

LIMNOLOGÍA E ICTIOFAUNA DE LA LAGUNA JOSÉ MARÍA
(CÓRDOBA, ARGENTINA), CON ESPECIAL REFERENCIA AL
PEJERREY (*Odontesthes bonariensis* -Valenciennes, 1835-)

LIMNOLOGY AND ICTHYOFAUNA OF JOSÉ MARÍA SHALLOW LAKE
(CÓRDOBA, ARGENTINA), WITH SPECIAL FOCUS ON SILVERSIDE
(*ODONTESTHES BONARIENSIS* -VALENCIENNES, 1835-)

M. Mancini¹, V. Salinas¹, F.G. Biolé², A. Vignatti³, G. Morra¹, S. Echaniz³

1- Departamento de Ecología y Acuicultura, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Argentina.

2- Instituto de Producción Animal (INPA-CONICET-UBA). Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.

3- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de la Pampa. La Pampa, Argentina.

ABSTRACT

In the southern region of Córdoba province there are many shallow lakes whose origins and salinity vary considerably. Most of these environments are used for recreational fishing of silverside (*Odontesthes bonariensis*). In this study, we characterize water quality and determine the diversity of zooplankton and ichthyofauna specially referring to *O. bonariensis*, in José María shallow lake (34°50'17"S, 63°37'23"W). This ecosystem is located in the basin of "Quinto" river (Córdoba, Argentina). Water quality variables were measured. Besides, water and zooplankton samples were taken to be analyzed in the laboratory. Fish were caught using different active and passive gears. The average values of pH, oxygen concentration, temperature, water transparency (Secchi disk) and depth were 8.51, 9.03 mg/L, 24.3 °C, 44 cm and 1.99 m respectively. The shallow lake was classified as "turbid". The water was oligohaline (4.09 g/L), sulfated sodium and very hard (484 ppm Ca CO₃). A total of three crustacean and seven rotifer species were recorded. *Metacyclops mendocinus* (crustacean) and *Brachionus plicatilis* (rotifer) presented the highest densities (162 ind/L and 482 ind/L) respectively. A total of twelve species of fish, belonging to five orders and nine families, were captured (Shannon index = 2.23 bits). *Odontesthes bonariensis* was the most abundant species (50.8%) and, together with *Cyphocharax voga* and *Cyprinus carpio*, they accounted for 85% of total biomass of fish caught. The population parameters of *O. bonariensis* were: Weight= 0.0000047081*Lst^{3.178} (R²=0.99, n=116); total length= 5.854+ Lst*1.168 (R²= 0.99, n= 117); Lst(t)= 489.02 (1-e^{-0.225(t-0.46)}) and W(t)= 1647.5 (1- e^{-0.225(t-0.46)})^{3.18}.

Palabras clave: lagunas pampeanas; peces; limnología, *Odontesthes bonariensis*.

RESUMEN

La región sur de la provincia de Córdoba presenta numerosas lagunas cuyo origen y salinidad varían ampliamente. Muchos de estos ambientes son utilizados para la pesca recreativa del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). El objetivo del presente trabajo fue caracterizar la calidad del agua y determinar la diversidad del zooplancton y de la ictiofauna con especial referencia a *O. bonariensis*, de la laguna José María (34°50'17''S, 63°37'23''W). Este ambiente se ubica en la cuenca del río Quinto (Córdoba) y está comunicado con numerosas lagunas. Se analizaron *in situ* (n=8), el pH, el oxígeno, la temperatura y transparencia del agua y se tomaron muestras de agua y zooplancton para su análisis en laboratorio. Para la captura de peces se utilizaron redes de enmalle, arrastre, trampa y espineles. La profundidad promedio fue de 1,99 m, con un máximo de 2,20 m. Los registros medios del pH, oxígeno disuelto, temperatura y transparencia fueron 8,51, 9,03 mg/L, 24,3 °C y 44 cm respectivamente. Por su transparencia, la laguna fue caracterizada como “turbia”. El agua se clasificó como oligohalina (4,09 g/L), sulfatada-sódica y muy dura (484 ppm de Ca CO₃). El zooplancton estuvo representado por 3 especies de crustáceos y 7 de rotíferos. Entre los primeros, *Metacyclops mendocinus* fue el que registró la mayor densidad (162,2 ind/L), mientras que entre los rotíferos fue *Brachionus plicatilis* con 482,7 ind/L. Se capturaron 12 especies de peces, pertenecientes a 5 órdenes y 9 familias (Shannon = 2,23 bits). El pejerrey fue la especie de mayor abundancia (50,8%) y junto al sabalito *Cyphocharax voga* y la carpa *Cyprinus carpio* representaron el 85 % del total de biomasa de los peces capturados. Los parámetros poblacionales de *O. bonariensis* fueron: Peso= 0,0000047081*LEst^{3,178} (R²=0,99, n=116); longitud total= 5,854+LEst*1,168 (R²= 0,99, n= 117); LEst(t)= 489,02 (1^{-e-0,225(t-0,46)}) y W(t)= 1647,5 (1- e^{-0,225(t-0,46)})^{3,177}.

Key words: Pampean shallow lakes; fish; limnology; *Odontesthes bonariensis*.

INTRODUCCIÓN

La región pampeana de Argentina se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de humedales donde las lagunas, además de brindar numerosas funciones, constituyen una impronta típica de la región. Cabe destacar su importancia como “depuradoras naturales”, ya que contribuyen al mantenimiento de la calidad del agua, funcionan como trampa de nutrientes, reciclan minerales, permiten la conservación de la biodiversidad, la recreación, la caza y la pesca (Grosman, 2008). Desde el punto de vista ecológico, actúan como hábitat de flora y fauna, presentando una gran riqueza de peces entre los que se destaca el pejerrey *Odontesthes bonariensis* como la especie emblemática de las pesquerías (Mancini y Grosman, 2008).

Varios autores han estudiado la asociación que existe entre diferentes variables de las lagunas pampeanas como la concentración de nutrientes, la biomasa de peces planctívoros y piscívoros, las macrófitas, el fitoplancton y la composición y talla del macrozooplancton, lo que ha permitido distinguir principalmente lagunas claras con una comunidad de peces balanceada y dominadas por macrófitas y lagunas turbias dominadas por el fitoplancton y con una mayor biomasa de peces planctívoros que incluyen a *O. bonariensis* (Quirós et al., 2002; Boveri y Quirós, 2002; Echaniz et al., 2012a).

En la provincia de Córdoba, las lagunas se ubican principalmente en la región sur y poseen diferente origen, superficie, calidad del agua y riqueza de peces y en ellas, *O. bonariensis* es la especie blanco de las pesquerías (Cantero et al., 1998; Rodríguez et al., 2000; Mancini y Grosman, 2004; Mancini et al., 2009, 2012, 2014). A pesar del creciente desarrollo de la pesca recreativa de *O. bonariensis* en las lagunas de la provincia durante las últimas décadas, el conocimiento de las características limnológicas y poblacionales del pejerrey son escasas. En muchas ocasiones, esta situación dificulta una adecuada gestión con la intención de conservar un recurso pesquero que tiene gran importancia económica para la región. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar la calidad del agua, determinar la riqueza y abundancia del zooplancton y la estructura de la ictiofauna de una laguna pampeana ubicada al sur de Córdoba, con especial referencia a *O. bonariensis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la laguna José María ($34^{\circ}50'17''S$, $63^{\circ}37'23''O$), ubicada en el departamento General Roca, sur de la provincia de Córdoba, Argentina (Figura 1). El cuerpo de agua posee una longitud máxima de 6590 m, mientras que su ancho máximo es de 1670 m. Se encuentra asociada al río Quinto (río Popopis) y es utilizada como pesquería recreativa de diferentes especies, en especial de *O. bonariensis*. La laguna está inserta en la provincia fitogeográfica de la Llanura Pampeana (Cabrera, 1976), una región con temperaturas medias de 10 y 24°C para invierno y verano respectivamente y amplitudes térmicas del orden de los 50 °C. De acuerdo a Cantero et al. (1998), la región se incluye en la unidad de llanura medanosa, más precisamente en la subunidad ambiental de lagunas interconectadas del sudeste de Córdoba, la cual posee una superficie de 18.000 ha ocupada por 32 lagunas.

Caracterización limnológica

El muestreo se llevó a cabo durante el mes de febrero de 2011. Se seleccionaron ocho sitios de la laguna para el registro de variables físicas, químicas y limnológicas, tomando como eje una línea imaginaria con sentido norte-sur, desde el sitio de ingreso del agua a la laguna hasta la desembocadura de la misma (Figura 1).

Se midió *in situ* pH (pHmetro digital Altronix TPA II), temperatura, oxígeno disuelto (oxímetro digital Lutron DO-5510), transparencia del agua (disco de Secchi) y profundidad (sondaleza). Además, se extrajo una muestra de agua del centro de la laguna para su posterior análisis de laboratorio, que incluyó sólidos disueltos, cationes, aniones, dureza y alcalinidad; la misma fue tomada, transportada y analizada conforme a las recomendaciones detalladas en APHA (1992).

Para clasificar la laguna como clara o turbia se utilizó el cociente entre la profundidad media (Z_m) y la profundidad de la zona fótica (Z_f) de acuerdo con Quirós *et al.* (2002); en la caracterización química del agua se siguió a Conzonno (2009).

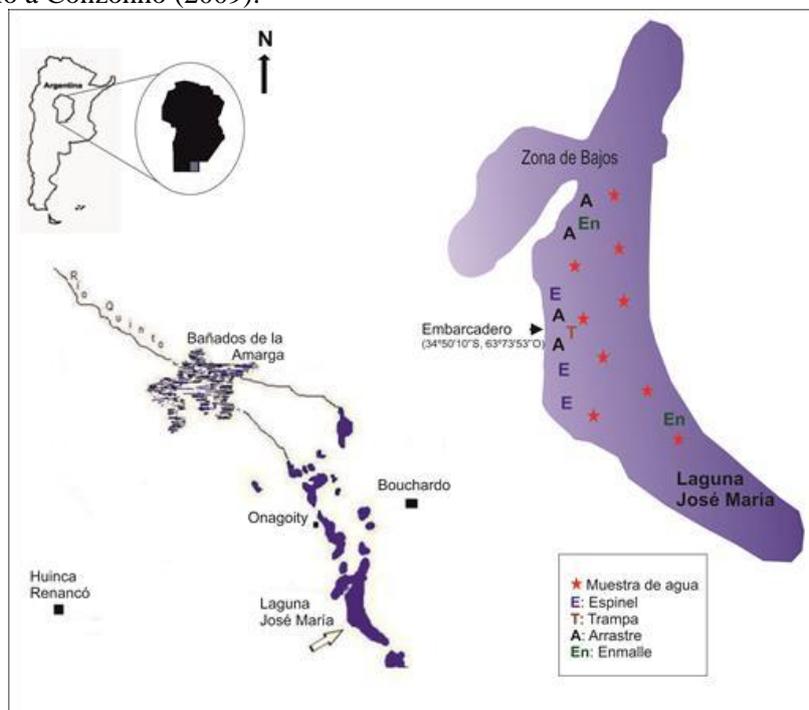


Figura 1. Ubicación geográfica de la laguna José María y referencias de los sitios seleccionados para la realización de muestreos limnológicos e ictiológicos.

Estudio del zooplancton

Se tomaron muestras cualitativas y cuantitativas de zooplancton en cinco sitios de la laguna. Las muestras cualitativas fueron tomadas mediante arrastres horizontales y verticales con una red de 40 μm de abertura de malla y las cuantitativas mediante el filtrado total de 180 litros de agua. Todas las muestras fueron fijadas con formaldehído al 4%. Las densidades del micro y macrozooplancton (Kalff, 2002), se estimaron mediante conteos en cámaras de Sedgwick-Rafter y Bogorov bajo microscopio óptico convencional y estereoscópico respectivamente.

Estudio de la ictiofauna

Los peces se capturaron con diferentes artes y aparejos de pesca: a) red de arrastre de 20 m de longitud con copo de malla de 5 mm, b) red de arrastre de 10 m de longitud con copo de malla de 2 mm, c) dos trenes de redes de enmalle de 68 m de longitud compuestos por paños de 15 a 40 mm de luz de malla, los cuales se colocaron próximos a la entrada y salida de agua de la laguna d) una trampa de peces tipo garlito, e) espineles de fondo y medio flote.

Previa clasificación sistemática de los peces de acuerdo a claves específicas (Rosso, 2006; Haro y Bistoni, 2007), se pesaron los individuos agrupados por especie. Posteriormente, en una muestra representativa de *O. bonariensis* se registró la longitud total (LT) y longitud estándar (LEst) con precisión de 1 mm, el peso húmedo (W) con precisión 0,1g, el sexo y el grado de maduración ovárica según Calvo y Dadone (1972).

Con los registros de la captura total de peces se determinó la riqueza y se calcularon los índices de Shannon-Wiener, de Simpson y equidad de Pielou (Moreno, 2001). Como los peces de las diferentes especies presentaron variaciones de longitud y peso, el índice de diversidad de Shannon-Wiener también se calculó con datos de la biomasa (Buckland et al., 2005). Se utilizó una prueba *t* para comprobar si existieron diferencias significativas entre la riqueza de la ictiofauna respecto del promedio de especies de 38 lagunas del centro de Argentina según López *et al.* (2001) y Mancini y Grosman (2008).

Con el objetivo de conocer diferentes aspectos de la población de *O. bonariensis*, se calculó la relación LEst-W, $W = a * LEst^b$, donde *a* es el intercepto y *b* la pendiente del análisis de regresión previa transformación logarítmica de acuerdo con el modelo $\log P = \log a + b \log LEst$. Se determinó además el grado de madurez sexual (Calvo y Dadone, 1972), el crecimiento a través de la ecuación de von Bertalanffy y el peso relativo (Pr) según Colautti et al. (2006). Los tractos digestivos de los pejerreyes menores a 350 mm de LT fueron conservados en formalina al 10%. En laboratorio, se determinaron los componentes de la dieta a nivel de grandes grupos taxonómicos para calcular el Índice de Categorización de Items (ICI), que diferencia componentes primarios, secundarios, terciarios y ocasionales del alimento (Grosman, 1995).

Se determinó la captura por unidad de esfuerzo de las redes de enmalle, en número y biomasa de *O. bonariensis* (CPUE_p) y del total de especies presentes (CPUE_t), referenciadas a 20 hs de tendido. Se utilizó una prueba *t* para comprobar la diferencia entre la CPUE_p vs. el valor promedio de 36 registros de lagunas pampeanas. Por último se calculó la densidad proporcional de stock (PSD) siguiendo a Baigún y Anderson (1993).

RESULTADOS

Los registros promedios de pH, concentración de oxígeno, temperatura y transparencia del agua se presentan en la Tabla 1. De acuerdo con la transparencia ($Z_m/Z_f > 1$), la laguna se clasificó como turbia. El agua fue de tipo oligohalina con una concentración de 4,09 g/L de sal y una conductividad de 5220 $\mu\text{S}/\text{cm}$. De acuerdo con su composición iónica se caracterizó como sulfatada-sódica, mientras que en relación con la dureza se clasificó como muy dura, con un total de 484 ppm de Ca CO_3 . La alcalinidad fue de 240 ppm de CO_3Ca . La relación Mg/Ca fue de 2,34 y la relación $\text{Mg}+\text{Ca} / \text{Na}+\text{K}$ fue de 0,16.

La riqueza de la comunidad zooplanctónica total fue de diez *taxa*: dos copépodos, un cladóceros y siete rotíferos (Tabla 2). Entre los últimos predominó el género *Brachionus*, del que se registraron cuatro especies. La densidad total fue de 788 ind/L y fue aportada especialmente por el

microzooplancton, que alcanzó 616 ind/L (78,2% del total). Dentro de éste, *Brachionus plicatilis* fue la especie con mayor representatividad, con un valor de 482 ind/L (61,2% de la densidad total), seguida por *Brachionus havanaensis* con 77 ind/L. Dentro del macrozooplancton (cladóceros, copépodos adultos y copepoditos) (21,7% del total), *Metacyclops mendocinus* fue el crustáceo que alcanzó la mayor densidad (162 ind/L) y representó el 20,6% de la densidad total (Tabla 2).

Tabla 1. Resultados de las variables de calidad de agua analizadas *in situ* (n=8).

Variable	Unidad	Promedio	Mínimo	Máximo	D.E.
pH	pH	8,5	8,4	8,6	0,07
Oxígeno	ppm	9,0	8,6	9,3	0,26
Transparencia	cm	44	40	47	2,3
Temperatura	°C	24,3	24,0	25,0	0,35
Profundidad	m	1,99	1,75	2,20	0,17

La ictiofauna presentó 12 especies pertenecientes a cinco órdenes y nueve familias (Tabla 3). La riqueza fue mayor al registro promedio de 38 lagunas del centro de Argentina ($P < 0,05$; g.L.=37). Los resultados de los índices de Shannon y de Simpson fueron de 2,23 y 0,69 respectivamente. En términos de biomasa el índice de Shannon fue similar (2,24 bits); la equidad fue = 0,62. El pejerrey fue la especie más numerosa (50,9%) y la de mayor biomasa (31,1%), seguida por el sabalito *Cyphocharax voga* y la carpa *Cyprinus carpio*. Las tres especies mencionadas representaron el 85% del total del peso de los peces capturados con todas las artes de pesca (Tabla 4).

Tabla 2. Riqueza específica y densidad del zooplancton (expresado en ind/L).

Grupo	Densidad
Cladóceros	
<i>Moina micrura</i> (Kurz, 1874)	8,6
Copépodos	
<i>Metacyclops mendocinus</i> (Wierzejski, 1892)	166,2
<i>Cletocamptus deitersi</i> (Richard, 1897)	0,5
Rotíferos	
<i>Brachionus plicatilis</i> (Müller, 1786)	482,6
<i>B. caudatus</i> (Barrois & Daday, 1894)	12,4
<i>B. angularis</i> (Gosse, 1851)	0,5
<i>B. havanaensis</i> (Rousselet, 1913)	77,1
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	1,4
<i>Asplanchna sp.</i>	30,6
<i>Keratella tropica</i> (Apstein, 1907)	1,7

La relación longitud estándar-peso de *O. bonariensis* fue: $W = 0,0000047081 * L^{Est} 3,178$ ($R^2 = 0,99$, $n = 116$; IC 95% = 3,13-3,21) (Figura 2). La relación longitud estándar-total fue: $LT = 5,854 + L^{Est} * 1,168$ ($R^2 = 0,99$, $n = 117$). El peso relativo (Pr) promedio fue de 96,1 (Figura 3). Las ecuaciones de crecimiento del pejerrey fueron: $L^{Est}(t) = 489,02 (1 - e^{-0,225(t-0,46)})$ y $W(t) = 1647,5$

(1-e-0,225(t-0,46))3,18 (Figura 4). El 59,2 % de los pejerreyes fueron hembras, de las cuales el 26% presentaron grado IV-V de madurez sexual.

Tabla 3. Ubicación taxonómica de peces capturados.

Orden	Familia	Especie	Nombre Vulgar
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Odontesthes bonariensis</i> (Valenciennes, 1835)	Pejerrey
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> (Linné, 1758)	Carpa
Cyprinodontiformes	Anablepidae	<i>Jenynsia multidentata</i> (Jenyns, 1842)	Madrecita
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax voga</i> (Hensel, 1870)	Sabalito
	Characidae	<i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887)	Mojarra
		<i>Oligosarcus jenynsii</i> (Günther, 1864)	Dientudo
		<i>Cheirodon interruptus</i> (Jenyns, 1842)	Mojarrita
	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Tararira
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Corydoras paleatus</i> (Jenyns, 1842)	Tachuela
	Loricariidae	<i>Loricariichthys anus</i> (Valenciennes, 1840)	Vieja del agua
	Pimelodidae	<i>Pimelodus albicans</i> (Valenciennes, 1840)	Moncholo
		<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy y Gaimard, 1824)	Bagre negro

Tabla 4. Valoración de los componentes alimenticios de *O. bonariensis* (LEst inferior a 350 mm).

Ítem alimenticio	Clasificación
Copépodos	Primario
Rotíferos	Primario
Cladóceros	Terciario
Cianofíceas	Terciario
Organismos no identificados	Terciario
Restos de peces	Ocasional
Diatomeas	Ocasional
Larvas de insectos	Ocasional

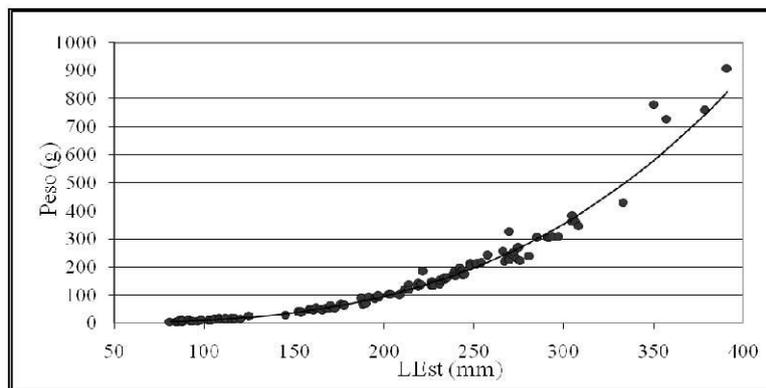


Figura 2. Relación Longitud estándar (LEst) – peso de *O. bonariensis*.

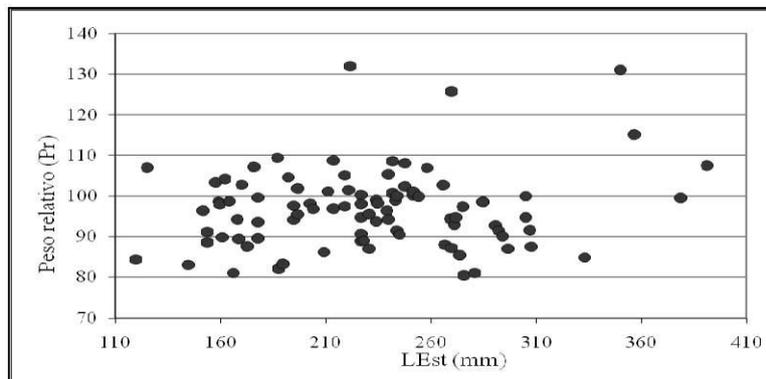


Figura 3. Peso relativo (Pr) de *O. bonariensis*.

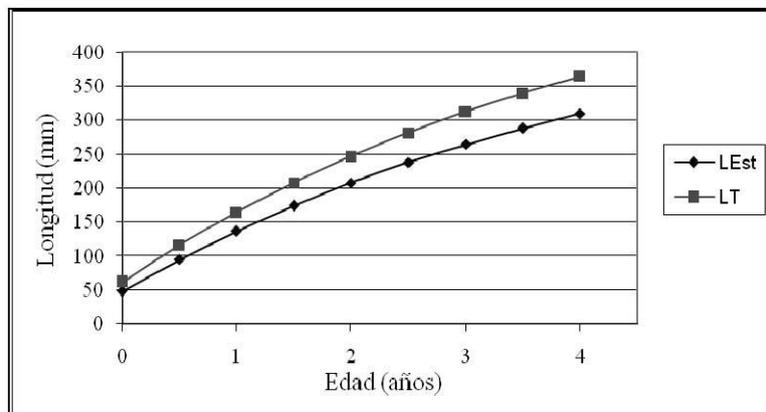


Figura 4. Crecimiento de *O. bonariensis*.

El alimento principal de los pejerreyes inferiores a 350 mm de LEst estuvo representado por componentes del zooplancton, rotíferos y cladóceros (Tabla 6). En el contenido digestivo de los ejemplares de mayor tamaño, si bien no se realizó un estudio detallado de su alimentación, se observó una gran cantidad de pejerreyes juveniles, además de ejemplares de *Jenynsia multidentata*.

La CPUEp de *O. bonariensis* fue 39,3 kg/20hs de tendido de red, superior al valor medio calculado a partir de 36 registros de lagunas pampeanas ($P < 0,05$, g.L.=35). Si se considera el número de peces capturados, el valor medio fue de 235 peces/20hs de tendido de red. La densidad proporcional de stock (PSD) fue de 22,5. Al analizar todas las especies capturadas con las redes de enmalle, el sabalito *Cyphocharax voga* fue la especie más importante en cuanto al peso y el pejerrey en cuanto al número (Tabla 5), aunque las capturas de cada especie fueron marcadamente diferentes en las dos baterías de redes utilizadas.

Tabla 5. CPUE en número y biomasa (kg), calculado para red de enmalle/20 horas de tendido.

	Red 1	Red 2	Total
Pejerrey			
Biomasa	57,7	20,8	78,5
Numero	360	109	466
Carpa			
Biomasa	11,1	58,5	69,6
Numero	27	131	158
Sabalito			
Biomasa	6,2	73,8	80,1
Numero	24	323	347
Otras especies			
Biomasa	1,9	15,2	17,1
Numero	40	39	79
CPUE total (biomasa)	76,9	168,3	245,2
CPUE total (número)	451	602	1053

Tabla 6. Distribución porcentual de la abundancia y de la biomasa de las especies de peces capturadas.

	Abundancia	Biomasa
<i>Odontesthes bonariensis</i>	50,90	31,12
<i>Cyprinus carpio</i>	7,11	24,67
<i>Jenynsia multidentata</i>	10,15	0,25
<i>Cyphocharax voga</i>	16,44	29,14
<i>Bryconamericus iheringii</i>	9,39	0,43
<i>Oligosarcus jenynsii</i>	2,56	1,31
<i>Cheirodon interruptus</i>	0,90	0,01
<i>Hoplias malabaricus</i>	1,04	7,74
<i>Corydoras paleatus</i>	0,07	0,01
<i>Loricariichthys anus</i>	0,35	0,17
<i>Pimelodus albicans</i>	0,28	0,86
<i>Rhamdia quelen</i>	0,83	4,29

DISCUSIÓN

Las lagunas ubicadas en la cuenca del río Quinto presentan una dinámica de expansión en función de los aportes de este río, siendo esta un área de circulación de agua y sales hacia la provincia de Buenos Aires (Cantero et al., 1998). La laguna José María es turbia; el agua es oligohalina, muy dura y sulfatada-sódica, similar a la descrita en algunos ambientes próximos y se encuadra, en líneas generales, dentro de los límites reportados para las lagunas pampeanas (Ringuelet et al., 1967; Mancini y Grosman, 2008; Mancini et al., 2012).

Los datos sobre el zooplancton de las lagunas de la cuenca del río Quinto son muy escasos. En la comunidad zooplanctónica de José María se registraron especies de amplia distribución geográfica y relativamente frecuentes en lagos someros turbios y oligohalinos, a pesar que algunas como *M. mendocinus* y *B. plicatilis* se caracterizan por tolerancias a la salinidad relativamente amplias (Pejler, 1995; Fontaneto et al., 2006). Entre los crustáceos, todas las especies registradas fueron de talla reducida, lo que podría deberse a la depredación ejercida por los peces (Chang et al., 2004; Boveri y Quirós, 2007; Manca et al., 2008; Potthoff et al., 2008). La presencia de un único cladóceros de tamaño relativamente pequeño y la ausencia de especies de talla grande, que tengan alta eficiencia de filtración sobre fitoplancton y en consecuencia influyan sobre el aumento de la transparencia del agua (Muylaert et al., 2006; Jeppesen et al., 2007), también puede ser producto de la predación por el pejerrey, ya que es bien conocido el efecto que este pez ejerce sobre los cladóceros grandes y con mayor eficiencia de filtración (Boveri y Quirós, 2002; Quirós et al., 2002, Rosso, 2006; Boveri y Quirós, 2007; Echaniz et al., 2008, Echaniz et al., 2012b). Esta ausencia de cladóceros grandes, en especial del género *Daphnia* podría ser un impedimento para que la calidad del agua de la laguna, en especial su transparencia, se modifique.

La ictiofauna presenta una riqueza más elevada que el promedio de 38 lagunas del centro de Argentina y una de las mayores registradas en la provincia de Córdoba (Mancini y Grosman, 2004; Mancini et al., 2009, 2014), aunque es muy similar a la de la laguna Onagoity, que se ubica también en la cuenca del río Quinto (Mancini et al., 2012). Si se consideran todos los artes de pesca utilizados y en relación a la abundancia, *O. bonariensis* representó más del 50 % del total de las diferentes especies capturadas. Sin embargo, en términos de biomasa, el pejerrey representó sólo el 31%, cantidad similar a las aportadas por *C. voga* y *C. carpio*. Estas diferencias del peso y número de las especies no se reflejaron en los índices de diversidad calculados con ambos datos.

El crecimiento y la condición corporal del pejerrey de José María son aceptables y se encuadran dentro de los parámetros propios de la especie (Colautti et al., 2006; Mancini y Grosman, 2008). La planctivoría y piscivoría de los pejerreyes, determinada a partir de los contenidos de sus tubos digestivos, es consistente con las tallas de los peces analizados, y refleja la composición del zooplancton que presenta la laguna. El grado de madurez sexual observado se corresponde con el momento previo y comienzo del desove de otoño (Rosso, 2006).

La utilización de índices que computan la distribución de tallas de los peces ha sido abordada por Baigún y Anderson (1993) para diagnosticar el estado de las poblaciones de pejerrey. Los resultados del PSD obtenidos y la relación entre las capturas y las longitudes de *O. bonariensis* denominadas “cualitativa” (32 cm) y “preferible” (38 cm), perfilan a la laguna José María como una pesquería de cantidad y en menor medida de calidad de peces, aunque con marcada variabilidad espacial de las capturas, no solo de pejerrey sino de todas las especies, lo cual pone en evidencia la necesidad de utilizar al menos dos baterías de redes en lagunas de estas dimensiones para evitar sesgos metodológicos.

En relación a la biomasa, la CPUE de pejerrey fue 23% superior al promedio de 36 evaluaciones efectuadas con idéntica metodología en lagunas de Buenos Aires y Córdoba (Mancini y Grosman, 2008; Mancini et al., 2009, 2012, 2014).

La CPUE fue también elevada, lo cual refleja la elevada productividad de la laguna e indica una gran abundancia de especies de menor valor comercial como *C. carpio* que representa el 25% de la biomasa total de la ictiofauna. Su rol es muy importante en la dinámica del ecosistema al tratarse de una especie rústica, de alta prolificidad, que afecta la calidad del agua e impacta sobre especies nativas (Rosso, 2006; Gilligan y Rayner, 2007; Rosso y Quirós, 2009). Además su presencia estaría

influyendo de manera desfavorable sobre el pejerrey, por su gran capacidad de aprovechar el zooplankton cuando este recurso se encuentra disponible (Colautti y Remes Lenicov, 2001). Es importante remarcar que previo a este estudio, se realizaron en lagunas del río Quinto algunas experiencias de pesca comercial de *C. carpio* que constituían una alternativa de manejo de la especie, aunque las mismas fueron esporádicas.

La presencia de *Oligosarcus jenynsii* no es rara debido a la notable extensión de su área de distribución, sumado a su resistencia frente a diferentes factores antrópicos, hidrológicos y abióticos (Menni, 2004; Rosso y Quirós, 2009). No sucede lo mismo con *Loricariichthys anus* y *Hoplias malabaricus*, especies cuyo ingreso es reciente en lagunas de la cuenca del río Quinto (Mancini et al., 2011; 2012). En los ambientes próximos a la laguna José María, se evidencia un aumento de la abundancia de *H. malabaricus*, aún siendo las lagunas claras y poco impactadas, las más aptas para el desarrollo de este piscívoro (Quirós et al., 2002; Rosso, 2006). A partir del año 2014, la pesca deportiva de esta especie en varias lagunas del río Quinto, permitió ampliar el periodo de pesca a la época estival y diversificar la explotación pesquera, convocando a un gran número de adeptos.

Al estar comunicada con otros ambientes, la laguna José María posee características limnológicas similares a otras de la cuenca. Sin embargo, la diversidad de la ictiofauna es algo menor, producto de una mayor abundancia de *O. bonariensis*. A excepción de *C. carpio*, todas las especies son típicamente pampeanas y guardan relación con los Bañados de La Amarga y lagunas de General Villegas y Trenque Lauquen por medio del río Quinto en un contexto de cambio ambiental (Gómez y Menni 2005). El zooplankton es relativamente abundante pero de pequeño tamaño y dominado por Rotífera. El volumen de la laguna es muy variable y depende en gran parte del aporte del río Quinto, el cual experimenta marcadas oscilaciones entre periodos de seca e inundaciones. Este último aspecto, será muy importante en el futuro de la pesquería de *O. bonariensis* que en la actualidad se complementa con la pesca estival de *H. malabaricus*.

BIBLIOGRAFÍA

APHA. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th Ed. American Public Health Association, Washington, 1134 pp.

Baigún, C. y R. Anderson. 1993. Structural indices for stock assessment and management recommendatios for pejerrey *Odontesthes bonariensis* in Argentina. *North American Journal of Fisheries Management*, 13: 600-608.

Boveri, M. y R. Quirós. 2002. Trophic interactions in pampean shallow lakes: evaluation of silverside predatory effects in mesocosms experiments. *Verhandlungen des International en Verein Limnologie*, 28: 1-5.

Boveri, M. y 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.

Buckland, S.T., A.E. Magurran, R.E. Green y R.M. Fewster. 2005. Monitoring change in biodiversity through composite indices. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 360: 243-254.

Cabrera, A., 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Fascículo 1, Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Ed. Acme. Buenos Aires, 85 pp.

Calvo, J. y 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.

Cantero A., M. Cantú, J. Cisneros, J. Cantero, M. Blarasin, A. Degioanni, J. Gonzalez, J. De Prada J, H. Gil, C. Pereira, M. Geymonat, C. Cholaky, M. Villegas, A. Cabrera y C. Eric. 1998. *Las tierras y*

Sustainability, Agri, Food and Environmental Research 4(3), 2016: 70-82
ISSN: 0719-3726

aguas del sur de Córdoba. Propuestas para un manejo sustentable. Ed. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina, 119 pp.

Chang, K., T. Nagata y 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. 2001. Alimentación de la carpa (*Cyprinus carpio* Linnaeus 1758) en la laguna de Lobos, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ecología Austral*, 11: 69-78.

Colautti, D., M. Remes Lenicov y G. Berasain. 2006. A standard weight equation to assess the body condition of pejerrey *Odontesthes bonariensis*. *Biocell*, 30(1): 131-135.

Conzonno, V. 2009. Limnología Química. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 222 pp.

Echaniz, S., A. Vignatti y P. Bunino. 2008. El zooplancton de un lago somero hipereutrófico de la región central de Argentina: cambios después de una década. *Biota Neotrópica*, 84: 63-71.

Echaniz, S., A. Vignatti, G. Cabrera, S. de Paggi. 2012a. Zooplankton richness, abundance and biomass of two hypertrophic shallow lakes with different salinity in central Argentina. *Biota Neotrópica*, 12 (2): 41-48.

Echaniz, S., A. Vignatti, A. Pilati y S. Kissner. 2012b. 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.

Fontaneto, D., W. De Smet y C. Ricci. 2006. Rotifers in saltwaters, re-evaluation of an inconspicuous taxon. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86: 623-656.

Gilligan, D. y T. Rayner. 2007. The distribution, spread, ecological impacts and potential control of carp in the upper Murray River. NSW Department of Primary Industries – Fisheries Research Report Series, 14: 1-25.

Gómez, S. y R. Menni. 2005. Cambio ambiental y desplazamiento de la ictiofauna en el este de la Pampasia (Argentina central). *Biología Acuática*, 22: 151-156.

Grosman, F. 1995. Variación estacional de la dieta del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). *Revista Asociación Ciencias Naturales del Litoral*, 26: 9-18.

Grosman, F. 2008. Una invitación a conocer las lagunas pampeanas. En: Espejos en la llanura. Nuestras lagunas de la región pampeana. F. Grosman (comp.). Universidad del Centro de la provincia de Buenos Aires, Tandil, 19-38.

Haro, J.G. y M. Bistoni, 2007. Peces de Córdoba. Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, 266 pp.

Jeppesen, E., M. Meerhoff, B. Jacobsen, R. Hansen, M. Søndergaard, J. P. Jensen, T. L. Lauridsen, N. Mazzeo y C.W.C. Branco. 2007. Restoration of shallow lakes by nutrient control and biomanipulation the successful strategy varies with lake size and climate. *Hydrobiologia*, 581: 269-285.

Kalff, J. 2002. Limnology. Inland Water System. Prentice Hall, New Jersey.

López, H., C. Baigún, J. Iwaszkiw, R. Delfino y O. Padin. 2001. La cuenca del Salado: uso y posibilidades de sus recursos pesqueros. Ed. de la Universidad de La Plata. La Plata, 76 pp.

Manca, M., J. Vijverberg, L. Polishchuk y 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. y F. Grosman. 2004. Estructura y funcionamiento de la pesquería recreacional del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en la laguna de Suco, Córdoba, Argentina. *AquaTIC*, 20: 20-31.

Mancini, M. y 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 y Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires. Río Cuarto, 445 pp.

Mancini, M., I. Nicola, V. Salinas y C. Bucco. 2009. Biología del pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Pisces, Atherinopsidae) de la laguna Los Charos (Córdoba, Argentina). *Revista Peruana de Biología*, 15(2): 65-71.

Mancini, M., G. Morra, V. Salinas y J.G. Haro. 2011. Primer registro de *Loricariichthys anus* (Siluriformes, Loricariidae) para la provincia de Córdoba (Argentina) y algunos aspectos de su biología. *Boletín Sociedad Zoológica del Uruguay*, 20: 22-27.

Mancini, M., G. Morra y V. Salinas. 2012. Características limnológicas y estructura de la ictiofauna de una laguna asociada al río Quinto (Córdoba, Argentina). *Biología Acuática*, 27: 163-174.

Mancini, M., V. Salinas, F. Biolé, G. Morra, G. Prieto, H. Montenegro. 2014. Caracterización limnológica y fauna de peces de la laguna La Helvecia (Córdoba, Argentina). *Biología Acuática*, 30: 59-68.

Menni, R. 2004. Peces y ambientes de la Argentina continental. *Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 5: 1-316.

Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M6T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.

Muyllaert, K., S. Declerck, J. Van Wichelen, L. De Meester y W. Vyverman. 2006. An evaluation of the role of daphnids in controlling phytoplankton biomass in clear water versus turbid shallow lakes. *Limnologica*, 36: 69-78.

Pejler, B. 1995. Relation to habitat in rotifers. *Hydrobiologia*, 313/314: 267-278.

Potthoff, A., B. Herwig, M. Hanson, K. Zimmer, M. Butler, J. Reed, B. Parsons y M. Ward. 2008. Cascading food-web effects of piscivore introductions in shallow lakes. *Journal of Applied Ecology*, 45: 1170-1179.

Quirós, R., J.J. Rosso, A. Renella, A. Sosnovsky. y M. Boveri. 2002. Análisis del estado trófico de las lagunas pampeanas (Argentina). *Interciencia*, 27(11): 584-591.

Ringuelet, R., A. Salibián, E. Claverie y S. Ilhero. 1967. Limnología química de las lagunas pampásicas (provincia de Buenos Aires). *Physis*, XXVII (74): 201-221.

Rosso, J.J. 2006. Peces pampeanos. Guía y ecología. L.O.L.A., Literature of Latin America. Buenos Aires, 221 pp.

Rosso, J.J. y R. Quirós. 2009. Interactive effects of abiotic, hydrological and anthropogenic factors on

Sustainability, Agri, Food and Environmental Research 4(3), 2016: 70-82
ISSN: 0719-3726

fish abundance and distribution in natural run-of-the-river shallow lakes. *River Research and Applications*, 25: 713-733.

Rodríguez, C., M. Mancini, C. Prospero, A. Weyers y G. Alcantú. 2000. Hidrobiología del sistema lagunar La Salada - La Brava (Córdoba), *Argentina Natura Neotropicalis*, 31(1-2): 1-9.