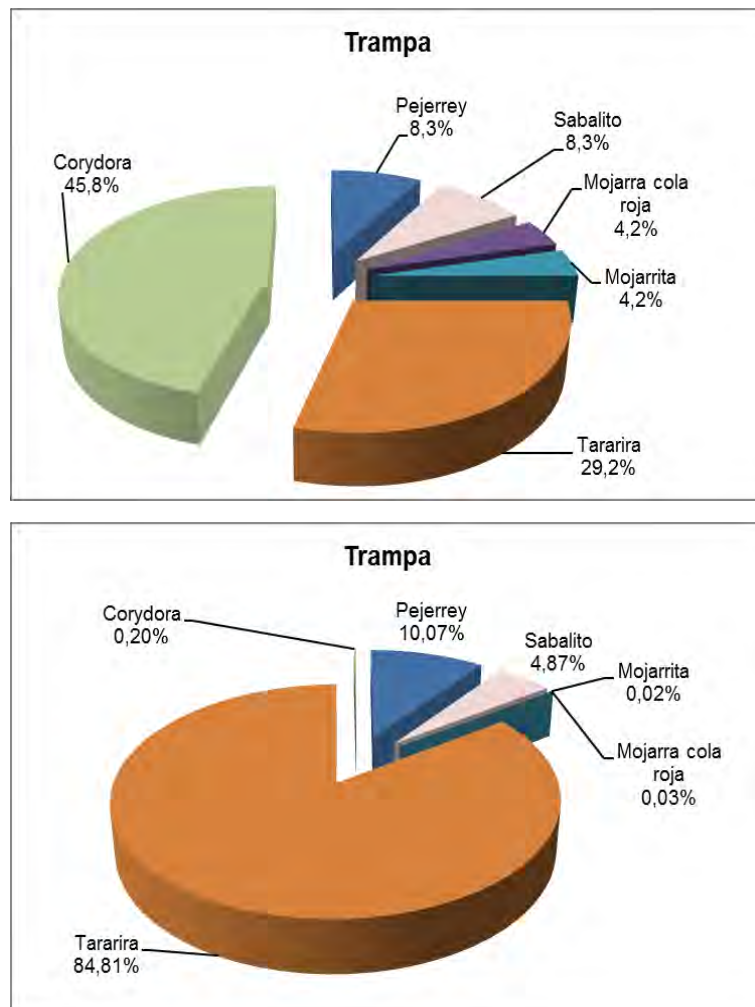


Figura 42. Captura de las diferentes especies mediante trampa, expresada en porcentaje del número (imagen superior) y peso de los peces (imagen inferior) año 2018.

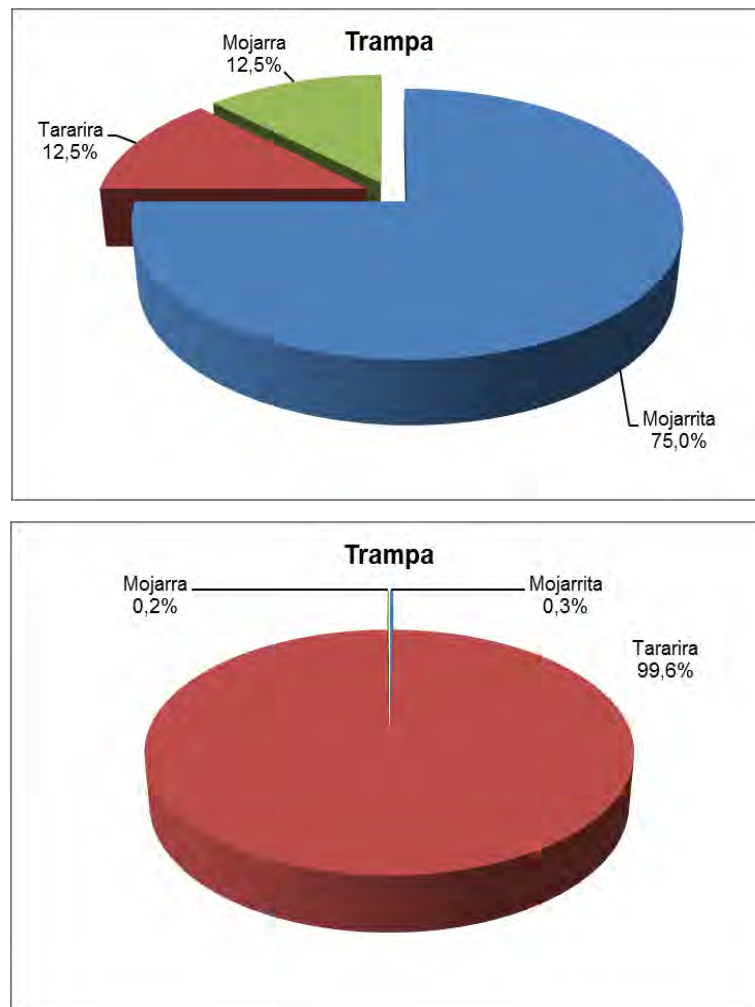


Figura 43. Captura de las diferentes especies mediante trampa, expresada en porcentaje del número (imagen superior) y peso de los peces (imagen inferior) año 2019.

V.3.2. Biología del pejerrey

V.3.2.1. Capturas con tren de enmalle experimental

Las capturas totales de *O. bonariensis* efectuadas durante 2018 con cada tren de enmalle, discriminadas por intervalo de talla de 10 mm, se representan en las Figuras 44, 45 y 46. En tanto, la Figura 47 comprende las capturas totales efectuadas con los dos trenes utilizados durante la campaña de 2019.

En las figuras correspondientes a la campaña efectuada en 2018 se observa una distribución de tallas semejante en forma independiente de la estación considerada. Si bien en "Monte seco" calada al sur del ambiente presentó mayor dispersión, se

incrementan las capturas con la longitud. Por su parte, en el sitio “Costa” la malla más efectiva resultó la de 40 mm de distancia entre nudo a nudo (nan).

En cambio, los paños de redes de menor tamaño de malla no registraron capturas durante la campaña del año 2019 y el tamaño de los ejemplares estuvo concentrado entre los 285 y los 395 mm de longitud estándar (Figura 47).

La Tabla 13 integra el número y porcentajes de ejemplares de pejerreyes capturados en cada paño en los trenes empleados en las dos campañas. De su análisis se desprende que en las capturas efectuadas en 2018 la red de 40 mm nan capturó la gran mayoría, superando por mucho la sumatoria del resto de paños. Muy distanciado en valor le siguen en orden decreciente los paños de: 36, 25, 28, 14, 32 y 19 mm nan, en tanto la red de 21 mm nan no capturó ejemplares en ninguna de las tres baterías de enmalle. Por otro lado, en 2019 las mallas de 14, 19 y 25 mm nan no registraron capturas y si bien se capturó un ejemplar en el paño de 21 mm nan, las dimensiones del mismo no corresponden al tamaño de la malla, pues se encontraba enredado (no “agallado”). Vale decir entonces que las mallas que realmente capturaron fueron las de mayores tamaños y entre ellas la de 32 mm nan registró el número más elevado.

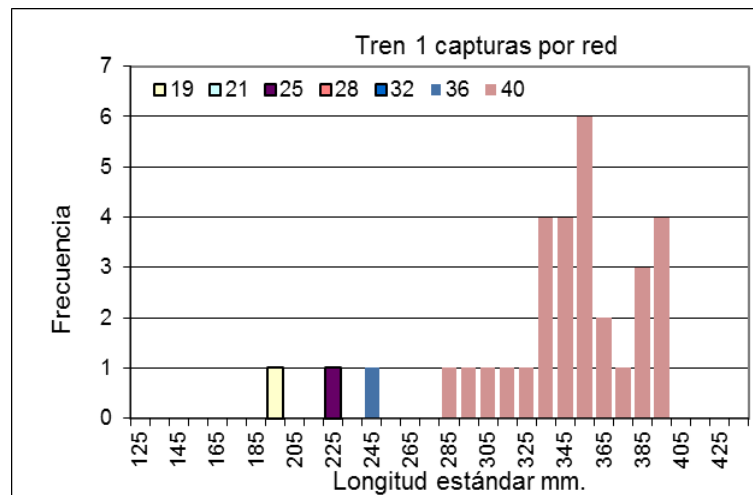


Figura 44. Distribución de las capturas efectuadas en el tren de enmalle del sitio “Costa” durante 2018, discriminadas por malla (19 a 40).

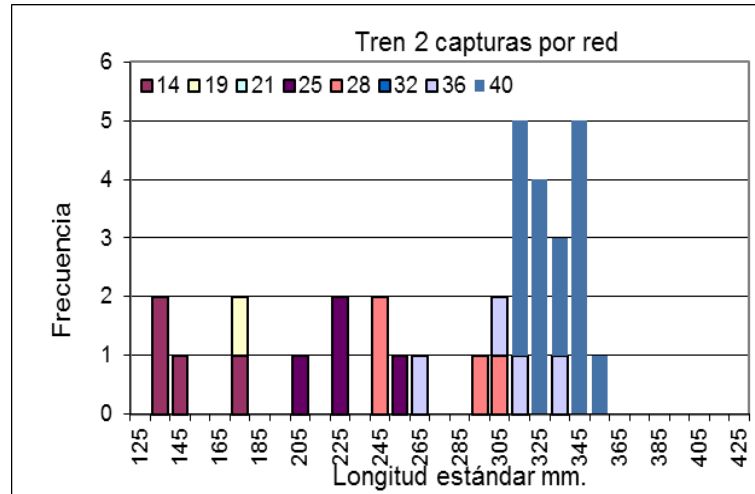


Figura 45. Distribución de las capturas efectuadas en el tren de enmalle del sitio "Monte Seco" durante 2018, discriminadas por malla (14 a 40).

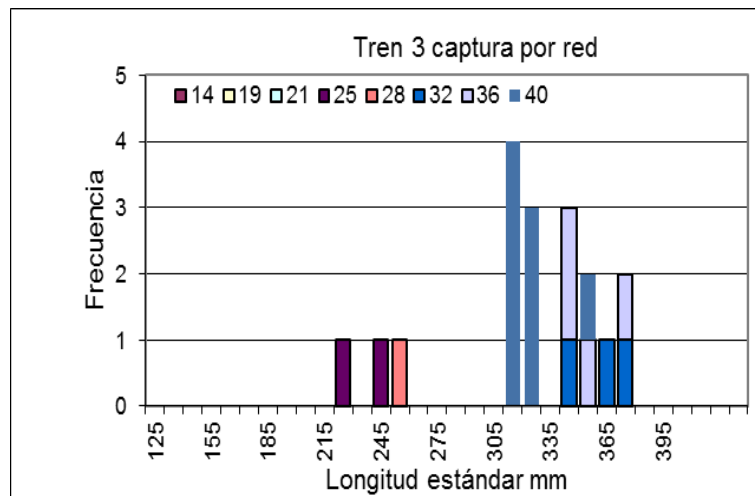


Figura 46. Distribución de las capturas efectuadas en el tren de enmalle del sitio "Centro" durante 2018, discriminadas por malla (14 a 40).

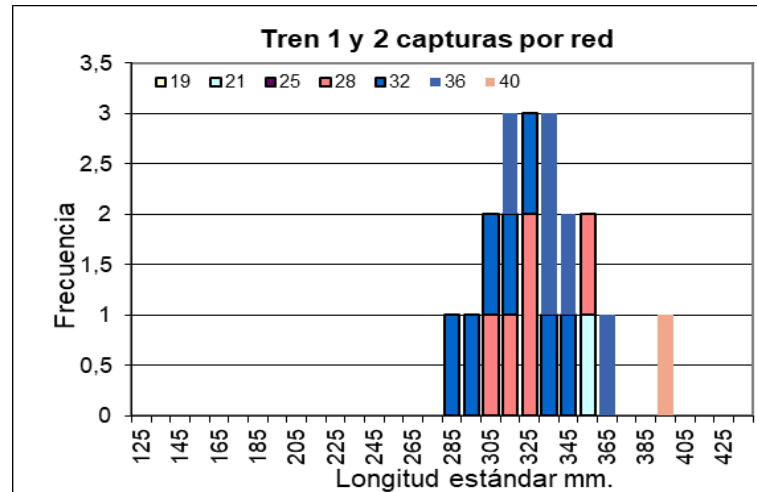


Figura 47. Distribución de las capturas efectuadas con los dos trenes de enmalle utilizados durante 2019, discriminadas por malla (19 a 40).

Tabla 13. Sumatoria de las capturas de pejerreyes en cada malla de las redes agalleras utilizadas en ambas campañas de pesca (n= número de peces).

Malla de nudo a nudo (mm)	Captura real 2018 (n)	Porcentaje de captura 2018	Captura real 2019 (n)	Porcentaje de captura 2019
14	4	4,8	0	0
19	2	2,4	0	0
21	0	0,0	1	5,3
25	7	8,4	0	0
28	5	6,0	5	26,3
32	3	3,6	7	36,8
36	9	10,8	5	26,3
40	53	63,9	1	5,3

Un análisis más exhaustivo se presenta en la Figura 48, donde se resume la distribución de frecuencias del total de capturas efectuadas en la campaña de 2018, discriminadas por tamaño de malla (en el eje de las “x” u horizontal), el número de ejemplares capturados en cada tamaño de red (en recuadro rojo), el valor de la talla media, el desvío estándar correspondientes a cada malla (recuadro verde) y la línea de tendencia entre ellas (líneas finas que unen cada media). Finalmente, un par de líneas verdes delimita los datos anómalos por fuera de lo esperado que capturó cada malla (por ejemplo en el paño de 36 mm nan se capturó un ejemplar de menor tamaño).

Existe un incremento en longitud a medida que aumenta la distancia nan, excepto el paño de 32 mm que obtuvo peces en promedio de mayor talla; el paño de 40 mm nan presentó la mayor variación o desvío. Esto se asocia a la morfología de la cabeza del pejerrey, al crecimiento diferencial del cuerpo que posibilita capturar ejemplares de mayor talla en función de tamaño de cabeza semejantes. A mayor medida del pez es más frecuente que se pierdan o distorsionen las proporciones corporales.

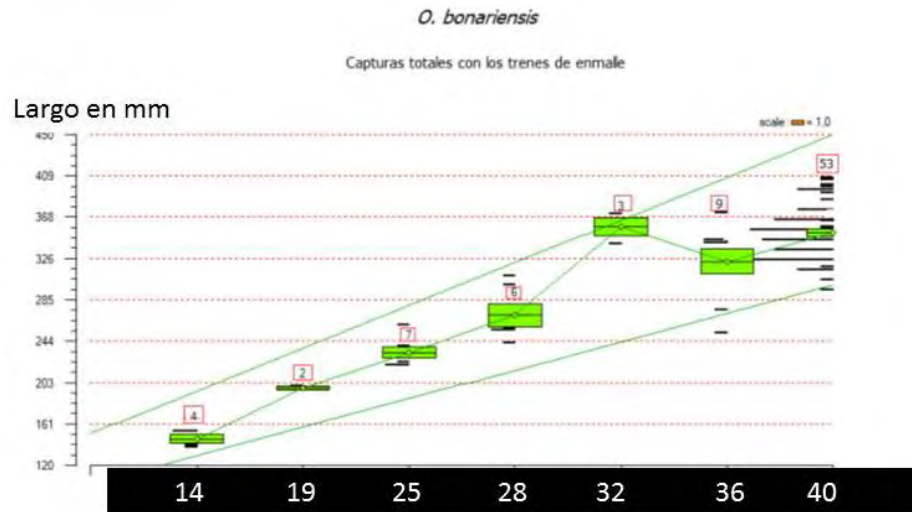


Figura 48. Distribución de la longitud o largo de capturas de pejerreyes (eje “y”) en función del tamaño de malla (eje “x”), para el año 2018.

La misma representación, pero para la campaña efectuada en 2019 en contraste muestra una dispar distribución de las longitudes respecto al tamaño de las mallas, además de la concentración de las capturas en torno a las redes de mayores tamaños ya comentada anteriormente (Figura 49).

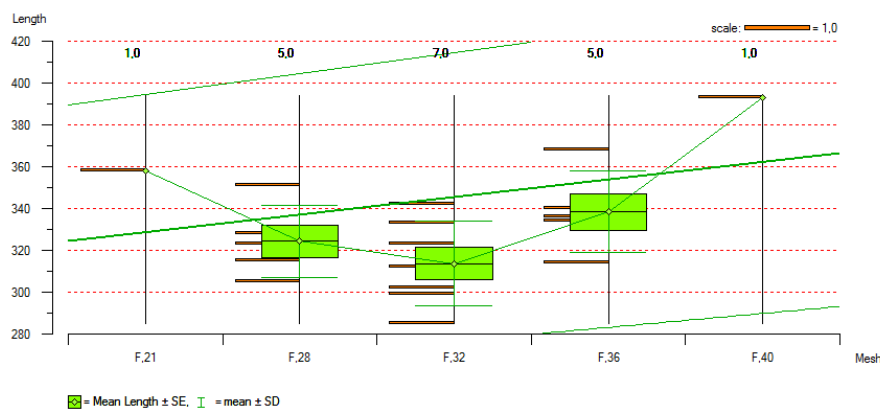


Figura 49. Distribución de la longitud o largo de capturas de pejerreyes (eje “y”) en función del tamaño de malla (eje “x”), para el año 2019.

La Tabla 14 muestra la longitud estándar media estimada para los ejemplares capturados en cada malla. Para 2018 a medida que aumenta el tamaño de malla, el tamaño medio de los peces se incrementa, indicando coherencia con el diseño de tren de pesca experimental utilizado y la selectividad de este arte; el paño 32 posee una longitud estándar de captura superior a la esperada, pero la baja representación (retuvo sólo 3 ejemplares) puede ser la causante de esta situación. En cambio, en 2019 no se verifica el mismo patrón, además un número mayor de mallas no registraron capturas (mallas de 14, 19 y 25 mm nan), el único ejemplar capturado por la malla de 21 mm, se enmalló

por enredo (es muy grande para el tamaño de malla). Comparando las dos campañas, la longitud media de captura estimada para las mallas de 28, 32, 36 y 40 mm nan, siempre fue mayor para 2019.

Una visión integrada de la distribución de las capturas que tuvieron lugar en las dos campañas efectuadas (2018 y 2019) puede apreciarse en la Figura 50, donde se representa el número de ejemplares, la variación de la longitud de los mismos, la frecuencia de captura por tamaño, el valor de la talla media, el desvío estándar correspondientes a cada campaña (recuadro verde) y la línea de tendencia entre ellas (líneas finas que unen cada media).

Tabla 14. Longitud estándar media de los pejerreyes, estimada por campaña y tamaño de malla.

Tamaño de malla en mm (nan)	Longitud media por malla (mm) 2018	Longitud media por malla (mm) 2019
14	158	Sin capturas
19	190	Sin capturas
21	Sin capturas	358
25	235	Sin capturas
28	277	324
32	362	314
36	326	338
40	350	393

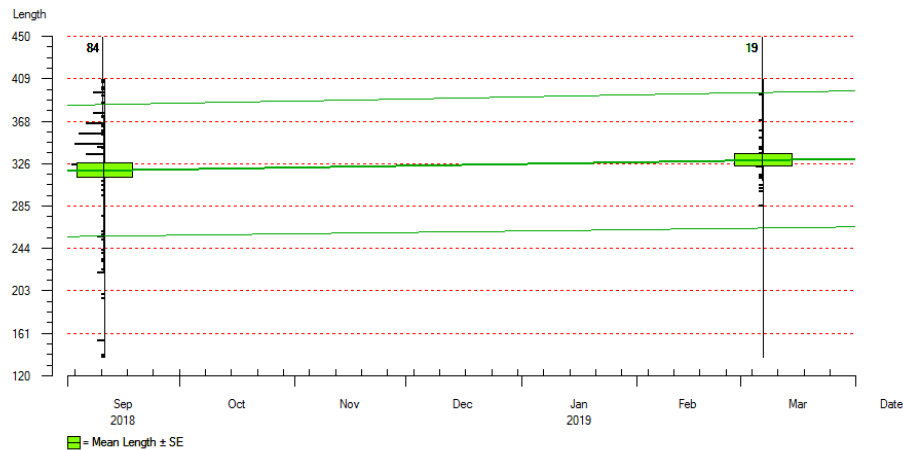


Figura 50. Distribución de la longitud o largo de capturas de pejerreyes (eje “y”) en función del tamaño de malla (eje “x”), para el año 2019.

Por otro lado, la Figura 51 sintetiza la distribución de las frecuencias de capturas de la sumatoria de los trenes empleados, en las dos campañas efectuadas. En 2018, en general las capturas presentaron un amplio rango de tallas, sin embargo, estuvieron mayoritariamente integradas por individuos medianos y grandes. Fueron especialmente

abundantes los comprendidos entre los 315 y 365 mm de longitud estándar. Si bien no se realizó *a priori* un ajuste por selectividad de los trenes de enmalle (redes agalleras) y otros ajustes estadísticos, para tratar de esta forma que los lectores tengan mayor facilidad de interpretación de las capturas, se desprende que la distribución de tallas no es frecuente en poblaciones equilibradas y hasta se podría considerar invertida. Hay mucho mayor cantidad de pejerreyes grandes (de más de 325 mm de LEst), donde a su vez la mortalidad natural o por parte de los pescadores es siempre más elevada, que pejerreyes pequeños y de menor edad (en este caso los comprendidos entre 1 y 2 años de vida).

En 2019, se intensifica esta característica poblacional pues la captura se conformó solo de individuos de grandes tallas, con comparativamente pocos ejemplares centrados en los intervalos de los 285 a los 365 mm de longitud estándar, con mayor captura en las clases centrales que fueron de 315 a 335 mm de longitud estándar (3 individuos en cada una de ellas).

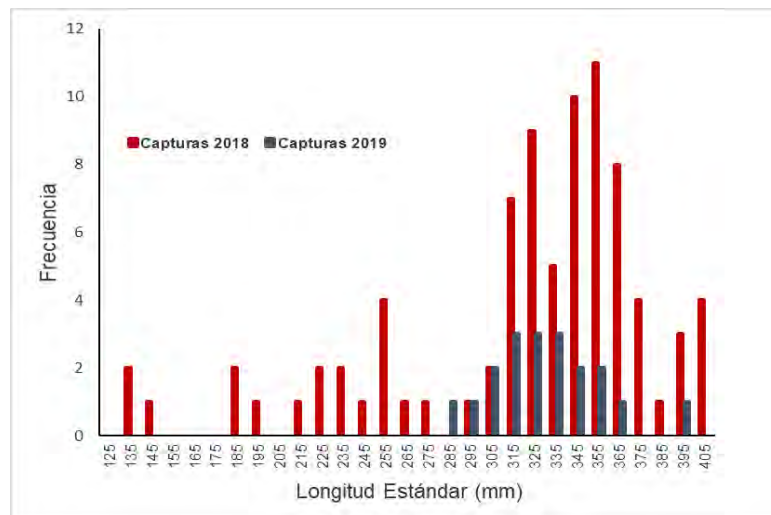


Figura 51. Distribución de las capturas totales de pejerreyes con redes agalleras, en las campañas de 2018 y 2019.

V.3.2.2. Captura por Unidad de Esfuerzo de diferentes artes

Los datos de Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de ambos muestreos con todos los artes de pesca se presentan en la Tabla 15. En la misma, se tabula la CPUE en número y peso para el total de las capturas y en particular para el pejerrey por ser la especie de interés. El esfuerzo del arrastre se corresponde a 1 lance, con su valor medio. El esfuerzo de la trampa es una noche de calado; en el caso de los enmalles se estandarizó a 15 hs de tendido (calado efectivo enmalle “Centro” = 14,3 horas, “Costa” = 15,1 horas y “Monte Seco” o “Sur” = 17,3 horas). Las dos redes de enmalle caladas en 2019, estuvieron tendidas entre 17 y 18 hs.

Si bien en los trenes de pesca experimental utilizados las capturas de pejerrey conforman valores cercanos al 50 % en numerosidad, su biomasa es incluso mayor debido a los ajustes realizados de la longitud y el peso de los peces. La lectura de la Tabla 15 indica por ejemplo que en 2018 y con un tiempo de 15 hs de tendido del tren de enmalle, se capturaron en promedio 26,3 pejerreyes con un peso de 12.586 g (478,5 g de promedio por ejemplar). En 2019, la captura de cantidad de pejerreyes con este arte fue sensiblemente menor y el peso de los mismos también. Al utilizar una red de arrastre de 30 m de longitud con 50 m de cuerda para su acercamiento a la costa, se capturaron en promedio 164 peces, de los cuales 17,6 son pejerreyes que pesaron en total 770 g. Al igual con que con la red de enmalle, la captura en 2019 con 5 maniobras de redes de arrastre fue inferior, tanto del total de especies como del número; por su parte, con la trampa ocurrió lo mismo sin lograrse capturas de pejerreyes (Tabla 15), como había sido mencionado previamente.

De los resultados anteriores se desprende que en el 2019 y a pesar de la mayor temperatura del agua, las capturas tanto de pejerrey como del total de las especies que componen la ictiofauna de la laguna Melincué fueron inferiores a las logradas en 2018. A esto se suma la menor representatividad que tuvo el pejerrey en relación al conjunto de peces que habita la laguna.

Tabla 15. CPUE de las artes de pesca empleadas, diferenciadas por sitio de muestreo y promedio para el total de las capturas y para el pejerrey en particular.

Arte o localización	CPUE total especies		CPUE pejerrey	
	Número	Peso (g)	Número	Peso (g)
Arrastre /lance 2018				
Ribera	110	8066,3	18	1043
Tehuelche	169	7728,2	21	1054,8
Canal Alvear	213	44930,9	14	212,3
Promedio arrastre 2018	164	20241,8	17,6	770
Promedio arrastre 2019	105,6	1292,8	2	31,8
Trampa/noche 2018				
Trampa/noche 2018	24	15163	2	1527
Trampa/noche 2019	7	2284	0	0
Enmalle / sitio 2018				
Centro/15 hs	36,6	8344,1	18,8	7827,9
Costa/15 hs	64,2	22317,6	31,6	20429,6
Monte Seco (sur)/15 hs	47,6	10042,9	28,5	9501,1
Promedio Enmalle 2018	49,5	13568,2	26,3	12586,2
Promedio Enmalle 2019	30,1	9975,3	8	3046,1

El valor de PSD de las capturas de pejerrey de Melincué fue de 85,5 y 100 en 2018 y 2019 respectivamente. Por su parte, los resultados indican una baja representatividad de

tallas menores a 250 mm, lo cual expresa de manera indirecta la baja cantidad de pejerreyes “chicos” (de pocos años de vida), que habitan en la laguna, situación contraria o si se quiere, inversa, a lo que sucede en poblaciones “normales” (en equilibrio).

V.3.2.3. CPUE pesca deportiva

Los peces capturados con caña en 2018 a través de líneas de mano (flote) correspondieron todos a pejerreyes (el objetivo de la captura estuvo dirigido a esta especie). El esfuerzo de pesca fue de 4 pescadores en un tiempo de 3 horas de pesca (12 hs de pesca en total), quienes capturaron 29 pejerreyes que pesaron 18.398 g, biomasa que representa un peso medio de 634,4 g por ejemplar (Tabla 16).

Tabla 16. Largo estándar y total y peso mínimo, máximo y medio de los pejerreyes capturados con líneas de mano (septiembre de 2018).

Referencia	Mínimo	Máximo	Promedio
LEst (mm)	313	343	356
LT (mm)	370	505	414
Peso (g)	403,0	1180,1	634,4

Con la única intención de comparar los trenes de enmalle utilizados (que miden 100 m y que fueron diseñados para pesca científica o experimental) *vs.* las capturas deportivas, se presenta la Tabla 17, donde se estandariza el esfuerzo a 15 hs de pesca con caña. Es indudable que el rendimiento en captura con caña es muy efectivo y aún superior a las obtenidas con el tren de enmalle, tanto en calidad de piezas (mayor longitud y peso) como cantidad (26,3 *vs.* 36,2 ejemplares), situación particular y muy importante, que se discutirá más adelante.

Tabla 17. Comparación de capturas de pejerreyes en longitud y peso de los peces, peso total de las capturas y numerosidad estimada a un mismo esfuerzo de pesca (15 horas) entre el tren de enmalle y líneas de mano.

Variable de comparación	Red de enmalle	Pesca con caña (datos por pescador)
Longitud Estándar media (mm)	320	356
Peso medio (g)	520,7	634,4
Número medio	26,3	36,2
Peso total capturado (g)	13.568	22.997

V.3.2.4. Relaciones longitud estándar-peso y longitud estándar-longitud total

Las tallas más representadas en las capturas resultaron las de mayor longitud. Esta situación escapa a la condición de equilibrio para una población normal, donde los ejemplares de menor tamaño se encuentran en mayor cantidad como se ha mencionado en párrafos anteriores. En 2018, el individuo más largo registrado midió 505 mm de longitud total y pesó 1180 g. La relación LEst-Peso de los pejerreyes fue $P = 0,000003719 + LEst^{3,228}$ ($R^2 = 0,99$; $n = 90$; IC de $b = 3,18-3,26$), exhibiendo alometría positiva al ser el valor de “b” mayor a 3 (Figura 52). Con los datos de esta ecuación se puede determinar con elevada exactitud el peso de los pejerreyes a partir del dato de longitud; por ejemplo, peces de 150, 300 y 400 mm de LEst pesan 39,3, 368,6 y 933,0 g respectivamente. En 2019, la relación fue: $P = 0,00001315 + LEst^{2,960}$ ($R^2 = 0,99$; $n = 27$; IC de $b = 2,91-3,00$), situación que demuestra un escenario más desfavorable que en el primer muestreo (Figura 52).

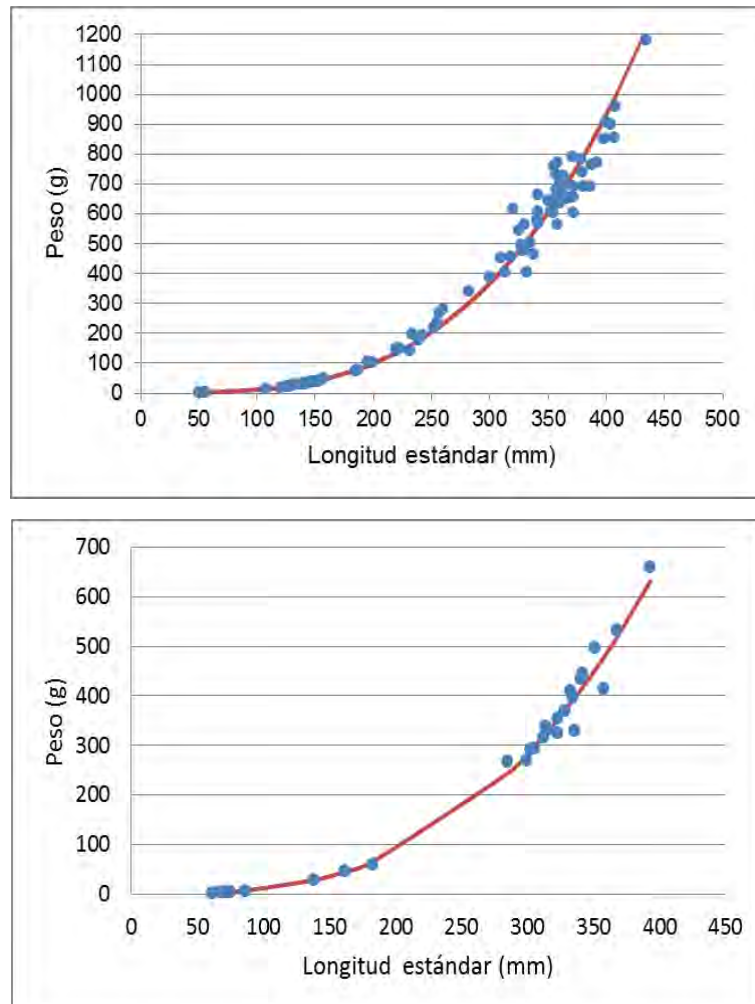


Figura 52. Relación entre la longitud estándar y el peso de la población de pejerrey de Melincué en 2018 (superior) y 2019 (inferior). Los puntos azules corresponden a los pejerreyes analizados en la laguna y la línea roja representa la curva de ajuste estadístico.

La relación entre la longitud estándar (LEst) y total (LT), referencia usualmente empleada por los pescadores para mencionar la talla, fue $LT = 4,375 + LEst * 1,15$ ($R^2 = 0,99$, $n = 89$); esta ecuación permite conocer que peces de 150, 300 y 400 mm de LEst miden considerando también la aleta caudal 177, 349 y 464 mm de LT (Figura 53).

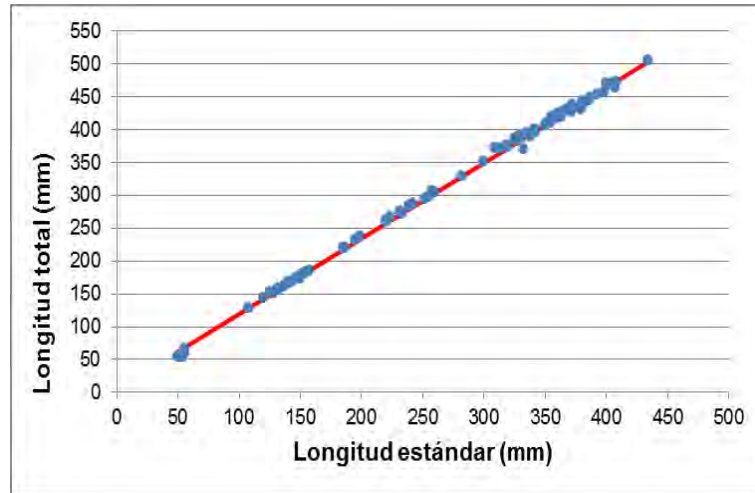


Figura 53. Relación longitud estándar y longitud total de la población de pejerrey de Melincué (los puntos azules corresponden a los pejerreyes analizados y la línea roja la línea de tendencia).

V.3.2.5. Condición corporal

En cuanto al peso relativo (P_r) correspondiente al año 2018, índice de condición corporal que compara el peso real *vs.* el peso esperado de los pejerreyes, fue en promedio = 99,3 y 103,4 para machos y hembras respectivamente (Figura 54). Los ejemplares de mayor talla (superiores a 370 mm LEst) se distribuyen por debajo de 100, manifestando un peso menor al esperado, incluso en algunos casos por debajo de 90, indicando mala condición corporal; el valor promedio de las hembras puede estar influenciado por el desarrollo gonadal (ver siguiente párrafo). En cambio, en 2019 el P_r fue mucho más bajo ($P_r = 78,1$), situación que pone de manifiesto una condición corporal más desfavorable en relación al primer muestreo como se manifiesta en la Figura 55 al comparar ambas capturas.

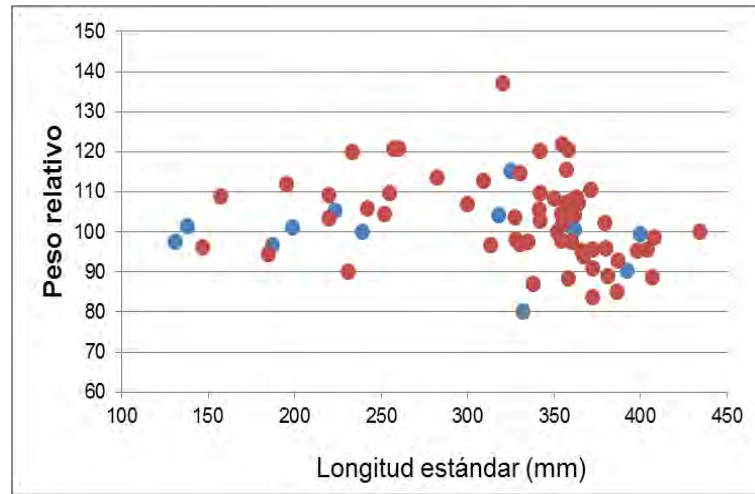


Figura 54. Peso relativo de los pejerreyes de Melincué (en rojo se grafican las hembras y en azul los machos) capturados en 2018.

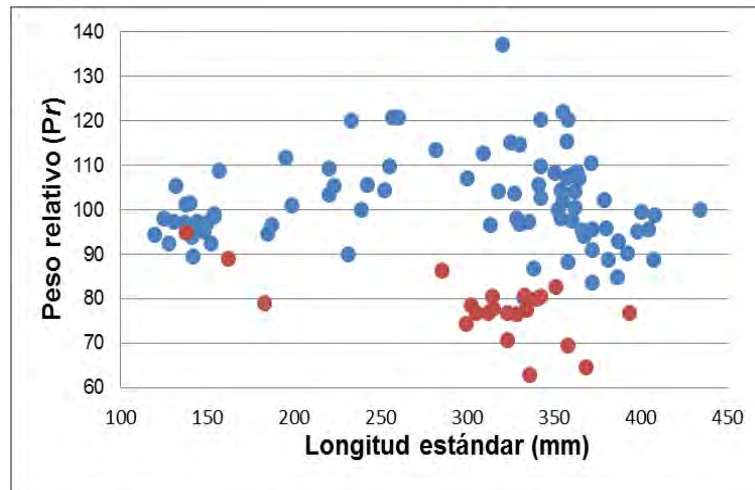


Figura 55. Peso relativo de los pejerreyes de ambos sexos de Melincué donde se comparan los dos muestreos, 2018 (puntos azules) y 2019 (puntos rojos).

V.3.2.6. Proporción de machos y hembras

En relación a la determinación del sexo de los ejemplares analizados, más del 80 % de los mismos resultaron hembras durante el mes de septiembre-2018 (Figura 56). Esta situación es diferente a la esperada (50 % aproximado de cada sexo) y puede tener múltiples variables determinantes, como temperaturas del ambiente menores a la ideal (cerca a 18 °C) durante el desove de la especie (el pejerrey define su sexo en función

de la temperatura del agua en los primeros días de desarrollo) y distribución espacial que no pudo ser plasmada en los artes de pesca empleados. Este aspecto es clave ya que los machos de pejerrey poseen escaso esperma y sumado a esta situación, si hay pocos ejemplares, puede atentar contra el éxito del desove al disminuir las posibilidades de fecundación.

Si se consideran ambos sexos, aproximadamente un tercio de la población estaba en pleno proceso reproductivo (estadio V) lo cual puede observarse en la Figura 57. El índice gonadosomático (IGS) promedio fue de 1,6 y 6,5 para machos y hembras respectivamente. En ocho ejemplares se observó atrofia gonadal y por el contrario otros exhibían un gran desarrollo de sus gónadas, como las del ejemplar de mayor tamaño capturado cuyos ovarios pesaron 135 g (11,4 % del peso total del cuerpo, IGS = 11,4).

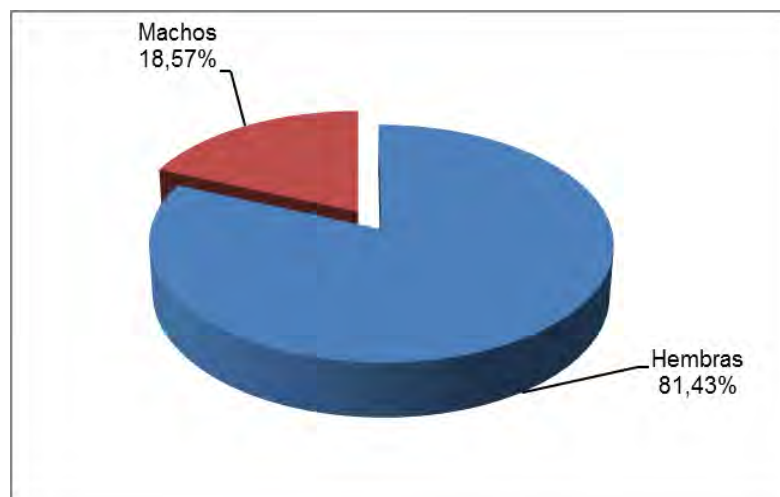


Figura 56. Porcentaje de pejerreyes hembras y machos capturados en Melincué en el mes de septiembre de 2018.

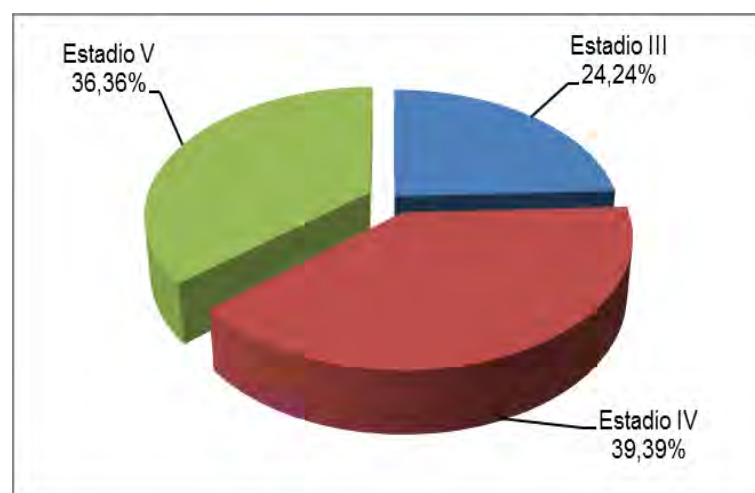


Figura 57. Diferentes estadios reproductivos de la población de pejerrey de Melincué, considerando ambos sexos.

V.3.2.7. Crecimiento

Se extrajeron y analizaron escamas de 77 pejerreyes de una submuestra tomada al azar, sin discriminar sexo y en un rango de 50 a 434 mm de LEst (55 a 505 mm de LT y 0,9 a 1180 g de PT). Se hallaron escamas sin marca de crecimiento y otras con un máximo de 7 marcas (Figura 58).

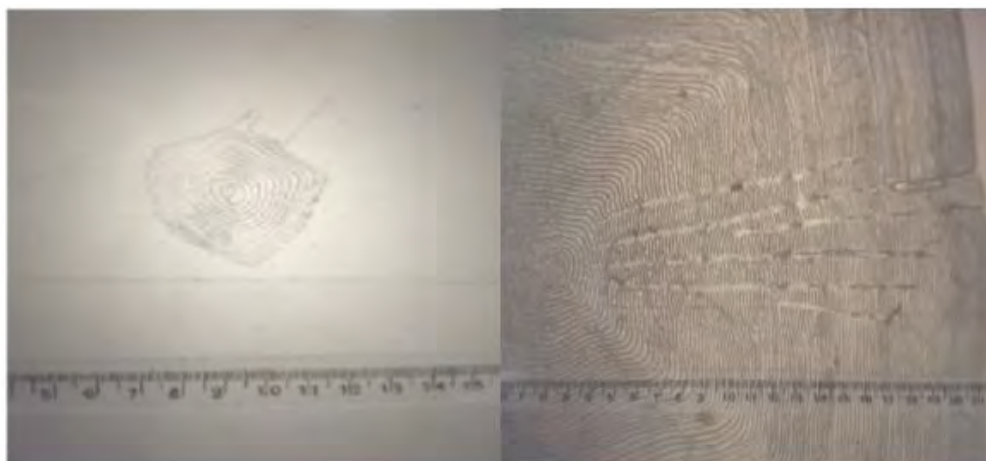


Figura 58. Escama correspondiente a un ejemplar de 50 mm de LEst (imagen izquierda) y escama de un individuo de 434 mm de LEst (derecha).

La Tabla 18 muestra las edades asignadas a los ejemplares analizados en base a las marcas registradas (expresadas en números romanos), y la talla retrocalculada para cada edad asignada (en columnas y con números arábigos); se tabula también el promedio en base a los individuos componentes de la muestra. El incremento se refiere a los mm de longitud que crecen anualmente.

Tabla 18. Edad asignada, longitud retrocalculada e incremento anual estimado.

Clase Edad	N	Longitud estándar (mm) a los sucesivos <i>annulis</i>							
		1	2	3	4	5	6	7	
I	18	1	136,7						
II	9	2	156,1	226,6					
III	2	3	153,0	245,4	280,4				
IV	9	4	151,6	211,5	253,9	288,6			
V	14	5	150,3	214,0	263,4	304,7	333,5		
VI	9	6	153,4	213,0	262,6	303,1	344,2	375,0	
VII	2	7	145,2	203,7	256,1	300,4	344,7	372,5	
Promedio			149,5	219,0	263,3	299,2	340,8	373,7	
Desv Est.			6,6	14,9	10,4	7,3	6,3	1,8	
Incremento			149,5	69,6	44,3	35,9	41,6	32,9	

En general, se observa una baja dispersión de los datos en torno al valor central estimado para cada anillo; la menor fue la correspondiente al séptimo año (desvío estándar = 1,8, con la salvedad de escaso número de representantes) y la mayor al tercer año (desvío estándar = 14,9). Hasta la edad 5 el incremento anual responde al modelo teórico, al reducirse cada año. La mayoría de los ejemplares denominados trofeo, poseían al momento de la captura 5 años de edad, es decir nacidos en 2013; algunos de ellos 6 años de vida y sólo 2 pejerreyes registraron 7 marcas. Cabe mencionar que se trata de longevidades consideradas límites para numerosas lagunas pampeanas.

La Figura 59 muestra los valores de la longitud estándar retrocalculados para cada edad asignada con su respectivo desvío estándar. El análisis de frecuencia de marcación del primer radio (distancia que va desde el centro o foco de la escama a la primera marca de crecimiento), evidencia la presencia de dos posibles cohortes anuales, si se considera que fue factible superponer sus respectivos polígonos de frecuencia (Figura 60). De confirmarse, manifiesta una estrategia reproductiva que intenta reforzar la numerosidad del stock a través de dos desoves anuales. Otra interpretación válida es que hubo años con condiciones de entorno más favorables que provocaron un mayor incremento al primer año de vida (parte de la derecha de la distribución de frecuencias). Para resolver esta incógnita es necesario aumentar la frecuencia de muestreos durante el año para determinar IGS, proporción de ejemplares participantes, extraer escamas y analizar sus anillos, entre otros aspectos.

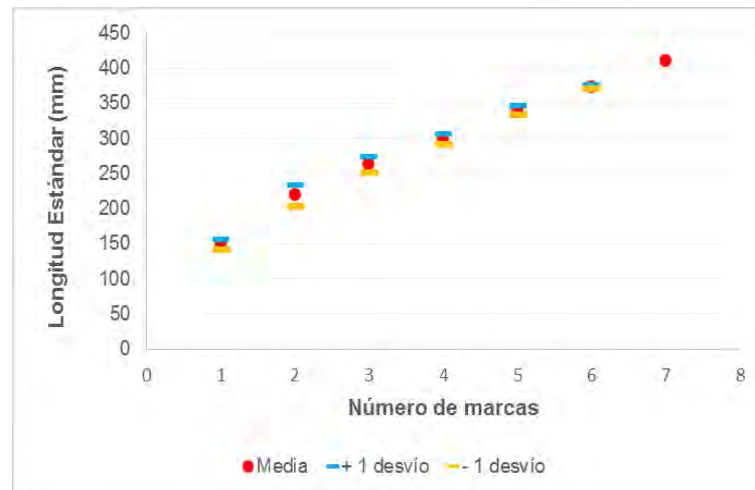


Figura 59. Longitud estándar retrocalculada de los pejerreyes para cada edad asignada y su desvío estándar (los números de marcas expresan los años de vida de los peces).

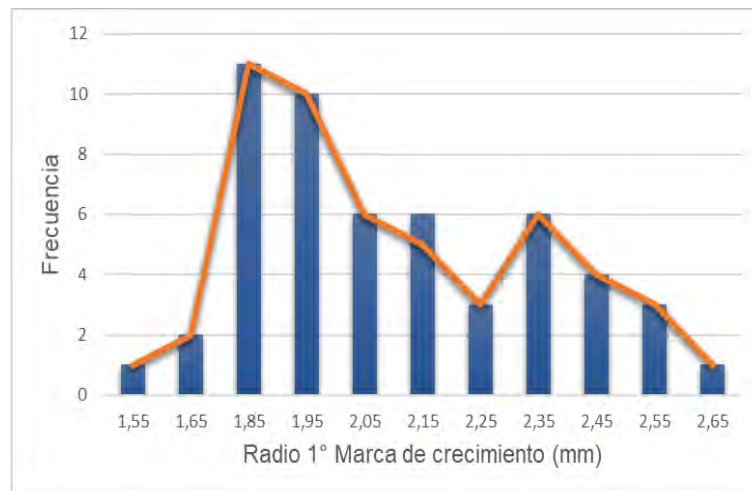


Figura 60. Distribución de frecuencias de la longitud del primer anillo y polígono de frecuencia asociado.

V.3.2.8. Estimación del crecimiento a partir de la ecuación de von Bertalanffy

Los valores de los parámetros de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy estimados se presentan en la Tabla 19; las Figuras 61 y 62 representan las curvas de crecimiento calculadas de los pejerreyes en longitud y peso respectivamente. Por ejemplo, de la lectura de estos gráficos el modelo indica por ejemplo que los pejerreyes de 2 y 4 años de vida miden 241,9 y 353,1 mm de LT y pesan 106,2 y 350,5 g.

Los índices de performance de crecimiento se presentan en la Tabla 20 los cuales resultan comparativamente elevados.

Tabla 19. Parámetros estimados del crecimiento (L_{∞} en mm y W_{∞} en g).

Parámetro	Valor
k	0,14
t_0	-1,05
L_{∞}	601,7
W_{∞}	3013

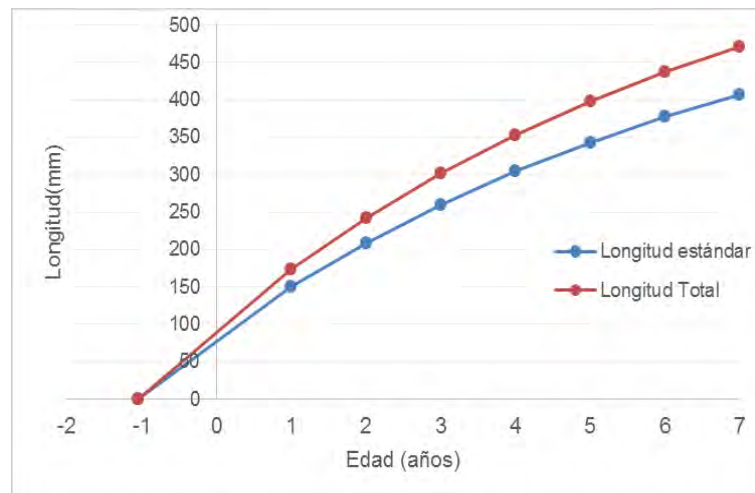


Figura 61. Curva de crecimiento en longitud (LT y LEst) del pejerrey de Melincué.

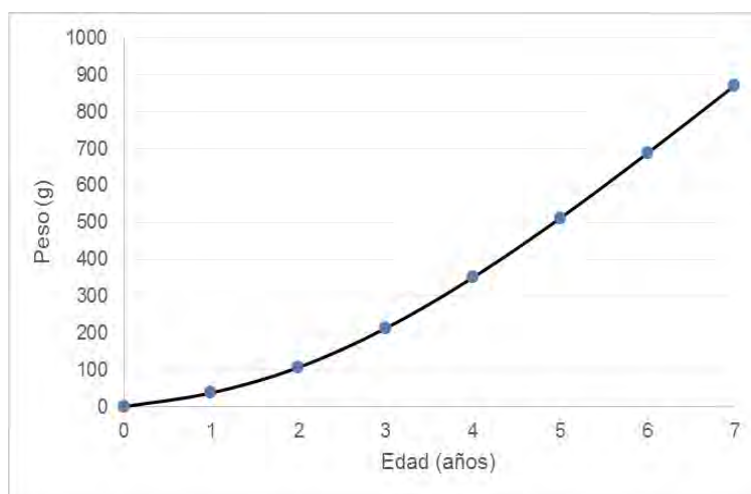


Figura 62. Curvas de crecimiento en peso del pejerrey de Melincué.

Tabla 20. Índices de performance de crecimiento estimados.

Índice de performance	Valor
ϕ	6,10
ϕ'	1,48
P	2,63
w	84,24

V.3.2.9. Parasitosis

El 49,0 % de la población de pejerrey presentaba el ectoparásito *L. cyprinacea* en el muestreo de 2018, aunque en muy baja carga. En la Tabla 21 se puede observar la prevalencia, abundancia e intensidad del gusano del ancla *L. cyprinacea* en las diferentes edades del pejerrey (inferidos en base a la relación talla – edad obtenida) para ambos muestreos. No se observaron signos de enfermedades bacterianas secundarias asociadas a la parasitosis externa en septiembre-2018, a diferencia de 2019 donde la intensidad de *L. cyprinacea* fue superior.

Tabla 21. Indicadores de la presencia de *L. cyprinacea* en pejerrey (P: prevalencia en porcentaje; A; abundancia; I: intensidad promedio; Im: intensidad máxima).

Edad (años)	Año 2018				Año 2019			
	P	A	I	Im	P	A	I	Im
0	20,0	0,2	1,0	1,0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	10,0	0,1	1,0	1	0	0	0	0
3	100	1,7	1,7	3	100	6,5	6,5	7
4	40,0	0,4	1,0	1	100	7,6	7,6	12
5	100	2,3	2,3	3	100	11,2	11,2	14
6	77,7	2,0	2,6	3	100	6	6	6
7	100	2,0	2,0	2	s/d	s/d	s/d	s/d
Población	52,2	0,9	1,9	3	70,3	5,7	8,15	14

La prevalencia, abundancia e intensidad de *L. cyprinacea* se correlacionaron con la edad de los pejerreyes capturados en 2018 ($r_s = 0,73$, $0,81$ y $0,83$, respectivamente). Esto demuestra que la cantidad del “gusano ancla” tiene una tendencia a incrementarse conforme aumenta la edad de los pejerreyes. Como se observa en la Tabla 21, los cuatro parámetros evaluados se incrementaron en 2019, lo cual se reflejó en la población en general y más precisamente en pejerreyes de 3+ años de vida. En dicha ocasión, la prevalencia, abundancia e intensidad de *L. cyprinacea* también se correlacionaron con la edad ($r_s = 0,87$, $0,74$ y $0,74$, respectivamente). Es sumamente importante monitorear la evolución de este parásito ante temperaturas más elevadas del agua debido a las complicaciones que puede acarrear sobre la salud de los peces.

El 66,6 % de los pejerreyes presentaron tenias en el tubo digestivo; el 60,0 % de los dientudos y el 77,7 % de las tarariras tuvieron nematodos anisákidos y el 90,0 % de los bagres presentaron ambos tipos de parásitos. Esta prevalencia e intensidad observada es acorde a los valores considerados normales sin afectación a los ejemplares.

V.3.2.10. Alimentación

Fueron analizados 77 tractos de peces correspondientes a 8 especies diferentes; 5 dientudos, 11 mojarra de cola roja, 10 mojarritas, 6 mojarra, 10 bagres, 9 tarariras, 5

sabalitos y 21 pejerreyes. En este último caso se discriminó en ejemplares menores a 250 mm de LEst (8 ejemplares) y mayores a dicha longitud (13 ejemplares).

Hubo 8 tractos del total que tuvieron como estado de repleción “vacío” que correspondieron a 3 dientudos y 5 tarariras, seguramente asociado a hábitos comportamentales o escasa actividad por la baja temperatura previa al muestreo. Los tractos “llenos” y “semillenos” fueron mayoría (78 % de los casos, Figura 63). Esto demuestra una oferta alimentaria suficiente para las especies consideradas. En el caso del pejerrey, el 33 % de los tractos estuvo lleno, el 48 % semilleno y el 19 % semivacío.

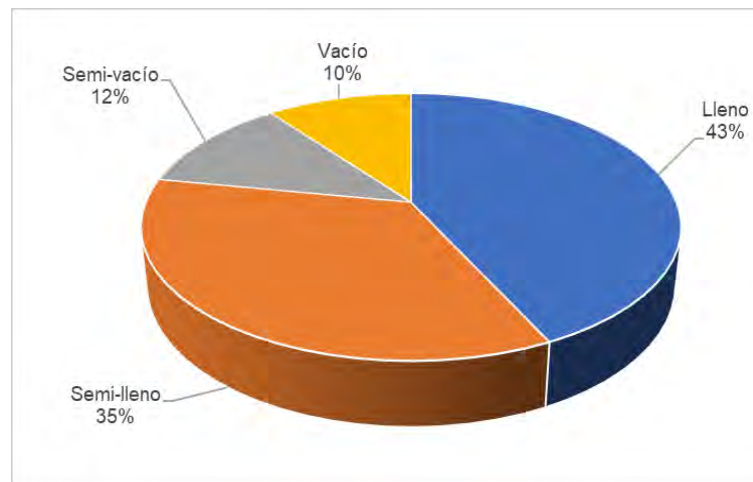


Figura 63. Estados de repleción de los tractos digestivos de los ejemplares analizados considerando todas las especies.

La Tabla 22 presenta los ítems alimenticios determinados para todas las especies analizadas, clasificando en alimentos primarios, secundarios, terciarios y accidentales. El bagre y la tararira fueron piscívoros; el pejerrey de menor talla consumió zooplancton (aunque no se hallaron rotíferos) y la mojarrita predó sobre copépodos. La mojarra utilizó las larvas de insectos como presa primaria. El sabalito se caracterizó como iliófago (se alimenta de detritos o materia orgánica particulada). Los pejerreyes de mayor talla emplearon también el recurso del zooplancton con mayor frecuencia que la ictiofagía (consumo de peces), que resultó un ítem terciario.

La Tabla 23 presenta el grado de solapamiento de ítems alimenticios entre las especies de peces analizadas, lo que permite inferir el grado de competencia interespecífica (entre esas especies) por el alimento al presentar dietas semejantes. De esa misma tabla, surge que existe solapamiento en la dieta del dientudo, las mojarras y el pejerrey por la captura de zooplancton y su vez, entre bagre y tararira por piscivoría (ingestión de peces). El pejerrey de menor talla compite con dientudo, mojarra cola roja, mojarrita y pejerrey grande, mientras que el pejerrey grande solapa con mojarra cola roja, mojarrita y pejerrey chico. El recurso zooplancton es buscado y compartido por varias especies presentes en el

sistema y a su vez este recurso alimenticio es bastante escaso en Melincué, como ha sido detallado y resaltado anteriormente. La abundancia relativa en número o peso hallada determina el grado de competencia.

Tabla 22. Ítems primarios (P), secundarios (S), Terciarios (T) y Accidentales (A) para las especies analizadas. 1. Restos de peces; 2. Moluscos; 3. Cladóceros; 4. Copépodos; 5. Ostrácodos; 6. Rotíferos; 7. Palemonídeos; 8. Larvas y pupas de insectos; 9. Insectos adultos; 10. Algas; 11. Restos vegetales; 12. Detritos. 13. Restos minerales.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Pejerrey chico			P	S				T	S				
Pejerrey grande	T		S	S			A		S		T		
Dientudo	T		S		T		T	T	T				
Mojarra c. roja	T		S	S	A			T	S	T	S		
Mojarrita			S	P	A			T	T	T			
Mojarra			T					S	P	T			T
Bagre	P	T					S	S	T		T		
Tararira	P						S			T	T		
Sabalito											T	P	T

En relación directa a la alimentación del pejerrey en 2019, se observó que la mayoría de los tractos digestivos se encontraban vacíos/semivacíos, a excepción de dos ejemplares que tenían peces como parte de su alimento, lo cual es consistente con la talla (edad) de los mismos.

Tabla 23. Grado de solapamiento de las dietas de las especies analizadas. En negrita se marca cuando existe competencia ($M > 0,6$).

	Di	Mcr	Mta	Mo	Pc	Pg	Ba	Ta	Sa
Di=Dientudo	1								
Mcr=Mojarra c. roja	0,7	1							
Mta=Mojarrita	0,52	0,7	1						
Mo=mojarra	0,54	0,6	0,26	1					
Pc=Pej. chico	0,6	0,8	0,9	0,50	1				
Pg=Pej. grande	0,52	0,8	0,8	0,36	0,8	1			
Ba=Bagre	0,37	0,24	0,05	0,26	0,12	0,43	1		
Ta=Tararira	0,15	0,07	0,01	0,01	0	0,37	0,8	1	
Sa=Sabalito	0	0,02	0	0,01	0	0,02	0,01	0,01	1

VI) DISCUSIÓN

Muchas características del agua de las lagunas pampeanas se asocian en cierta manera al nivel hidrométrico del ambiente, entre ellas se incluyen la conductividad y salinidad (Grosman y Sanzano, 2008), las cuales presentan una estrecha relación entre ambas. En la laguna Melincué, cuando la cota aumentaba durante ciclos húmedos, uno de los parámetros que más se modificaba era precisamente la salinidad, que podía descender notoriamente. De manera inversa, la pérdida de agua por evaporación llevaría, en principio, a un incremento de la concentración de sales. Sin embargo, es conveniente aclarar que en la actualidad, la disminución del volumen de la laguna no repercute de manera directa en un aumento de la salinidad, ya que el exceso de agua es extraída mediante el funcionamiento del sistema de bombeo descrito en una sección previa del libro. Esto hace que el nivel descienda sin afectar la salinidad debido a que el agua se “escapa” de la laguna y por consecuencia la gran masa líquida de la laguna Melincué experimenta una menor tasa de evaporación que en el pasado. Por su parte, el aporte subterráneo no tendría mayor influencia si se consideran los valores reportados oportunamente por Pasotti *et al.* (1984). Este escenario genera una nueva dinámica del ecosistema, en especial sobre la concentración de sales del agua que afecta de manera diferente a las comunidades directa o indirectamente vinculadas a las tramas tróficas de la laguna (fitoplancton, zooplancton, peces, aves, etc.).

Independientemente del área ocupada por la laguna, en este estudio las variables físicas y químicas mostraron un comportamiento homogéneo, evidenciado en la poca variación de los parámetros (pH, conductividad, oxígeno disuelto, turbidez y temperatura) tomados durante ambos muestreos en varios puntos de la laguna. Lo mismo ocurrió con algunas variables biológicas, tales como la concentración de clorofila-*a* y la composición del zooplancton, lo que es indicativo de una escasa heterogeneidad ambiental.

Mientras Melincué comparte una gran cantidad de características con el resto de las lagunas pampeanas, este estudio mostró que también presenta algunas condiciones particulares. En primer lugar, la escasa cantidad de clorofila-*a* fitoplanctónica que se determinó en todos los sitios es relativamente atípica, más aún dada la baja transparencia del agua. En lagunas que tienen peces que se alimentan de zooplancton (como es el caso del pejerrey), es muy frecuente que prefieran comer a los zoopláncteres más grandes, que suelen ser cladóceros. Estos cladóceros grandes suelen ser herbívoros que se alimentan de fitoplancton, lo que implica que al faltar o al ser pocos, la cantidad de algas puede incrementarse. Si la densidad algal (determinada a partir de la concentración de clorofila-*a*) aumenta, como ya se indicó en la sección “Introducción”, la transparencia del agua se reduce y toma un color verde más o menos intenso, el cual dependerá finalmente de otros factores como por ejemplo la concentración de nutrientes, temperatura y presencia de otras especies de peces.

En Melincué se verificó la primera parte de lo postulado por este modelo; la presencia de peces zooplanctófagos provoca que el zooplancton sea escaso y de talla reducida; los cladóceros que se encontraron son pobres pastoreadores de fitoplancton o bien utilizan

otros componentes en su dieta. Contra lo predicho en el modelo anterior, la cantidad de clorofila-*a* determinada en los dos muestreos fue muy baja, lo que indica un pobre desarrollo del fitoplancton. Los reducidos valores de clorofila-*a* pudieron asociarse en septiembre-2018 a que las muestras fueron obtenidas sobre el final del invierno, cuando es esperable un bajo desarrollo del fitoplancton. La carencia de información previa con la cual contrastar los resultados obtenidos impedía arribar a conclusiones firmes, pero los valores obtenidos a finales del verano de 2019 indican el mismo escenario: muy baja biomasa de fitoplancton, principal impedimento de un buen desarrollo de zooplancton que a su vez constituye el principal componente alimenticio del pejerrey y de otras especies de peces en los primeros años de vida.

Sin embargo y a pesar de la poca clorofila-*a* determinada en 2018, tal fuera mencionado, la transparencia del agua fue baja, como lo indican los datos de lectura del disco de Secchi (ratificadas con nefelómetro); además resultó llamativa la coloración amarronada del agua incluso ya filtrada. En marzo-2019 y como se detalló en la sección Resultados, la cantidad de clorofila-*a* siguió siendo reducida al compararse con registros de otras lagunas de la región pampeana (Grosman y Sanzano, 2008), e indica que se mantiene un desarrollo escaso del fitoplancton, aun tratándose de finales del verano. Sin embargo, es importante destacar que a inicios de otoño, se observó una floración algal que se manifestó con mayor intensidad en la zona litoral (Figura 64). Las especies presentes en una proporción superior durante esta floración fueron *Microcystis aeruginosa* y *Microcystis flos-aquae*, y en menor densidad *Pseudoanabaena* sp. y *Oscillatoria pseudogeminata* (determinaciones realizadas por la Dra. Graciela Bazán, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam), especies con capacidad potencial para producir toxinas (Sivonen y Jones, 1999; Vasconcelos, 2001) y cambios en la estructura de los ecosistemas (Sukénik *et al.*, 2015). Por su parte y si bien la laguna Melincué se caracteriza por una baja producción de fitoplancton en general, estas especies no revisten mucho interés desde el punto de vista del desarrollo y producción del pejerrey debido a que son escasamente aprovechadas (“pastoreadas”) por el zooplancton (Ghadouani *et al.*, 2004; Wilson *et al.*, 2006; Wilson y Hay, 2007; Gera *et al.*, 2016).

Los resultados del análisis de los sólidos suspendidos en 2018 muestran que la cantidad de todas las fracciones (orgánicas e inorgánicas) fue relativamente baja; la concentración de los sólidos de origen inorgánico (cerca de 17 mg/L) es inferior a la determinada en algunas lagunas turbias inorgánicas por ejemplo de la provincia de La Pampa donde oscilaron entre 52 y más de 600 mg/L (Vignatti *et al.*, 2012; Echaniz *et al.*, 2013). Por otro lado, la coloración persistió luego del filtrado a través de un tamaño de poro que retiene hasta las partículas inorgánicas más pequeñas, lo que lleva a considerar en esta ocasión que la coloración puede deberse a la presencia de ácidos húmicos y fúlvicos (parámetros que no fueron determinados en el presente estudio), que conjuntamente se agrupan bajo la denominación de Carbono Orgánico Disuelto (COD) (Wissel *et al.*, 2003).



Figura 64. A inicios otoño de 2019, se registró una floración de algas (de cianobacterias o algas verdeazules) en una gran parte de la laguna que se manifestó posteriormente en la zona litoral. Fotografías suministradas por guardafaunas de Melincué.

En 2019, los valores de sólidos suspendidos fueron menores, pero se mantuvo el predominio de los de origen orgánico sobre los de origen inorgánico. En ese sentido, se observó nuevamente una baja transparencia del agua y un color amarronado (Figura 65), persistente aun después del filtrado del plancton y de los sólidos en suspensión, por lo que este particular ambiente acuático continúa encuadrándose como una laguna turbia al igual que en años anteriores de acuerdo a lo expresado por Quirós *et al.* (1988). La información suministrada por lugareños, autoridades comunales y guardafaunas, coincide en líneas generales con la constancia de dicha coloración amarronada del agua de la laguna (con mayor o menor intensidad de la tonalidad marrón en diferentes momentos de su historia), lo que sugiere que se mantuvo presente a lo largo del tiempo.



Figura 65. Melincué se encuadra dentro de la clasificación de lagunas turbias, obsérvese el típico color amarronado que presentaba el agua durante los muestreos de septiembre de 2018 (a) y marzo de 2019 (b).

Es mencionado en la bibliografía específica que muchos lagos del Hemisferio Norte pueden presentar color amarronado debido a la presencia de cantidades relativamente elevadas de COD y que estos ácidos húmicos son un factor que controla fuertemente el color del agua (Wissel *et al.*, 2003). Es común también que los lagos que están en cuencas con extensos humedales también tengan cantidades altas de COD (Pace y Cole, 2002). La presencia de COD en el agua condiciona en forma potente algunas características básicas de un ecosistema acuático, ya que absorben una cantidad mayor de luz, lo que podría explicar el pobre desarrollo de fitoplancton (Pace y Cole, 2002), tal lo que se ha registrado en Melincué. Dado que el análisis de sólidos suspendidos se hizo sólo en dos épocas del año y no se determinó la cantidad de COD, sería de interés la realización de un seguimiento de estos parámetros a los efectos de indagar si las sustancias orgánicas mencionadas pueden limitar el crecimiento del fitoplancton e influir en la coloración característica que presenta el agua. Sin embargo, la baja producción de algas ha sido reportada por otros autores (Quirós *et al.*, 1988; Córdoba *et al.*, 2014), aunque existieron también registros históricos puntuales de floraciones algales que se reflejaron en la costa de la laguna y en el canal de salida (Maximiliano Cykolowicz, *com. pers.*), similar a lo descripto en marzo-2019.

El párrafo anterior es de suma importancia, teniendo en cuenta que en Melincué se determinaron concentraciones muy elevadas de ambos nutrientes (NT y PT), que llevan a clasificar a esta laguna como hipertrófica y que implicaría que las algas tendrían cantidades de nutrientes más que suficientes para desarrollar altas densidades, situación que no se produjo en los últimos meses, a excepción de la floración de algas verdeazules remarcada anteriormente.

Desde el punto de vista físico-químico y en base a la gran superficie que ocupa, el agua de la laguna de Melincué es bastante homogénea. La salinidad fue baja con un valor máximo de 1,25 g/L, desde este punto de vista es una laguna oligohalina (Conzonno, 2009). La concentración de sales que presenta el agua es baja si se consideran los valores que normalmente poseen la mayoría de las lagunas pampeanas de las provincias de Córdoba, Buenos Aires y La Pampa, los cuales han sido bien documentados por varios autores desde hace décadas y que en líneas generales superan al registro de Melincué (Ringuelet *et al.*, 1967a; Nicola *et al.*, 2007; Diovisalvi *et al.*, 2015; Izaguirre *et al.*, 2015; Mancini *et al.*, 2016b), aunque también depende de la ubicación geográfica de los ambientes, su origen y proximidades entre ellos (Díaz y Colasurdo, 2008). Se remarca que el pejerrey es una especie especialmente adaptada para vivir en diferentes concentraciones de sales, incluso superiores a las del mar (Del Ponti, 2015; Mancini *et al.*, 2016a).

Según su dureza, el agua se encuadró como blanda y moderadamente blanda en el primer y segundo muestreo (Conzonno, 2009) y coincide con los registros antiguos de la laguna (ver sección Rasgos Históricos), que indicaban una baja dureza. Los valores de pH y oxígeno disuelto del agua se encontraron dentro de parámetros de referencia para lagunas pampeanas en función de los meses de muestreos (Ringuelet *et al.*, 1967a; Nicola *et al.*, 2007; Diovisalvi *et al.*, 2015; Izaguirre *et al.*, 2015; Mancini *et al.*, 2016c) y son aptos para el normal desarrollo de las comunidades presentes. Los valores elevados

del pH son propios de las lagunas pampeanas, que con frecuencia incluso, superan a los registros obtenidos en Melincué (Díaz y Colasurdo, 2008; Grosman y Sanzano, 2008; Mancini *et al.*, 2016c). Por su parte, las diferencias de la concentración de oxígeno entre ambos muestreos y su correspondiente porcentaje de saturación (86 y 82 % bajosaturado, es decir 14 y 18 % menos que su valor de saturación) fueron acordes a la temperatura del agua y a la baja biomasa algal (Boyd, 1984) que repercute en el proceso de fotosíntesis, sumado a la baja velocidad del viento durante las mediciones. La concentración observada en marzo-2019 con elevada temperatura del agua, no compromete la supervivencia del pejerrey, la especie de mayor demanda de oxígeno que habita en la laguna.

Como ha sido descripto con anterioridad, el zooplancton conforma una comunidad muy importante en la trama trófica de las lagunas pampeanas, ya que se alimenta de las algas y a su vez, constituye el alimento de muchas especies de peces. La riqueza registrada en el zooplancton de laguna Melincué fue relativamente elevada, sobre todo teniendo en cuenta que el primer estudio se realizó a fines de invierno - principios de primavera cuando no suelen registrarse tantos rotíferos. En el muestreo de 2018 se encontró un predominio de especies típicas de aguas de baja salinidad, lo cual era esperable, ya que la conductividad fue 1,1 g/L. Sin embargo, en estudios previos que mostraron salinidades más altas, por ejemplo en invierno de 2009 cuando era de aproximadamente 7 g/L, Battauz *et al.* (2013) encontraron especies halotolerantes (resistentes a concentraciones elevadas de sales disueltas), como los cladóceros *M. eugeniae* y *D. menucoensis* y el copépodo *B. poopoensis*. En tanto las dimensiones de los organismos que componen el zooplancton de Melincué fueron reducidas, lo cual es típico de ecosistemas en los que esta comunidad es predada, tal lo que ocurre en este caso y otros ambientes de la región pampeana, donde diversas especies de peces (en especial el pejerrey), se alimentan activamente de zooplancton (Grosman, 1995a, b; Mancini y Grosman, 2008; Mancini *et al.*, 2009b; Del Ponti, 2015; Del Ponti y García, 2015; Echaniz y Vignatti, 2017).

En 2018, el zooplancton de Melincué mostró muy baja densidad, que se reflejó en una reducida biomasa, tanto de macro como microzooplancton, situación semejante a lo que reportaran oportunamente otros autores en este ambiente (Quirós *et al.*, 1988; Baigún y Anderson, 1994; Berasain, 2016). Las ligeras diferencias en la densidad de las especies que se detectaron entre sitios de muestreo podrían deberse a la típica distribución en parches o "parcheada" del zooplancton, sobre todo porque las especies registradas son eulimnéticas (viven especialmente en la columna de agua), es decir no asociadas a la vegetación acuática, la cual es prácticamente nula o inexistente en la actualidad en el interior de Melincué. Estas diferencias en densidad (y número de especies) del zooplancton son más evidentes en los organismos que se reproducen habitualmente mediante partenogénesis (sin fecundación) como los rotíferos y cladóceros.

De la misma manera que se aludió en el caso de la concentración de clorofila-*a*, la escasa densidad del zooplancton podría deberse a que las muestras fueron obtenidas a fines del invierno – comienzos de primavera. Sin embargo, el desove del pejerrey (y de otras especies) está biológicamente coordinado con el incremento en la cantidad de zooplancton, como estrategia para que los alevinos y juveniles puedan disponer

fácilmente de este recurso alimenticio. Es conocido el efecto que la temperatura ejerce sobre la densidad del zooplancton, al punto que se ha determinado que un aumento de sólo 1°C puede incrementar la densidad de la comunidad hasta un 27 % (Haberman y Haldna, 2017). En otros lagos se ha registrado que varias de las especies encontradas en Melincué (*B. huaronensis*, *M. micrura* y *M. mendocinus*) suelen tener picos de densidad, ya avanzada la primavera o durante el verano (Echaniz y Vignatti, 2001; Echaniz *et al.*, 2009; 2012).

La densidad muy reducida de los crustáceos y de los rotíferos puede responder además a diversas causas. En el caso de los primeros, es decir cladóceros y copépodos, podría asociarse a la depredación ya que es común que en lagunas donde hay peces, las especies de tallas más grandes desaparezcan por selección de talla, siendo reemplazadas por otras más pequeñas (Echaniz y Vignatti, 2017). También se ha comprobado que la alimentación de los flamencos es un factor que cambia la estructura del zooplancton, afectando la composición sistemática, tamaño y abundancia de la comunidad zooplanctónica (Battauz *et al.*, 2013; Polla *et al.*, 2018). Como los flamencos también utilizan el zooplancton como alimento, pudo haberse establecido una competencia entre aves y peces en determinados sectores de la laguna por este recurso. Al no tener una dieta disponible en calidad y cantidad, es factible que los flamencos migren hacia otros ambientes en búsqueda de alimento. En este sentido, la presencia de la pulga de agua de talla comparativamente grande *D. spinulata* (la mayoría juveniles), en muy baja densidad en algunas de las muestras no tendría mayor influencia en la ecología de Melincué, ya que es esperable que a medida que eclosionen ejemplares, su tamaño relativamente grande las transforma en presas predilectas de los peces predadores zooplanctívoros.

En el muestreo de marzo-2019, la riqueza registrada en el zooplancton fue más elevada que la de finales del invierno – comienzos de la primavera 2018. Es importante destacar que la escasez de rotíferos en ese momento del año es característico de este tipo de ambiente (ver sección Resultados). En ambos muestreos, además, se registró un predominio de especies típicas de aguas de baja salinidad. Esta situación se mantuvo debido a que no hubo variaciones significativas en la salinidad del agua por lo que no era esperable la existencia de cambios en el zooplancton en el corto plazo, salvo los propios que se asocian a la estación del año. Esto explica la mayor riqueza de rotíferos (11 especies contra 8 en el muestreo anterior), pero sobre todo su mayor densidad (434 ind./L contra 7,8 ind./L), situación esperable cuando aumenta la temperatura del agua como se mencionó previamente. Sin bien la mayor cantidad de zooplancton que registró la laguna en marzo-2019 sería un dato alentador para el futuro de la pesquería, dicha cantidad estuvo influenciada por el grupo correspondiente a los rotíferos y no del macrozooplancton (copépodos y cladóceros), el cual constituye un factor clave para un correcto desarrollo y crecimiento de pejerreyes juveniles y adultos. Esto significa que los organismos del zooplancton que mayor importancia tienen en la producción de pejerrey, exhibieron una baja abundancia en ambos muestreos.

Como se mencionó, la laguna presenta una distribución relativamente homogénea de sus variables físico-químicas y otras como la clorofila-*a* y el zooplancton. La comunidad de peces respondió a una distribución espacial diferente, debido a que cada especie o

individuos de distintas tallas se localizan en variados sectores del ambiente, marcando una distinción entre proximidades de la costa y el centro. Esto se reflejó en las capturas obtenidas por los diferentes artes de pesca empleados (trampa y arrastre *vs.* enmalle), principalmente en 2018.

En ambos muestreos y con los mismos artes de pesca, se capturó una elevada riqueza de peces (las mismas 11 especies en los dos periodos evaluados), mayor al promedio de 35 lagunas ubicadas en las provincias de Buenos Aires, Córdoba, San Luis y La Pampa (Mancini *et al.*, 2016b), con la salvedad que Melincué es una laguna aislada en términos hidrológicos superficiales, a excepción de inundaciones extraordinarias que pueden establecer comunicaciones con ambientes cercanos. La elevada diversidad de peces refleja además que la comunicación e intercambio biológico con otras cuencas en años de precipitaciones abundantes, generan condiciones de entorno propicias para la colonización. Este no es un dato menor porque sería la causa del último repoblamiento natural -denominado hidrocoria- que produjo el ingreso de pejerrey desde la región de Elortondo hacia la laguna Melincué (Carlos Garabello y Hugo Toscano, *com. pers.*), como se detalló en la tabla que intenta reconstruir el historial de la laguna.

Por otra parte, la situación actual difiere de la determinada en estudios ictiológicos previos donde la salinidad del agua actuaba como variable limitante y sólo permitía la captura de especies tolerantes a la misma, como por ejemplo el pejerrey. Las grandes oscilaciones de la superficie, del volumen y la entrada de agua, sumado al egreso actual por el canal aliviador, permiten suponer que al disminuir la concentración de sales, se incrementaron las posibilidades de ingreso y radicación no sólo de pejerrey, sino también de nuevas especies y con ello, la generación de un posible cambio en la estructura y funcionamiento general de la laguna. Se reitera la inexistencia de datos tangibles sobre salinidades por encima de 10 g/L, aunque se presupone que a lo largo de la historia de Melincué existieron valores superiores.

En septiembre-2018 y en relación a la numerosidad, la mojarra cola roja *Astyanax* sp. resultó en términos absolutos la especie más frecuente del total de capturas, seguida por el dientudo; en tanto el pejerrey, tararira y sabalito fueron los que dominaron en la estructura de la ictiocenosis en cuanto al peso o ictiomasa. En el interior del ambiente el dominante fue el pejerrey. El escenario de marzo de 2019 fue idéntico en cuanto a la riqueza de peces, pero aquí el dientudo, la mojarra *Astyanax* sp. y la mojarrita (*Ch. interruptus*) fueron las tres especies más numerosas, mientras que la tararira y el pejerrey fueron las que registraron la mayor biomasa (peso) del total de las capturas. En el caso del pejerrey, su numerosidad y biomasa fueron de 7,4 y 23,0 % respectivamente, abundancias relativas que ponen de manifiesto la disminución de la cantidad de pejerrey en 2019 al establecer comparaciones con el conjunto de la ictiofauna.

A través del IRI (Índice Relativo de Importancia), que incluye los porcentajes en peso y número de los peces capturados y la frecuencia de ocurrencia en los diferentes artes de pesca, se pudo observar las marcadas modificaciones entre los dos muestreos, donde en el primero dominó el pejerrey y en el segundo las especies piscívoras (dientudo y tararira). Si bien la mayor temperatura del agua en marzo-2019, pudo tener influencia en dichas

variaciones por favorecer la actividad metabólica de los piscívoros, es obvio que la menor captura de pejerrey en los diferentes artes de pesca, se reflejó también en los resultados de este índice.

Todas las especies forman parte de la ictiofauna de la región pampeana (Rosso, 2006). En ambos muestreos no se capturaron ejemplares de carpa (*C. carpio*), lo cual constituye una excelente señal para el pesquero en función de las potenciales modificaciones que puede provocar esta especie en un ecosistema. Esto concuerda con las observaciones e información suministrada por guardafaunas y guías de pesca (Maximiliano Cykolowicz y Luis Formaggio *com. pers.*). Tampoco se capturó la especie conocida como bagarito o porteño (*P. valenciennis*), cuya presencia habría sido detectada años anteriores en ambientes contiguos (Carlos Garabello, *com. pers.*). La presencia de este pez ha sido recientemente documentada en lagunas del sur de la provincia de Córdoba (Mancini *et al.*, 2013) y de estar presente en Melincué, también traería serias consecuencias con la población de pejerrey por el fuerte solapamiento de sus dietas (Grosman *et al.*, 2007).

En relación al pejerrey, la CPUE de las baterías de enmalle fue comparativamente muy baja con relación a otras lagunas, principalmente en la cantidad de ejemplares capturados en 2019. La distribución de frecuencias de capturas de pejerrey mostró una distribución atípica para una población en equilibrio. Esto fue por la presencia mayoritaria de ejemplares de gran porte, pero con escasa o limitada representatividad de individuos de menor talla; ello puede explicarse como condiciones favorables para el pejerrey en un pasado cercano (5 a 7 años atrás) que generó cohortes de elevada abundancia con disponibilidad de espacio y alimento. Actualmente la situación de entorno ha variado, por ejemplo, por incremento de la competencia interespecífica por el alimento o por distintos aspectos que interfieren en forma negativa sobre la renovación del stock. Entre ellos se destacan problemas de reproducción, diferencia de proporción entre machos y hembras, baja temperatura que favorece el desarrollo de un sexo por sobre otro, la dispersión, fuga o migración de ejemplares juveniles, competencia por el escaso zooplancton, posibilidad de búsqueda de dietas alternativas al zooplancton al lograr determinada talla (esto explicaría las rarezas observadas en el incremento anual de crecimiento).

La falta de fondos de desove, la presencia de predadores (dientudos y mojaras en las orillas que se alimentan de ovas y alevinos), junto a tarariras que capturan ejemplares juveniles, también actúan negativamente contra la renovación de stock de pejerrey. La pesca furtiva mediante redes generalmente con fines comerciales pudo haber incidido en forma negativa. Si bien existen inspecciones frecuentes, la dimensión del sistema dificulta el control; en 2018 fue de público conocimiento la muerte de un joven pescador que estaba utilizando redes “comerciales”. Si bien fue comentado que habría otras acciones de pesca clandestina como el uso de espineles, no se dispone de información veraz para conocer y dimensionar su real efecto sobre la actual población de pejerrey.

Por su parte, la pesca recreativa está dirigida casi exclusivamente al pejerrey (con excepción de tarariras durante la época estival) y ello también afecta a la población y

favorece de manera indirecta al resto de las especies de peces presentes en el sitio. No se lograron obtener datos, censos o registros de capturas recreativas o deportivas de la pesquería de Melincué de los últimos años. Aún así, dado el tamaño y peso de los ejemplares capturados entre 2014 y 2018 y en base a la afluencia de pescadores, se estima una elevada extracción de biomasa que se debería cotejar con la superficie del pesquero. Es muy importante remarcar la acción que ha ejercido la pesca deportiva en este ambiente, la cual se desprende de contrastar la experiencia en 2018 entre las capturas de pesca de flote con las obtenidas con las redes de enmalle. Mediante la pesca con caña se lograron mayor cantidad de capturas y a su vez, mayor tamaño de pejerreyes que con la utilización de redes experimentales, en ambos casos unificando el esfuerzo de captura en un mismo periodo de tiempo (15 horas) y bajo las mismas condiciones de la laguna, al realizarse dicha comparación en forma paralela. Este dato es muy valioso e indica de manera indirecta al efectuar un análisis retrospectivo, que la pesca deportiva puede haber causado cierto impacto en el pesquero dada las características particulares que posee Melincué, como fue analizado en otras lagunas (Mancini y Grosman, 2001).

Cabe mencionar la elevada movilidad que experimentan las poblaciones de pejerrey en sistemas abiertos. Si bien la laguna de Melincué se ubica en una cuenca endorreica, posee el canal aliviador como un efluente, al cual seguramente han ingresado en forma masiva ejemplares de tallas menores de pejerrey. El mismo se comportaría más como una salida, con escasa posibilidad de retención y retorno en diferentes sitios cuando el nivel supera los albardones; ello podría explicar la estructura de tallas anómala hallada para el pejerrey en 2018. En este sentido, en 2017 se produjo una crecida extraordinaria: *“Con el incremento de las precipitaciones a partir de 2012, la cota comenzó a ascender alcanzando en agosto de 2017 un valor de 86,44 msnm. Con estos valores, la situación fue mucho más grave y catastrófica que en 2003. El agua ocupó una mayor superficie del casco urbano y aledaños. Se cortó la ruta Provincial 90 y la defensa de tierra que rodeaba y protegía al pueblo en forma de anillo estaba desmantelada en forma parcial, especialmente por el sur, sobre la laguna por donde ingresó el agua”* (Peralta, 2017). Es muy probable que junto con el agua salieran también cantidades masivas de pejerreyes juveniles y adultos (cuyo regreso a la laguna seguramente se produce en menor proporción), situación similar a lo que sucede en otras lagunas ante este tipo de eventos. En menor escala dada la superficie de Melincué, fenómenos semejantes fueron constatados por los autores de este trabajo en lagunas del sur de la provincia de Córdoba y de Buenos Aires en años recientes y también se adjudicaron a la misma causa.

Por otro lado, los resultados de captura de los artes de pesca así como las logradas con caña (líneas de flote), presentaron semejanzas en cuanto la estructura de tallas; esto junto al PSD perfila a la actual pesquería de pejerrey como de calidad pero de baja cantidad de ejemplares, situación que se agravó en 2019. El pique dado por el pejerrey en septiembre durante los muestreos de campo, con una temperatura del agua entre 14,2 y 15,7 °C fue “normal” para Melincué y reflejó una buena abundancia de peces. Una de las principales causas que explicaba inicialmente la reducción de capturas de pejerrey durante el invierno 2018, pudo deberse a las bajas temperaturas en la laguna que disminuyó notablemente la actividad metabólica del sistema. De acuerdo a lo expresado por guías

de pesca, en el invierno de 2018 hubo registros de temperatura del agua inferiores a 8°C donde las capturas fueron muy bajas, pero las mismas tendieron a normalizarse en los primeros días de septiembre (Rogelio Nardi y Luis Formaggio, *com. pers.*), con capturas de alrededor de 45 pejerreyes por embarcación/día, lo cual resultó consistente con el estudio efectuado en el primer muestreo.

Reflejo de un año muy frío, fue en 2018 la presencia en la costa de decenas de ejemplares muertos de tararira, fenómeno corroborado además por guardafaunas (Luciano García, *com. pers.*), en otros sitios en días previos y posteriores al muestreo de septiembre-2018. Esta mortandad, se asoció a las bajas temperaturas como sucedió en otras lagunas del sur de Córdoba; además, un alto porcentaje de tractos digestivos analizados de tarariras se hallaban vacíos en Melincué. Sin embargo, la muy baja CPUE, tanto en cantidad como en peso de pejerrey obtenido por medio de las redes de enmalle en marzo-2019, es consistente con prácticamente todas las experiencias realizadas desde la apertura de la temporada pesquera de dicho año hasta el mes de julio, donde si bien los pejerreyes tenían muy buenas tallas, la cantidad de ejemplares capturados por embarcación fue sumamente escasa. La mortandad de pejerreyes durante el verano (la cual no se pudo dimensionar), seguramente influyó también en la merma del rendimiento pesquero entre ambos periodos analizados en este trabajo.

Existen dos lagunas próximas a Melincué que tuvieron excelentes rendimientos de pesca deportiva de pejerrey en 2018 y 2019. Este rendimiento pesquero es muchas veces difícil de predecir sin estudios previos. Si bien las tres lagunas tratadas en este párrafo se ubican en el sur de la provincia de Santa Fe, no se dispone de antecedentes bibliográficos sobre la riqueza de peces, como así tampoco de la morfometría y grado de productividad de estos dos ambientes que puedan explicar las grandes diferencias de capturas. Por su parte, una de estas lagunas no posee salida de agua, lo cual impediría un escape masivo de pejerreyes luego de precipitaciones abundantes o extraordinarias.

La condición corporal (grado de gordura) de los pejerreyes en septiembre-2018 resultó buena a excepción de los peces mayores a 370 mm de LEst y es similar a las de otras poblaciones que dependen de situaciones de entorno favorables para el desarrollo de esta especie (Grosman, 1995a; Del Ponti, 2015). Por el contrario y como se puede observar en la sección Resultados, en marzo-2019 la condición de los pejerreyes estuvo muy por debajo de la estándar de la especie. Diferentes causas pueden haber motivado el “enflaquecimiento” de los peces en comparación con el primer muestreo. La oferta de una pobre cantidad de alimento no permite, *a priori*, adjudicar tales diferencias. Al efectuar un análisis más exhaustivo de cada ejemplar, la mayor carga de parásitos puede causar anorexia e infecciones secundarias con menor tasa de crecimiento, lo cual sumado al bajo grado de madurez reproductiva, tendría mayor fuerza en demostrar las diferencias de peso enunciadas.

El crecimiento del pejerrey, es decir la longitud que alcanzan los peces de las diferentes edades, es un resultado muy importante para el análisis biológico de una pesquería. En Melincué y en base a 77 ejemplares de diferentes tallas, el crecimiento es algo bajo hasta el cuarto año de acuerdo a los parámetros estándares de la especie (Mancini *et al.*,

2016a), luego experimenta un cambio positivo seguramente por las condiciones favorables de entorno de los peces de esa cohorte o influido por el cambio de alimentación al pasar a predar sobre peces.

La parasitosis observada en 2018 en cuanto a prevalencia e intensidad de parásitos, externos (*L. cyprinacea*), como internos (con predominio de gusanos chatos), se encuadró dentro de valores de referencia para ambientes de agua con bajo contenido de sales (Mancini *et al.*, 2006; 2008ayb; 2014a; 2016a; Bethular *et al.*, 2014; Salinas *et al.*, 2017). La presencia de *L. cyprinacea* no se asoció en el primer muestreo a infecciones bacterianas secundarias como ha sido descrito en otros ambientes del país (Mancini *et al.*, 2006) y que pueden afectar estéticamente a los peces que se destinan a consumo, sucediendo lo contrario en 2019, lo cual concuerda con la mayor temperatura del agua que tuvo la laguna y en donde coincidió una asociación positiva entre la prevalencia de *L. cyprinacea* y la talla de *O. bonariensis* (Mancini *et al.*, 2008a; Aslam *et al.*, 2016).

Los indicadores de madurez gonadal manifiestan la presencia de desove en el mes de septiembre-2018, que seguramente en base a experiencias en otros ambientes y temporadas, y en función del incremento de la temperatura, se espera que se haya desarrollado en plenitud durante la primavera. Si bien el desove brinda la oportunidad de recomposición de la estructura de tallas, las áreas de reproducción que pueden verse alteradas por el manejo hídrico del sistema (quedar en muy baja profundidad o directamente sin agua, mayor o menor temperatura que influye en la determinación del sexo de los pejerreyes), así como la presencia de especies acompañantes (mojarras, dientudos, bagres y tarariras) que predan sobre ovas, alevinos y/o juveniles, constituirían las principales causas que dificultan la renovación del stock pesquero de pejerrey.

A ello se suma la baja concentración de clorofila-*a* y la presencia de zooplankton en baja cantidad y reducido tamaño, además de la competencia con otras especies de peces (mojarras y dientudo) por este recurso alimenticio; el panorama de la población de pejerrey principalmente en tallas menores no es el ideal. Se favorecería si por ejemplo se produciría un incremento de la salinidad o un cambio de condiciones de entorno, como un aumento de la densidad zooplanctónica. Sin embargo, muchas observaciones indican el gran dinamismo que expresa el pejerrey en sus poblaciones a lo largo del tiempo, no sólo con una recomposición, sino también con un aumento de la densidad poblacional. Un claro reflejo de esta situación quedó plasmado en años anteriores donde la pesquería de Melincué alcanzó su esplendor. Para ello y como se manifestó con anterioridad, se necesitan nuevos estudios temporales que permitan detectar las modificaciones del ecosistema. La presencia de una abundante cantidad de pejerreyes en la zona litoral de la laguna Melincué en diciembre-2018 (Rogelio Nardis, *com. pers.*), constituía una señal muy alentadora pero no se reflejó en absoluto en el muestreo de marzo-2019, en especial en las capturas con redes de arrastre efectuadas en la zona litoral de diferentes sitios de la laguna.

Como dato acompañante, en ambos muestreos, no fueron observados ejemplares de flamenco andino (*P. andinus*), lo cual no afirma su ausencia; tal vez diferentes aspectos de su biología o las condiciones adversas que se plantean para el pejerrey, también lo

fueron para el ave, con la salvedad que tienen la posibilidad de volar y buscar otro ambiente con condiciones favorables, y probablemente lo hayan hecho temporalmente.

VII) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La laguna Melincué posee una baja transparencia del agua (inferior a 20 cm de lectura disco de Secchi) y se encuadra dentro de la tipología de lagunas turbias. Este ambiente se comporta como un sistema homogéneo desde el punto de vista físico-químico de la masa líquida, como así también para dos comunidades: fitoplancton y zooplancton. La máxima profundidad registrada fue de 5,6 m en septiembre-2018.

El agua posee baja salinidad (1,1 y 1,25 g/L) y de acuerdo a la dureza, se clasifica como blanda y moderadamente blanda; la concentración de nutrientes es elevada. Los registros de oxígeno y pH son normales para este tipo de ambientes. Como se mencionó con anterioridad, la transparencia del agua es reducida, pero esto no se asocia a las concentraciones de clorofila-*a*, por consecuencia no existe una adecuada cantidad de fitoplancton, que constituye una de las bases de las pirámides alimenticias acuáticas. La turbidez podría deberse a cantidades elevadas de carbono orgánico disuelto (ácidos húmicos y fúlvicos) que podrían alterar la entrada y disponibilidad de luz para los productores primarios (algas y macrófitas). Debido a su importancia en la dinámica del ecosistema, es un aspecto que debería ser investigado.

La baja salinidad actual de la laguna explica la presencia de nuevas especies del zooplancton y de la ictiofauna adaptadas a la misma y conforma una situación diferente a los registros de años anteriores donde la elevada salinidad (al menos del orden de 10 g/L), habría limitado la presencia de especies adaptadas a valores superiores de esta variable.

Los resultados indican que la cantidad de zooplancton es baja y de pequeño tamaño, situación ya registrada en el pasado y que configuraría una oferta alimenticia muy pobre para los peces planctívoros de interés como el pejerrey, siendo el mismo un factor adverso clave para la producción de esta especie. En 2019, la riqueza específica del zooplancton fue la misma que la registrada en septiembre de 2018 pero el mayor número de especies correspondió a los rotíferos. La densidad total zooplanctónica fue más elevada que en aquella ocasión, pero el mayor número de ejemplares correspondió también a los rotíferos, sobre todo a *K. americana* la cual es de talla muy pequeña (alrededor de 200 μm) por lo que no representaría una oferta alimenticia significativa para el pejerrey, en especial peces juveniles y adultos, cuyo principal alimento lo constituye el macrozooplancton (cladóceros y copépodos). Esta situación no es la ideal para un adecuado desarrollo del pejerrey, pero los pocos antecedentes existentes indican que en años anteriores la producción de esta especie fue elevada en Melincué.

En inundaciones extraordinarias, las cañadas y bajos se comportan conectando cuencas, posibilitando el intercambio de organismos. En ese sentido, las condiciones de la laguna fueron propicias para la colonización de al menos 11 especies de peces, todas de origen pampeano, aunque esto tampoco favorece al pejerrey.

Referencias concretas y de fuentes diferentes, indican y coinciden que entre 1999 y 2001 hubo un masivo ingreso de pejerreyes que dieron origen al posterior desarrollo de la pesquería, que tuvo su época de esplendor entre 2014 y 2018. Esto es consistente con la gran disminución previa de la superficie de la laguna que habría afectado a la población de pejerrey, la cual por diferentes motivos habría desaparecido en su totalidad. Sin embargo, los grandes excedentes hídricos no siempre jugaron a favor de la población de pejerrey. En los últimos años ocurrieron inundaciones extraordinarias que pueden haber provocado también la migración de pejerreyes juveniles y adultos hacia el canal aliviador y a otros sitios donde se dispersaron sin retorno, principalmente la ocurrida en el año 2017. Desde hace algunos años, la presencia de un canal de salida de agua actúa como un efluente artificial y es un punto de atracción para el pejerrey que busca aguas en movimiento a lo que se suma la imposibilidad física del retorno al ingresar a la estación de bombeo.

La producción de pejerrey de 2018 se considera baja, en especial de peces juveniles menores a tres años de vida. La estructura de tallas es anormal para una población en equilibrio debido a la reducida presencia de ejemplares de menor talla que son los que deberían sumarse al stock pesquero en próximas temporadas. En dicho año, se observaron ejemplares muertos de tararira en la costa seguramente debido a las bajas temperaturas invernales, al igual que lo sucedido en lagunas próximas a Melincué y otras ubicadas en el sur de la provincia de Córdoba. En tal sentido, la disminución hasta la ausencia de pique durante este otoño e invierno se asoció quizás a los intensos fríos que provocaron una reducción de la temperatura del agua y consecuentemente de las necesidades metabólicas de los peces. La mortandad de tararira adjudicada al frío, explica en parte, la importancia de las bajas temperatura de dicha temporada. La CPUE de pesca deportiva obtenida por los guías de pesca durante este estudio y la calidad de pesca evidenciada a través del índice de proporcionalidad de stock (PSD) y peso relativo, muestran coincidencia; en ese sentido, los ejemplares de mayor porte son también consumidores de zooplancton y compiten con sus congéneres de menor talla.

La extracción de peces por parte de la pesca recreativa ha sido elevada, si es que se mantuvo en temporadas previas la captura registrada durante el muestreo del mes de septiembre-2018. Esto puede haberse atenuado en función de la enorme superficie del ambiente, que posibilita el desarrollo de una vasta población de pejerrey y un menor impacto de la presión de pesca deportiva ejercida hasta ese momento. Sin embargo, la baja abundancia de pejerrey de septiembre-2018 fue aún más marcada en marzo-2019. Una de las posibles causas de dicha merma, habría sido la mortandad producida en los meses estivales, la cual no se pudo dimensionar con exactitud. En el mismo sentido y desde un enfoque general de la pesquería, vale agregar el posible rol que tuvo la pesca comercial no autorizada, principalmente con redes (también hay antecedentes de uso de espineles), que como sucede en la mayoría de los ambientes, es de muy difícil control e imposible de cuantificar.

En septiembre-2018, la condición corporal de los pejerreyes resultó normal para la especie con una disminución conforme aumenta la longitud, incluso con parasitosis

externas e internas con prevalencias normales. Por el contrario, ambos análisis (estado de gordura y parásitos externos), exhibieron un desmejoramiento en el segundo muestreo.

Hasta el cuarto año, el crecimiento del pejerrey es algo bajo si se comparan los parámetros considerados normales de la especie; luego experimenta un cambio positivo seguramente por las condiciones de entorno de los peces de esa cohorte o ligado al cambio de sus presas, las cuales pasan a ser peces.

En septiembre-2018, el desove del pejerrey se desarrolló con normalidad, pero con mayor proporción de hembras que machos. Se espera que la actividad reproductiva se haya intensificado a medida que se incrementó la temperatura del ambiente y del agua. Si bien el desove se produciría con normalidad, un escenario adverso dado por los cambios en el nivel hídrico puede afectar la sobrevivencia de alevinos y ejemplares juveniles de pejerrey, sumado a la presencia masiva de predadores (mojarra, dientudos y tararira), a la escasa cantidad de zooplancton (copépodos y cladóceros) y a la competencia que existe en la laguna por este alimento, principalmente de tipo interespecífica. La comparación de las capturas en peso y número de peces con todos los artes empleados, es clara y refleja la menor preponderancia del pejerrey, al comparar el conjunto de la ictiofauna del primer y segundo muestreo.

En relación a las recomendaciones, es importante recordar que un cuerpo de agua de las características de la laguna Melincué declarado como sitio Ramsar, lindero a la comuna, constituye indudablemente una fortaleza desde el punto de vista ambiental. El posicionamiento, la percepción y los usos reales que la comunidad realiza de este lugar, se relacionan con el sentido de pertenencia e identidad local. Es también indudable que amerita un debate, una consideración y tal vez reconsideración propia de la ciudadanía del lugar y sus correspondientes autoridades, a través de diversos canales de diálogo, hacia el sentir y accionar sobre este sitio, y de esa forma establecer pautas de manejo acordes a los diferentes objetivos así planteados. La protección del casco urbano, el manejo hídrico del lugar para mantener una cota que reduzca las posibilidades de inundaciones es también una prioridad manifiesta, tanto como la generación de empleo y movimiento económico genuino que promueve la laguna a través de sus bienes y servicios, entre los cuales se destaca la pesca recreativa del pejerrey.

En ese sentido, el libro presenta diversos aspectos elaborados desde el ámbito técnico sobre la población de pejerrey, en particular desde múltiples aspectos (demografía, crecimiento, CPUE, alimentación, parasitosis, condición corporal, estadios gonadales), abordando especies de peces acompañantes, otras comunidades (fito y zooplancton), características físico-química del agua (diferentes variables de interés); pero las decisiones políticas a tomar son exclusivas de la comuna de Melincué y deben encuadrarse en un plan de gestión ambiental integral hacia el lugar, si así la comunidad lo decide, y a la utilización de los bienes y servicios que aporta este ambiente. La gestión ambiental requiere de una mesa de diálogo con representantes o dirigentes de los diferentes usuarios del sistema (pescadores, guías de pesca, lugareños, propietarios de campos linderos, prestadores turísticos, organismos de protección ambiental provinciales y nacionales, técnicos profesionales con diferente perfil, entre otros).

El fomento de actividades náuticas como vela y remo puede constituir un atractivo turístico extra para la localidad de Melincué en los meses de mayor temperatura, no afecta mayormente al ecosistema y no implica grandes erogaciones en instalaciones o servicios conexos. Por el contrario, la utilización de embarcaciones a motor, obliga a repensar en la habilitación de nuevos sectores destinados para tal fin, por ejemplo, próximos a la salida de agua o lejos de sitios de desove de peces o de nidificación de aves. Si bien la gran superficie de la laguna “amortigua” esta última práctica, la recomendación tiene su origen en la protección del lugar como sitio Ramsar y como reserva provincial.

Desde el punto de vista técnico y considerando a la población de pejerrey como eje y punto de atracción de la laguna, se recomienda:

Establecer una veda estacional total con la intención de proteger el desove, esto significa la prohibición de pescar durante el periodo reproductivo tanto de costa como desde el interior del ambiente, incluyendo los fines de semana. Tentativamente y acorde al desarrollo gonadal del pejerrey para la región pampeana, entre septiembre y noviembre se produce el pico del desove. En Melincué ocurriría un segundo desove otoñal exitoso manifestado en el estudio técnico.

Realizar resiembras de pejerreyes juveniles y/o adultos. Si bien la intención de capturar peces en el canal aliviador y reintroducirlos a la laguna no arrojó los resultados esperados, existen nuevas gestiones para resembrar un importante número de pejerreyes provenientes de otros cuerpos de agua cercanos. Esta medida en particular, surge del análisis de los resultados obtenidos en el segundo muestreo, donde no sólo fue baja la captura de peces adultos con las redes de enmalle, sino también de juveniles por medio de las redes de arrastre. El tamaño de los pejerreyes y la cantidad de ejemplares resembrados influirá en la respuesta del pesquero en base a las dimensiones que posee Melincué.

Establecer un número máximo de piezas. En función de las tallas trofeo obtenidas, se propone un número máximo de ejemplares por persona y día de pesca a extraer de la laguna. Este número puede ser dinámico y variable en función de los resultados de las capturas en número y peso por parte de los pescadores deportivos, las cuales fueron muy bajas en los primeros meses de la temporada 2019.

Fijar talla mínima de captura para el pejerrey, regulando el tamaño de anzuelo (selectividad).

Extracción de especies acompañantes dentro de un manejo racional responsable. Por ejemplo, la pesca deportiva de tararira y bagre en verano puede complementar la pesca de pejerrey de otoño-invierno.

Controlar la posible introducción de carpas por parte de pescadores deportivos, siendo este factor muy importante para el futuro del pesquero.

Solicitar a los pescadores deportivos que no liberen ejemplares de carnada (peces vivos) en la laguna una vez finalizada su jornada de pesca. De la misma manera, se recomienda

no tirar o dejar las vísceras en las orillas o interior de la laguna (se suministraron gacetillas y afiches al respecto para proteger el ecosistema y sus recursos pesqueros). Las dos medidas anteriores están destinadas a la prevención de enfermedades y del ingreso de nuevas especies de peces. Al igual que en todos los ambientes de la región central de Argentina, se recomienda que los pescados que se destinan a consumo tengan adecuado manejo de cadena de frío y cocción previa.

Controles en puntos de embarque y en toda la laguna, tanto de medidas de seguridad como de fiscalización de la actividad pesquera.

Cuantificación de la actividad. Relevar datos de interés para la gestión del recurso al momento que el pesquero brinde señales reales de recuperación y sea visitado nuevamente por los pescadores. La información sobre número de visitantes, cantidad y peso aproximado de las capturas es valiosa para el manejo.

Actualizar un censo de flamencos andinos. La presencia de esta especie fue la determinante en la inclusión de la laguna Melincué como sitio Ramsar. Los cambios en el sistema (reducción de salinidad, ingreso de nuevas especies de peces, competencia interespecífica por el alimento, reducido zooplancton en tamaño y densidad), pueden haber sido determinantes para la migración de esta ave hacia otros sitios más propicios. Si bien los responsables del presente estudio no son especialistas en avifauna, su experiencia a campo indica que es muy probable que estas aves regresen a la laguna.

Lo expresado con anterioridad se desprende del estudio integral efectuado en septiembre de 2018 y marzo de 2019, más la información de base disponible, la cual era muy escasa en especial sobre la ictiofauna y del valioso aporte de numerosas personas que figuran en la sección Agradecimientos. La realización de una nueva secuencia de estudios permitirá tener mayor grado de certeza sobre el funcionamiento y evolución de la laguna Melincué. Sin embargo, es sabido que la dinámica poblacional del pejerrey puede tener una tendencia favorable en función de la respuesta que presenta esta especie ante determinados cambios del ecosistema, como ha sido demostrado en múltiples lagunas de la región pampeana o como bien sucedió en este mismo ambiente años atrás.

VIII) AGRADECIMIENTOS

Los autores de este libro expresan su agradecimiento a las autoridades de la Comuna de Melincué: Andrés Sacchetto y Mario Sacchetto, por haber confiado en el *Grupo Pejerrey* para la realización del presente estudio. Además agradecen a los siguientes guardafaunas, guías de pesca y personas por su indispensable colaboración en el trabajo de campo y por el aporte de valiosos datos sobre la historia de la pesquería: Maximiliano Cykolowicz (el permanente aporte de información e imágenes de este guardafauna fue muy importante), Luciano García, Luis Formaggio, David Schneider, Eduardo Olmedo, Rogelio Nardis, Martín Vicharelli, Cristian Ambrossio, Hugo Toscano, Alejandro Fernández, Diego Soler, Carlos Ayala, Carlos Garabello, Fernando Amaya, Iván Crespo, Anibal Achondo, Ceferino Camer, José Rastelli, Diego Anhorn, Matías Trucco, Mariano Alegre, Sebastián Indelangelo, Mario Brandana, Gustavo Gómez, Elías Grassi y Norma Dalmasso.

A la Dra. Graciela I. Bazán de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UNLPam) por la determinación de especies de cianobacterias.

A las autoridades de las respectivas Universidades Nacionales de los autores y de la provincia de Santa Fe por haber facilitado la ejecución del trabajo.

VIII.1. Una síntesis del *Grupo Pejerrey*

El *Grupo Pejerrey*, responsable de la elaboración de este libro, está conformado por los siguientes docentes e investigadores: Miguel Mancini, Fabián Grosman, Omar Del Ponti, Pablo Sanzano y Víctor Salinas. Los mismos pertenecen a tres Universidades Nacionales de la República Argentina (Río Cuarto, Centro de la Provincia de Buenos Aires y La Pampa). Este grupo, que ha confiado en *UniRío Editora* para la realización de diferentes obras como la presente publicación, posee una vasta experiencia de campo que le ha permitido desempeñarse en más de 50 lagunas, 14 embalses y 6 lagos urbanos de las provincias de Buenos Aires, Córdoba, San Luis, La Pampa, La Rioja y Santa Fe. Su principal línea de investigación es la Ecología Acuática, con especial referencia en la fauna de peces y en particular sobre la biología del pejerrey (de allí el nombre del grupo), totalizando más de 1.000 campañas y muestreos de campo. El esfuerzo de tantos años y su enorme vocación, lo han capitalizado en la publicación de 10 libros, de numerosos capítulos de libros, presentaciones a Congresos y trabajos en revistas científicas nacionales y extranjeras. Además, han dirigido e integrado proyectos y programas de investigación-extensión con otros profesionales de Argentina (algunos comparten esta publicación) y de países vecinos, conformando equipos multidisciplinarios para la evaluación y gestión de los recursos pesqueros continentales, con especial referencia en el pejerrey.



El *Grupo Pejerrey* al finalizar los trabajos de campo en la laguna Melincué (marzo de 2019).

IX) BIBLIOGRAFÍA

- Adamowicz, S., P. Hebert, M. C. Marinone. 2004. Species diversity and endemism in the *Daphnia* of Argentina: a genetic investigation. *Zoological Journal of the Linnean Society* (140): 171 – 205.
- APHA. 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th edition. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF), Washington, DC.
- Arar, E. 1997. *In vitro* determination of chlorophylls *a*, *b*, *c* + *c* and pheopigments in marine and freshwater algae by visible spectrophotometry. Method 446.0. U.S. Environmental Protection Agency.
- Aslam, S., S. Abbas, M. Ali Kalhoro, A. Shoaib. 2016. Anchor worms (lernaeid parasites), *Lernaea polymorpha* Yü and *Lernaea cyprinacea* L (Copepoda : Lernaeidae) on major carps at different fish farms in Punjab, Pakistan. *Sci. Int. (Lahore)* 28(1): 295-298.
- Azpelicueta, M., L. Braga. 1991. Los curimátidos en Argentina. *Fauna de Agua dulce de la República Argentina*. Museo de La Plata.
- Baigún, C., O. Anderson. 1994. The use of structural indices for the management of pejerrey (*Odontheistes bonariensis*, Atherinidae) in Argentine lakes. *J. North Amer. Fish. Manag.* 13: 600 - 608.
- Baigún, C., R. Lombardo. 2017. Subregión de la Pampa Húmeda. En: *Regiones de Humedales de la Argentina*. Benzaquén, L., D.E. Blanco, R. Bo, P. Kandus, G. Lingua, P. Minotti y R. Quintana (Eds.). Libro digital, PDF. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Fundación Humedales/Wetlands International, Universidad Nacional de San Martín y Universidad de Buenos Aires.
- Battauz, Y., S. José de Paggi, J.C. Paggi, M. Romano, I. Barberis. 2013. Zooplankton characterisation of Pampean saline shallow lakes, habitat of the Andean flamingoes. *J. Limnol.* 72: 531–542.
- Bayly, I. 1992a. Fusion of the genera *Boeckella* and *Pseudoboeckella* (Copepoda) and revision of their species from South America and sub-Antarctic islands. *Revista Chilena de Historia Natural* 65: 17-63.
- Bayly, I. 1992b. The non-marine Centropagidae (Copepoda: Calanoida) of the world. In: *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. H. J. Dumont (Ed.). SPB Academic Publishers, The Hague.

- Benzaquén, L., D. Blanco, R. Bo, P. Kandus, G. Lingua, P. Minotti, R. Quintana (Eds.). 2017. *Regiones de humedales de la Argentina. Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales*. Libro digital, PDF. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Fundación Humedales/Wetlands International, Universidad Nacional de San Martín y Universidad de Buenos Aires.
- Berasain, G. 2016. Laguna de Melincué, provincia de Santa Fe. Informe Técnico.
- Bethular, A., M. Mancini, V. Salinas, S. Echaniz, A. Vignatti, A. Larriestra. 2014. Alimentación, condición corporal y principales parásitos del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) del embalse San Roque (Argentina). *Biología Acuática* 30: 59-68
- Biolé, F., S. Guagliardo, M. Mancini, R. Tanzola, V. Salinas, G. Morra. 2012. Primer registro de *Contracaecum australe* (Nematoda: Anisakidae) en *Phalacrocorax brasilianus* (Aves: Phalacrocoracidae) de la región central de Argentina. *BioScriba* 5(1) 1-11.
- Blarasin, M., S. Degiovanni, A. Cabrera, M. Villegas, G. Sagripanti, J. Cantero. 2004. Morfotectónica, escalas de flujo de aguas superficiales y subterráneas y antropización en los humedales pampeanos. *Actas XXXII Congreso IAH-VI ALSHUD*. México, 11-15.
- Bondaz, C., I. Garbarino, J. Lázzari. 2012. *Relevamiento planialtimétrico para el estudio de erosión de un sector de la cuenca de la laguna de Melincué*. Trabajo Final Universidad Nacional de Rosario.
- Boveri, M., R. Quirós. 2007. Cascading trophic effects in pampean shallow lakes: results of a mesocosm experiment using two coexisting fish species with different feeding strategies. *Hydrobiologia* 584: 215-222.
- Boyd, C. 1984. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Netherlands: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Braga, L. 1994. Los Characidae de Argentina de las subfamilias Cynopotaminae y Acestrorhynchinae. *Fauna de Agua dulce de la República Argentina*. Museo de La Plata.
- Brandorff, G., V. Pinto-Silva, A. Morini. 2011. Zooplankton: species diversity, abundance and community development. In: *The Pantanal: Ecology, biodiversity and sustainable management of a large neotropical seasonal wetland*. Junk, W., C., Da Silva, C., Nunes da Cunha & K. Wantzen (Eds.). Capítulo 14: 355-391. Pensoft Publishers, Sofia–Moscow.
- Bucher, E. 2006. Flamencos. En: *Bañados del río Dulce y laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*. E. Bucher (Ed.). Cap. 15: 251-261. Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina).

- Bucher, E, A. Bucher. 2006. Limnología física y química. En: *Bañados del río Dulce y laguna Mar Chiquita (Córdoba, Argentina)*. E. Bucher (Ed.). Cap. 5: 79-101. Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina).
- Bush, A., K. Lafferty, J. Lotz, A. Shostak. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis *et al.* revisited. *The Journal of Parasitology* 83: 575-583.
- Calvo, J., L. Dadone. 1972. Fenómenos reproductivos en el pejerrey (*Basilichthys bonariensis*). I. Escala y tasa de madurez. *Revista del Museo de La Plata*. Tomo XI, Zoología 102: 151-167.
- Canevari P., D. Blanco, E. Bucher. 1999. *Los beneficios de los Humedales de la Argentina. Amenazas y Propuestas de soluciones*. Wetlands International. Buenos Aires, Argentina.
- Casciotta, J., A. Almirón, J. Bechara. 2005. *Peces del Iberá. Hábitat y diversidad*. Grafikar. La Plata.
- Castellanos, A. 1924. Contribución al estudio de la paleoantropología argentina. Restos descubiertos en la laguna Melincué (provincia de Santa Fe). *Rev. Universidad Nacional de Córdoba* 11(10-12): 279-310.
- Chang, K., T. Nagata, T. Hanazato. 2004. Direct and indirect impacts of predation by fish on the zooplankton community: an experimental analysis using tanks. *Limnology* 5: 121-124.
- Colautti, D., M. Remes Lenicov, G. Berasain. 2006. A standard weight equation to assess the body condition of pejerrey *Odontesthes bonariensis*. Symposium: Biology and Culture of Silversides. *Biocell* 30(1): 131-135.
- Cole, G. 1988. *Manual de Limnología*. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- Conzonno, V. 2009. *Limnología Química*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata. La Plata.
- Córdoba, F., L. Guerra, C. Cuña Rodríguez, F. Sylvestre, E. Piovano. 2014. Una visión paleolimnológica de la variabilidad hidroclimática reciente en el centro de argentina: desde la pequeña edad de hielo al siglo XXI. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 21(2): 139-163.
- Dangavs, N. 2005. Los ambientes acuáticos de la provincia de Buenos Aires. En: *Relatorio del XVI Congreso Geológico Argentino*. Geología y Recursos minerales de la provincia de Buenos Aires. La Plata, 219-235.
- Del Ponti, O. 2015. Limnología y estructura ictiofaunística de la laguna La Brava (La Pampa), con especial referencia en la biología de *Odontesthes bonariensis*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Córdoba.

- Del Ponti, O, M. García. 2015. Feeding of silverside *Odontesthes bonariensis* in bajo Giuliani and Don Tomás shallow lakes (province of La Pampa, Argentina). *Semiárida*, Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam 25(1): 7-15
- Derlindati, E. 2008. Conservation of high andes flamingo species (*Phoenicoparrus andinus* and *P. jamesi*): habitat use and activity patterns in two contrasting wetland systems of Argentina. The Management & Staff Of Rufford Maurice Laing Foundation. United Kingdom.
- Díaz, O., V. Colasurdo. 2008. El agua revela sus secretos. Química de las lagunas pampeanas. En: *Espejos en la llanura. Nuestras lagunas de la región pampeana*, F. Grosman (comp.). Cap. III: 47-65. PublicArt. La Plata.
- Diovisalvi, N., V. Bohn, M. Piccolo, G. Perillo, C. Baigún, H. Zagarese. 2015. Shallow lakes from the Central Plains of Argentina: an overview and worldwide comparative analysis of their basic limnological features. *Hydrobiologia* 752: 5–20.
- Dodson, S., W. Everhart, A. Jandl, S. Krauskopf. 2007. Effect of watershed land use and lake age on zooplankton species richness. *Hydrobiologia* 579: 393-399.
- Echaniz, S., A. Vignatti. 2001. Composición y variación anual de la taxocenosis de cladóceros (Crustacea: Anomopoda y Ctenopoda) planctónicos y química del agua de la laguna Don Tomás (La Pampa, Argentina). *Rev. Fac. Agronomía, UNLPam* 12: 23-35.
- Echaniz, S., A. Vignatti. 2013. Trophic status of shallow lakes of La Pampa (Argentina) and its relation with the land use in the basin and nutrient internal load. *Journal of Environmental Protection* 4: 51-60.
- Echaniz, S., A. Vignatti. 2017. The zooplankton of the shallow lakes of the semi-arid region of southern South America. *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* 53: 345–360.
- Echaniz, S., A. Vignatti, G. Cabrera. 2009. Características limnológicas y variación estacional del zooplancton de una laguna turbia orgánica de salinidad media de la provincia de La Pampa. *Biología Acuática* 26: 71-82.
- Echaniz, S., A. Vignatti, A. Pilati, S. Kissner. 2012. Cambios en la diversidad y variación interanual de la abundancia del zooplancton de un lago somero urbano de La Pampa. *Biología Acuática* 27: 97-112.
- Echaniz, S., G. Cabrera, C. Rodríguez, A. Vignatti. 2013. Do temporary lakes vary from year to year? A comparison of limnological parameters and zooplankton from two consecutive annual cycles in an Argentine temporary saline lake. *International Journal of Aquatic Science* 4(1): 44-61.
- EPA (Environmental Protection Agency). 1993. ESS Method 340.2: Total Suspended Solids, Mass Balance (Dried at 103 – 105 °C) Volatile Suspended Solids (Ignited at 550 °C). <http://www.epa.gov/glnpo/lmmb/methods/methd340.pdf>.

- Feinsinger, P. 2004. *El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad*. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra.
- Gallucci, V., T. Quinn. 1979. Reparameterizing, fitting, and testing a simple growth model. *Trans. Am. Fish. Soc.* 108: 14-25.
- Gera, K., P. Urrutia-Cordero, P. Frost, L. Hansson, O. Sarnelle, A. Wilson, M. Lürling. 2016. The interaction between cyanobacteria and zooplankton in a more eutrophic world. *Harmful Algae* 54: 128-144.
- Geraldi, A., M. Piccolo, G. Perillo. 2011. Lagunas bonaerenses en el paisaje pampeano. *Ciencia Hoy* 21(123): 16-22.
- Ghadouani, A., B. Pinel-Alloul, K. Plath, G. Codd, W. Lampert. 2004. Effects of *Microcystis aeruginosa* and purified microcystin-LR on the feeding behavior of *Daphnia pulicaria*. *Limnology and Oceanography* 49(3): 666 – 679.
- Giacosa, B., J. Liotta. 2013. Humedales de los tributarios santafesinos y bonaerenses del Paraná inferior. En: *Inventario de los humedales de Argentina: Sistemas de paisajes de humedales del corredor fluvial Paraná – Paraguay*. 263–270. Sec. de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.
- González de Infante, A. 1988. El plancton de las aguas continentales. *Monografía n° 33, Serie de Biología*. Ed. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos (OEA).
- Goulden, C. 1968. The systematics and evolution of the Moinidae. *Transactions of the American Philosophical Society* 58(6): 1-101.
- Grosman, F. 1995a. *El pejerrey. Ecología, cultivo, pesca y explotación*. Editorial Astyanax. Azul. Buenos Aires.
- Grosman, F. 1995b. Variación estacional en la dieta del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Rev. Asoc. Ciencias Naturales del Litoral* 24(1): 9-18.
- Grosman, F. 2008. Una invitación a conocer nuestras lagunas pampeanas. En: *Espejos en la llanura. Nuestras lagunas de la región pampeana*. F. Grosman (comp.). Cap. I: 19-39. PublicArt, La Plata.
- Grosman F., P. Sanzano, G. Rudzik. 2007. Incidence of local and global changes on the dynamics of pampean shallow lakes: the case of Blanca Grande: 294-301. En: O. Scarpati y J. Jones (Eds). *Environmental change and rational water use*. Ed. Orientación Gráfica Editora.
- Grosman, F., P. Sanzano. 2008. Cada laguna con su propia historia. Variaciones espacio-temporales. En: *Espejos en la llanura. Nuestras lagunas de la región pampeana*. F. Grosman (comp.). Cap. IV: 67-76. PublicArt, La Plata.

- Guerra, L., E. Piovano, F. Córdoba, F. Sylvestre, S. Damatto. 2015. The hydrological and environmental evolution of shallow Lake Melincué, central Argentinean Pampas, during the last millennium. *Journal of Hydrology* 529: 570-583.
- Gulland, J.A, 1971. *Manual de métodos para la evaluación de las poblaciones de peces*. Zaragoza, España, Editorial Acribia. FAO, 164 p.
- Haberman, J., M. Haldna. 2017. How are spring zooplankton and autumn zooplankton influenced by water temperature in a polymictic lake? *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences* 66(3): 264-278.
- Hall, C., C. Burns. 2003. Responses of crustacean zooplankton to seasonal and tidal salinity changes in the coastal Lake Waihola, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 37: 31-43.
- Haro, J., M. Bistoni. 2007. *Peces de Córdoba*. Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba.
- Hobæk, A., M. Manca, T. Andersen. 2002. Factors influencing species richness in lacustrine zooplankton. *Acta Oecologica* 23: 155-163.
- Iriondo, M. 2011. *Aguas subterráneas y superficiales de la provincia de Santa Fe*. Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino.
- Izaguirre, I., M. Sánchez, M. Schiaffino, I. O'Farrell, P. Huber, N. Ferrer, J. Zunino, L. Lagomarsino, M. Mancini. 2015. Which environmental factors trigger the dominance of phytoplankton species across a moisture gradient of shallow lakes. *Hydrobiology* 752: 47-64.
- Kalff, J. 2002. *Limnology*. Inland Water System. Prentice Hall, New Jersey.
- Khan, T., M. Wilson, M. Khan. 2003. Evidence for invasive carp mediated trophic cascade in shallow lakes of western Victoria, Australia. *Hydrobiologia* 506-509: 465-472.
- Kobayashi, T. 1997. Associations between environmental variables and zooplankton body masses in a regulated Australian river. *Marine and Freshwater Research* 48: 523-529.
- Kolding J., A. Skalevik. 2009. *Introduction and Manual to Pasgear 2, version 2.3*. University of Bergen Department of Fisheries and Marine Biology High Technology Centre N-5020. Bergen, Norway.
- Korovchinsky, N. 1992. Sididae y Holopedidae (Crustacea: Daphniiformes). *Guides to Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. III. SPB Academic Publishing, The Hage.
- Koste, W. 1978. Rotatoria. *Die Rädertiere Mitteleuropas*. Borntraeger, Berlin-Stuttgart.
- Lampert, W., U. Sommer. 1997. *Limnoecology. The ecology of lakes and streams*. Oxford University Press, London.

- Licoff, P. 2008. Las lagunas también tienen estrés. La laguna El Coraje como estudio de caso. En: *Espejos en la llanura. Nuestras lagunas de la región pampeana*. F. Grosman (comp.). Cap. VII: 99-111. PublicArt, La Plata.
- López, C., P. Brandolín, O. Campanella, A. Martino, C. de Ángelo. 2013. Evaluación mediante teledetección del efecto de canalizaciones sobre el humedal del Saladillo (Argentina). *Revista de Teledetección* 40: 5-21.
- López-González, P., F. Guerrero, M. Castro. 1998. Seasonal fluctuations in the plankton community in a hypersaline temporary lake (Honda, southern Spain). *International Journal of Salt Lake Research* 6: 353-371.
- Manca, M., J. Vijverberg, L. Polishchuk, D. Voronov. 2008. *Daphnia* body size and population dynamics under predation by invertebrate and fish predators in Lago Maggiore: an approach based on contribution analysis. *Journal of Limnology* 67(1): 15-21.
- Mancini, M., F. Grosman. 2001. *Efecto de la pesca deportiva sobre una población de pejerrey (Odontesthes bonariensis)*. Capítulo XIV. En: Fundamentos biológicos, económicos y sociales para una correcta gestión del recurso pejerrey. Ed. Astyanax.
- Mancini, M., C. Rodríguez, C. Prósperi, V. Salinas, C. Bucco. 2006. Main diseases of pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) in Argentina's central region. *Pesquisa Veterinaria Brasileira* 26: 205-210.
- Mancini, M., F. Grosman. 2008. *El pejerrey de las lagunas pampeanas. Análisis de casos tendientes a una gestión integral de las pesquerías*. Ed. Universidad Nacional de Río Cuarto – Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
- Mancini, M., C. Rodríguez, M. Ortiz, V. Salinas, R. Tanzola. 2008a. Lerneosis en peces silvestres y cultivados del centro de Argentina. *Biología Acuática* 24: 33-41.
- Mancini, M., C. Bucco, V. Salinas, A. Larriestra, R. Tanzola, S. Guagliardo. 2008b. Seasonal variation of parasitism in pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Atheriniformes, Atherinopsidae) from La Viña reservoir (Córdoba, Argentina). *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria (Braz. J. Vet. Parasitol.)* 17(1): 28-32.
- Mancini, M., V. Salinas, J.G. Haro. 2009a. Diferentes aspectos ecológicos e ictiofauna de seis lagunas mercedinas (San Luis, Argentina). *Biología Acuática* 26: 151-165.
- Mancini, M., I. Nicola, V. Salinas, C. Bucco. 2009b. Biología del Pejerrey (Pisces, Atherinopsidae) de la Laguna Los Charos (Córdoba, Argentina). *Revista Peruana de Biología* 15(2): 65-71.
- Mancini, M. C. Rodríguez, G. Bagnis, A. Liendo, C. Prósperi, M. Bonansea, J. Galizia Tundisi. 2010a. Cyanobacterial bloom and animal mass mortality in a reservoir from central Argentina. *Brazilian Journal of Biology* 70(3): 841-845.

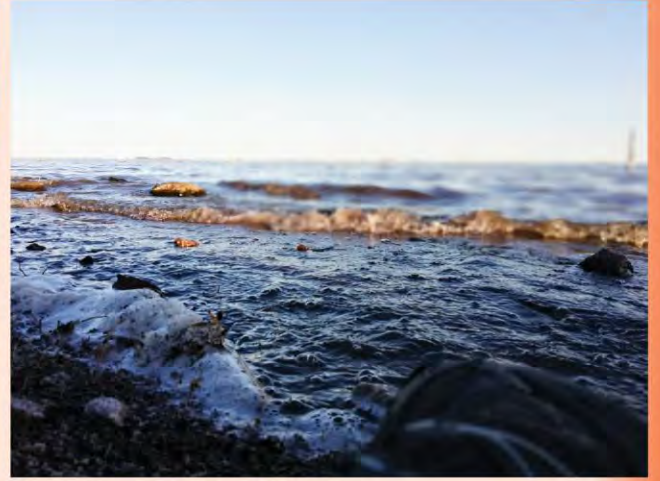
- Mancini, M., V. Salinas, F. Biolé, G. Morra, H. Montenegro. 2013. Nuevo registro para la provincia de Córdoba (Argentina) y aportes a la ecología de *Parapimelodus valenciennis* (Pisces, Pimelodidae). *BioScriba* 6(1): 1-8.
- Mancini, M., F. Biolé, V. Salinas, S. Guagliardo, R. Tanzola, G. Morra. 2014. Prevalence, intensity and ecological aspects of *Contraecaecum* sp. (Nematode: Anisakidae) in freshwater fish of Argentina. *Neotropical Helminthology* 8(1): 111-122.
- Mancini, M., F. Grosman, B. Dyer, G. García, O. del Ponti, P. Sanzano, V. Salinas. 2016a. *Pejerreyes del sur de América. Aportes al estado de conocimiento con especial referencia a Odontesthes bonariensis*. UniRío Editora. Río Cuarto, Argentina.
- Mancini, M., F. Grosman, P. Sanzano, O. Del Ponti, V. Salinas. 2016b. Características limnológicas, ictiofauna y abundancia de *Odontesthes bonariensis* de 35 lagunas de la región pampeana (Argentina). *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 28: 79-93.
- Mancini, M., V. Salinas, O. Del Ponti, F. Biolé, F. Grosman, P. Sanzano, G. Prieto, E. Zilkovsky, S. Giménez. 2016c. *Variaciones interanuales de parámetros físico-químicos de un valioso humedal de la provincia de Córdoba (Argentina)*. En: VI Congreso Internacional sobre Gestión y Tratamiento del Agua, p. 293-303. M.E. Rodríguez, A. Ferral, N. Benedetto (Eds.). Córdoba, Argentina.
- Mancini, M., V. Salinas, J. Marzuoli, C. Sardella, L. Regis. 2018. Riqueza, diversidad y macroparásitos de la fauna de peces del lago Dalcar. En: *El lago urbano Villa Dalcar (Río Cuarto, Argentina). Estado ambiental y su importancia en la conservación de la biodiversidad*. M. Mancini (comp.). Cap. IX: 115-130. UniRío Editora. Río Cuarto.
- Marconi, P. 2010. *Manual de Técnicas de Monitoreo de Condiciones Ecológicas para el Manejo Integrado de la Red de Humedales de Importancia para la Conservación de Flamencos Altoandinos*. Salta: Fundación YUCHAN.
- Margalef, R. 1983. *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona.
- Menú-Marque, S., C. Locascio de Mitrovich. 1998. Distribución geográfica de las especies del género *Boeckella* (Copepoda, Calanoida, Centropagidae) en la República Argentina. *Physis*, B 56: 1-10.
- Menú-Marque, S., J. Morrone, C. Locascio de Mitrovich. 2000. Distributional patterns of the south american species of *Boeckella* (Copepoda: Centropagidae): a track analysis. *Journal of Crustacean Biology* 20(2): 262-272.
- Miatello, R., H. Casañas. 2005. Bañados del Saladillo. En: *Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la Conservación de la biodiversidad*: 128-130. A.S. Di Giacomo (Ed.). Temas de Naturaleza y Conservación 5. Aves Argentinas, Asociación Ornitológica del Plata. Buenos Aires.

- Mills, S., A. Alcántara-Rodríguez, J. Ciro-Pérez, A. Gómez, A. Hagiwara, K. Hinson Galindo, C. Jersabek, R. Malekzadeh-Viayeh, F. Leasi, J. Lee, D. Welch, S. Papakostas, S. Riss, H. Segers, M. Serra, R. Shiel, R. Smolak, T. Snell, C. Stelzer, C. Tang, R. Wallace, D. Fontaneto, E. Walsh. 2016. Fifteen species in one: deciphering the *Brachionus plicatilis* species complex (Rotifera, Monogononta) through DNA taxonomy. *Hydrobiologia* 796(1): 39–58.
- Moreno, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M6T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza.
- Nicola I., M. Mancini, V. Salinas, C. Bucco, C. Rodríguez. 2007. Caracterización de humedales. La laguna pampeana Los Charos (Córdoba, Argentina). *Gestión Ambiental* 13(1): 21-32.
- Olivier, S. 1962. Los cladóceros argentinos, con clave de las especies, notas biológicas y distribución geográfica. *Revista del Museo de La Plata (NS), Sección Zoología* 7: 173-269.
- Pace, M., J. Cole. 2002. Synchronous variation of dissolved organic carbon and color in lakes. *Limnol. Oceanogr.* 47(2): 333–342.
- Paggi, J. 1995. Cladocera. En: *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*: 909 - 951. En: Lopretto E. y G. Tell (Eds). Ediciones Sur, La Plata.
- Paggi, J. 1998. Cladocera (Anomopoda y Ctenopoda). En: *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*: 507-518. S. Coscarón y J. Morrone (Eds). Ediciones Sur, La Plata.
- Passotti, P., O. Albert, C. Canoba. 1984. Contribución al conocimiento de la laguna Melincué. *Instituto de Fisiografía y Geología "Dr. Alfredo Castellanos", Pub. 66*. UNR Editora, Rosario.
- Pauly, D., J. Munro. 1984. *Once More on the Comparison of Growth in Fish and Invertebrates*. ICLARM Fishbyte 2, 21.
- Peralta, E. 2017. Ordenamiento territorial ambiental de la cuenca hidrográfica y de aporte directo a la laguna Melincué. *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología* 87: 23-34.
- Polla, W., V. di Pasquale, M. Rasuk, I. Barberis, M. Romano, R. Manzo, J. Paggi, M. Farías, M. Contreras, M. Devercelli. 2018. Diet and feeding selectivity of the Andean Flamingo *Phoenicoparrus andinus* and Chilean Flamingo *Phoenicopterus chilensis* in lowland wintering areas. *Wildfowl* 68: 3–29.
- Quirós, R. 1989. Relaciones entre niveles de pigmentos fotosintéticos y diversos factores ambientales en ambientes acuáticos de la República Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_2216_Quiros.pdf

- Quirós, R. 2004. Sobre la morfología de las lagunas pampeanas. Documento de trabajo del área de Sistemas de Producción Acuática n° 3. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Quirós, R., C. Baigún, S. Cuch, R. Delfino, A. de Nichilo, C. Guerrero, M. C. Marinone, S. Menú Marque, M. C. Scapini. 1988. Evaluación del rendimiento pesquero potencial de la República Argentina: I. Datos. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero. *Informes Técnicos del Departamento de Aguas Continentales* n° 7.
- Quirós, R., J. Rosso, A. Renella, A. Sosnovsky, M. Boveri. 2002. Análisis del estado trófico de las lagunas pampeanas (Argentina). *Interciencia* 27(11): 584-591.
- Reati, G., M. Florín, G. Fernández, C. Montes. 1997. The laguna de Mar Chiquita (Córdoba, Argentina): a little known, secularly fluctuating, saline lake. *International Journal of Salt Lake Research* 5: 187-219.
- Reid, J. 1985. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). *Boletim de Zoologia*, Universidade de São Paulo 9: 17-143.
- Ringuelet, R. 1958. Los Crustáceos Copépodos de las aguas continentales de la República Argentina. Sinopsis sistemática. *Contribuciones Científicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UBA*, Zoología 1: 35-126.
- Ringuelet, R., A. Salibián, E. Claverie, S. Ilhero. 1967a. Limnología química de las lagunas pampásicas (provincia de Buenos Aires). *Physis* XXVII(74): 201-221.
- Ringuelet, R., R. Arámburu, A. Alonso de Arámburu. 1967b. *Los peces argentinos de agua dulce*. Comisión de Investigaciones Científicas. La Plata.
- Romano, M., I. Barberis, L. Guerra, E. Piovano, P. Minotti. 2014. *Sitio Ramsar Humedal Laguna Melincué: estado de situación*. Secretaría de Medio Ambiente. Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente. Gobierno de Santa Fe, Santa Fe.
- Romano; M., I. Barberis, M. Luppi, F. Pagano. 2015. Non-passerine birds from Laguna Melincué Ramsar Site, Santa Fe province, Argentina. *Check List* 11(6): 1799 (1-7).
- Rosso, J.J. 2006. *Peces pampeanos. Guía y ecología*. Ed. L.O.L.A., Buenos Aires.
- Rosso, J.J., E. Mabragaña, M. González-Castro, M. Delpiani, E. Avigliano, N.I. Schenone, M. Díaz de Astarloa. 2016. A new species of the *Hoplias malabaricus* species complex (Characiformes: Erythrinidae) from the La Plata River basin. *Cybium* 40(3): 199-208
- Rosso, J.J., M. González-Castro, S. Bogan, Y. Cardoso, E. Mabragaña, M. Delpiani, J. Díaz de Astarloa. 2018. Integrative taxonomy reveals a new species of the

- Hoplias malabaricus* species complex (Teleostei: Erythrinidae). *Ichthyological Exploration of Freshwaters/IEF-1076*: 1-18.
- Ruttner-Kolisko, A. 1974. Plankton rotifers: Biology and taxonomy. *Die Binnengewässer* 26 (1), Stuttgart.
- Salinas, V., M. Mancini, O. Del Ponti, I. Soares, J. L. Luque. 2017. Prevalencia e intensidad del ectoparásito *Lernaea* sp. en pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) de cuatro embalses de Argentina. IX Congreso de Ecología y Manejo de Ecosistemas Acuáticos Pampeanos, La Plata.
- San José Rodríguez, J. 2008. Aguas mineromedicinales argentinas. El termalismo en Argentina. *Balnea* 4: 13-34.
- Santos-Silva, E., G. Boxshal, C. Rocha. 1999. The neotropical genus *Notodiatomus* Kiefer, 1936 (Calanoida: Diaptomidae): redescription of the type species *Notodiatomus deitersi* (Poppe, 1891) and designation of a neotype. *Stud. Neotrop. Fauna & Environm.* 34: 114–128.
- Sendra, E., D. Colautti. 1997. Procedimiento metodológico para el estudio del crecimiento del pejerrey *Odontesthes bonariensis bonariensis* en la laguna San Miguel del Monte, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Natura Neotropicalis* 28(2): 105-115.
- Serra, S., J. Bessonart, F. Texeira de Mello, A. Duarte, L. Malabarba, M. Loureiro. 2014. *Peces del Río Negro*. Montevideo MGAP-Dinara.
- Sparre, P., S. Venema. 1995. *Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales*. FAO, Doc. Técnico de Pesca 306/1, Chile.
- Sivonen, K., G. Jones. 1999. Cyanobacterial toxins. In: Chorus, I. & Bartram, J. (Eds). *Toxic cyanobacteria in water: A guide to their public health consequences, monitoring and management*. World Health Organization. https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality.pdf.
- Sobek S., L. Tranvik, Y. Prairie, P. Kortelainen, J. Cole. 2007. Patterns and regulation of dissolved organic carbon: An analysis of 7,500 widely distributed lakes. *Limnology and Oceanography* 52(3): 1208–1219.
- Sukenik, A., A. Quesada, N. Salmaso. 2015. Global expansion of toxic and non-toxic cyanobacteria: effect on ecosystem functioning. *Biodiversity and Conservation* 24: 889–908.
- Sverlij, S., J. Mestre Arceredillo. 1991. Crecimiento del pejerrey, *Odontesthes bonariensis* (Pisces, Atherinidae) en el embalse La Florida, San Luis, Argentina. *Rev. Hydrobiol. Trop.* 24(3): 183-195.
- Vasconcelos, V. 2001. Cyanobacteria toxins: diversity and ecological effects. *Limnetica* 20(1): 45-58.

- Vignatti, A., G. Cabrera, S. Echaniz. 2012. Changes in the zooplankton and limnological variables of a temporary hypo-mesosaline wetland of the central region of Argentina during the drying. *Pan American Journal of Aquatic Sciences* 7(2): 93-106.
- Volpedo, A., N. Schenone, A. Fernández Cirelli. 2009. El proceso de eutrofización en la región pampeana (Argentina). En: *Los recursos hídricos en la región del Mercosur: estudios de caso*: 105-121. Organizadores A. Fernández Cirelli, Luiz Augusto do Amaral. Jaboticabal: Funep. ABDR Editora.
- Wilson, A., O. Sarnelle, A. Tillmanns. 2006. Effects of cyanobacterial toxicity and morphology on the population growth of freshwater zooplankton: Meta-analyses of laboratory experiments. *Limnology and Oceanography* 51(4): 1915–1924.
- Wilson, A., M. Hay. 2007. A direct test of cyanobacterial chemical defense: Variable effects of microcystin-treated food on two *Daphnia pulicaria* clones. *Limnology and Oceanography* 52(4): 1467-1479.
- Wissel, B., W. Boeing, C. Ramcharan. 2003. Effects of water color on predation regimes and zooplankton assemblages in freshwater lakes. *Limnol. Oceanogr.* 48(5): 1965–1976.



La laguna Melincué *(Santa Fe, Argentina)*

Rasgos históricos, limnología y biología pesquera

Miguel Mancini, Fabián Grosman, Omar Del Ponti,
Pablo Sanzano, Víctor Salinas, Santiago Echaniz, Alicia Vignatti,
Andrea Bertora, Gabriela Cabrera y Lorenzo Regis

e-book

Colección
Académico-Científica

Entre las numerosas y diversas lagunas ubicadas en la región pampeana de la República Argentina, se distingue Melincué (sitio Ramsar desde 2008), en particular por su coloración amarronada y las grandes oscilaciones de superficie que se reflejan en la salinidad. En el pasado, tuvo un importante desarrollo turístico debido al carácter curativo de sus aguas y a la pesca deportiva que posicionó a este ambiente como una de las mejores pesquerías de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*), principalmente por la talla de los peces capturados.

En *La laguna Melincué* se presentan diferentes rasgos históricos y los resultados de un minucioso estudio realizado entre 2018 y 2019 sobre las características del agua, la composición del zooplancton y la diversidad de la ictiofauna. Además, se incluye información relevante sobre la ecología del lugar y un completo análisis de la población de pejerrey.

Los autores, pertenecientes a tres universidades nacionales, pretenden que esta publicación conforme una referencia de base para la gestión consensuada del ecosistema. Por su parte, los destinatarios de este libro son investigadores, estudiantes y docentes de diferentes niveles educativos, habitantes de la región aledaña, pescadores, guías de pesca, guardafaunas, productores agropecuarios, gestores, ONG y toda persona interesada en el conocimiento de los humedales, en general, y de la laguna Melincué, en particular.

ISBN 978-987-688-361-0



9 789876 883610



Grupo
Pejerrey

Ecología Acuática
UNRC - UNICEN - UNLPam

UniRío
editora



Universidad Nacional
de Río Cuarto
Secretaría Académica