

Características físico-químicas del agua y composición de la ictiofauna del embalse Piedras Moras (Córdoba, Argentina)

Víctor SALINAS¹, Miguel MANCINI^{1*}, Fernanda BIOLÉ^{2,3} & Alejandra LIENDO⁴

¹Ecología & Acuicultura. FAV- Universidad Nacional de Río Cuarto. Ruta Nacional N° 36 - km 601, (X5804BYA). Río Cuarto, Argentina. ²Instituto de Investigaciones en Producción Animal (INPA-CONICET-UBA). FCV- Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires (C1427CWO), Argentina. ³ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Buenos Aires, Argentina. ⁴ Municipio de Almafuerde. Almafuerde, Argentina. *mmancini@ayv.unrc.edu.ar

Abstract: Physico-chemical characteristics of water and ichthyofauna composition of the Piedras Moras reservoir (Córdoba, Argentina). The Piedras Moras reservoir (32°10.13'S, 64°16.50'W) is the latest in a series of six that have been built over the basin of "Tercero" river, situated in Córdoba province. Hence, the present study was carried out to determine the physico-chemical characteristics of water and ichthyofauna in Piedras Moras. Water and fish samplings were taken seasonally. The fish were caught with trawl nets, gill nets and longlines. The water had low hardness and salinity (164 mg / L). The temperature, transparency, pH and dissolved oxygen did not show significant differences between sampling sites ($P > 0.05$), but did occur between seasons ($P < 0.01$). Water temperature varied from 14.7 to 26.5 °C, while the values of dissolved oxygen were within the range of 5.7 and 9.3 ppm. There was a significant correlation between both variables ($r_s = -0.78$, $P < 0.01$). A total of twelve species of fish, belonging to five orders and eight families were captured. The presence of the genus *Hypostomus* was also confirmed. The largest family was the Characidae. The values of the Shannon-Wiener diversity index ranged from 1.45 to 2.01 bits. Catch per unit effort (CPUEp) of the fishery target species: *Odontesthes bonariensis*, varied from 0.74 to 3.24 kg / 20hs / gillnet. In the Piedras Moras reservoir there are only eleven of the 29 species recorded in the basin of "Tercero" river. The ichthyofauna at Piedras Moras had greater similarity to the ones in the reservoirs located in the same basin than those which are located in any other one.

Key words: reservoirs, Argentina, Piedras Moras, ecology, fish, *Odontesthes bonariensis*

Resumen: El embalse Piedras Moras (32°10,13'S, 64°16,50'W) es el último de una serie de seis que se han construido sobre la cuenca del río Tercero en la provincia de Córdoba (Argentina). En el presente estudio se determinaron las principales características físico-químicas del agua y la composición de la ictiofauna del embalse Piedras Moras. Se realizaron muestreos estacionales con mediciones de agua *in situ* y en laboratorio. Los peces se capturaron con redes de arrastre, enmalle y espineles. El agua se caracterizó por su baja dureza y contenido de sales (164 mg/L). La temperatura, transparencia, pH y oxígeno disuelto no presentaron diferencias significativas entre sitios de muestreo ($P > 0,05$), pero si entre épocas del año ($P < 0,01$). Las temperaturas extremas del agua fueron 14,7 y 26,5 °C, mientras que los valores de oxígeno disuelto estuvieron dentro del rango de 5,7 y 9,3 ppm. Se observó una correlación significativa entre estas dos variables ($r_s = -0,78$, $P < 0,01$). Los peces capturados pertenecieron a doce especies distribuidas en cinco órdenes y ocho familias, se confirmó además la presencia del género *Hypostomus*. La familia más numerosa fue Characidae. Los valores del índice de diversidad de Shannon-Wiener estuvieron comprendidos entre 1,45 y 2,01 bits. La captura por unidad de esfuerzo de *Odontesthes bonariensis* (CPUEp), especie blanco de la pesquería, fue de 0,74 y 3,24 kg/20hs/red de enmalle. En el embalse Piedras Moras habitan sólo once de las 29 especies registradas en la cuenca del río Tercero. Al comparar la ictiofauna de seis reservorios de la provincia de Córdoba, Piedras Moras tuvo mayor similitud con los ubicados en la misma cuenca.

Palabras clave: embalses, Argentina, Piedras Moras, ecología, peces, *Odontesthes bonariensis*

INTRODUCCIÓN

En respuesta al crecimiento demográfico de las últimas décadas, aumenta a nivel mundial la construcción de represas para llevar a cabo di-

ferentes objetivos como producción de energía, mitigación de crecidas, almacenamiento de agua para diferentes fines, usos recreacionales y pesca. Estos y otros usos determinan que los embalses posean una elevada importancia económica,

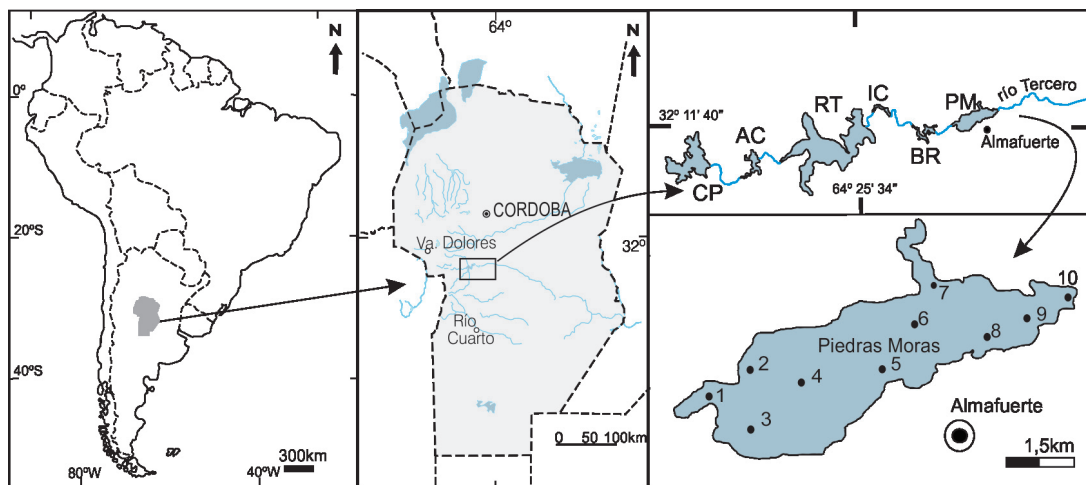


Fig. 1. Ubicación geográfica de los seis embalses de la cuenca del río Tercero, de la provincia de Córdoba y estaciones de muestreo del embalse Piedras Moras (CP: Cerro Pelado; AC: Arroyo Corto; RT: Río Tercero; IC: Ing. Cassaffousth; BR: Benjamín Reolín; PM: Piedras Moras).

ecológica y recreacional (Carol *et al.*, 2006).

En Argentina existen una gran cantidad de embalses. Los propósitos de su construcción en la provincia de Córdoba son múltiples y ocupan en la actualidad una superficie superior a las 15.000 ha. Estos lagos artificiales poseen agua con muy bajo contenido de sales y están sujetos a marcadas variaciones estacionales de su grado de eutrofia (Bonetto *et al.*, 1976; Bonansea *et al.*, 2015). En particular, el embalse Piedras Moras, el último de una serie de seis que se ubican sobre la cuenca del río Tercero, una de las más importantes de Córdoba, posee antecedentes de elevado estado trófico y floraciones algales con baja transparencia del agua (Mancini *et al.*, 2010).

Se considera a los peces como un recurso económico y recreacional muy importante y constituyen un indicador sensible del estado de un ecosistema. Entre los principales factores que influyen en la riqueza y diversidad de la ictiofauna de los embalses, se encuentran la superficie y edad de los mismos, la estación lluviosa y seca, la zona lacustre o ribereña, diferentes factores bióticos y la cuenca donde se encuentran (Smith & Petrer, 2008; Agostinho *et al.*, 2016).

En diferentes ambientes lóticos de la cuenca del río Tercero, incluyendo ríos de cabecera y otros sitios ubicados aguas abajo del embalse Piedras Moras, se han descrito 29 especies de peces (Haro *et al.*, 1996). Sin embargo, a excepción de los embalses Arroyo Corto y Río Tercero (Boschi & Fuster de Plaza, 1959; Freyre *et al.*, 1983; Mancini & Grosman, 1998; Mancini *et al.*, 2008a), no se encontraron antecedentes de tra-

bajos exhaustivos sobre riqueza, composición de la ictiofauna y biología pesquera del resto de sus reservorios, a pesar de la importante extracción de biomasa para consumo humano y del gran movimiento turístico que generan la pesca deportiva y recreativa de algunas especies, en particular del pejerrey *Odontesthes bonariensis*.

En relación a la ictiofauna del embalse Piedras Moras, sólo existen antecedentes puntuales de capturas por unidad de esfuerzo de *O. bonariensis* y *Parapimelodus valenciennis* (Mancini *et al.*, 2001; 2007) y de mortandades de peces, en especial del género *Astyanax* (Mancini *et al.*, 2008b). El objetivo del presente trabajo fue determinar las principales características de la calidad del agua y la composición de la ictiofauna del embalse Piedras Moras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

El Tercero (Ctalamochita) es uno de los ríos más relevantes de la provincia de Córdoba (Argentina). Sobre la cuenca de este río se han construido seis embalses: Cerro Pelado, Arroyo Corto, Río Tercero, Ing. Cassaffousth, Benjamín Reolín y Piedras Moras, siendo este el último de la serie y próximo a la ciudad de Almafuerte (Fig. 1). El reservorio posee una superficie de 832 ha y una profundidad media de 8 m; la altura de la presa es de 57 m. El embalse tiene diferentes usos como riego, provisión de agua y generación de energía; se desarrollan además diferentes actividades recreativas y la pesca, donde el pejerrey

O. bonariensis es la especie blanco. La temperatura media de la región es de 24 y 9 °C en verano e invierno respectivamente, con precipitaciones anuales de 700 a 800 mm, las cuales se concentran mayoritariamente en verano (Demaio & Medina, 1999).

Estudio de las características físico-químicas del agua

Se fijaron diez sitios de muestreo. Las zonas seleccionadas y sus coordenadas geográficas fueron 1- cascada (32°11,098'S, 64°18,119'W); 2- sitio próximo a un establecimiento pecuario (32°11,020'S, 64°18,043'W); 3- costa del sector Oeste (32°10,485'S, 64°17,196'W); 4- árboles sumergidos (32°10,919'S, 64°17,527'W); 5- "bomba" (32°10,806'S, 64°16,406'W); 6- centro (32°10,139'S, 64°16,508'W); 7- arroyo Soconcho (32°09,922'S, 64°15,997'W); 8- balneario (32°10,478'S, 64°15,130'W); 9- camping (32°10,256'S, 64°14,953'W) y 10- presa (32°10,029'S, 64°14,708'W). En la figura 1 se puede observar la distribución de los diferentes sitios de muestreo elegidos, los cuales se seleccionaron para detectar posibles impactos antrópicos y tratar de recabar información integral del sistema. Los muestreos se realizaron desde la zona limnética mediante la utilización de una embarcación semirrígida con motor de 40 HP, totalizando cuatro muestreos estacionales en el periodo 2009 - 2010.

En estos sitios, se evaluó *in situ* y por estación del año la transparencia del agua (disco de Secchi de 20 cm), pH (pHmetro digital Lutron 206), temperatura y oxígeno disuelto (equipo digital Lutron LT 5508 y Consort C535). De esta última variable se calculó el porcentaje de saturación de acuerdo a valores tabulados en función de la temperatura y presión atmosférica de referencia. Los registros de oxígeno disuelto, su correspondiente saturación y el pH se utilizaron para categorizar la calidad del agua según la clasificación estándar de la CEE para el mantenimiento de la vida acuática (Helmer & Hespagnol, 1999). La misma establece diferentes clases que van desde la I hasta la V, siendo esta última la de menor calidad. La prueba no paramétrica de Kruskal Wallis fue utilizada para comprobar la presencia de diferencias significativas de las variables mencionadas entre sitios de muestreo y épocas del año. Como se trata de un ambiente con marcadas oscilaciones de su estado trófico, se determinó el grado de asociación entre la temperatura y el oxígeno del agua a través del coeficiente de correlación de Spearman -rho de Spearman, r_s (Sokal & Rohlf,

1969). Por su parte, en cada época del año se tomó una muestra de agua del centro del embalse para su posterior análisis de laboratorio.

Captura y análisis de la ictiofauna

La captura de peces se realizó mediante: a) artes de pesca activos: red de arrastre a la costa de 20 m de largo y copo de 3,5 m (malla de 5 mm) y red de arrastre a la costa de 10 m de largo y copo de 1,5 m (malla de 2 mm), en ambos casos las redes se operaron desde la costa en sitios de pendiente suave; b) pasivos: red de enmalle flotante de nylon multifilamento para pesca experimental compuesta por paños de 5, 5, 2,5, 6,25, 7,5, 5, 12,5 y 25 m de malla y de 15, 19, 22, 25, 30, 33, 38 y 40 mm de medida entre nudos respectivamente (largo total 68,75 m) y red de enmalle de nylon monofilamento de 30 mm de medida entre nudos (45 m de largo), las cuales fueron caladas al atardecer y se recogieron al amanecer; c) aparejos de pesca: espineles de nylon monofilamento de 1,2 mm con anzuelos de abertura de 10 a 16 mm, utilizando como cebo peces enteros del mismo ambiente, y d) imágenes subacuáticas.

Los sitios seleccionados para la captura de peces, se ubicaron próximos a los puntos 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 correspondientes a los muestreos de agua. Los ejemplares capturados fueron clasificados siguiendo descripciones y claves específicas (Ringuelet *et al.*, 1967; Haro & Bistoni, 2007; Rosso *et al.*, 2016). Los órdenes, familias, géneros y especies se presentaron de acuerdo a López *et al.* (2003) y Haro & Bistoni (2007).

A partir del total de peces capturados se calculó la diversidad alfa mediante el índice 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 (Krebs, 1995). Se calculó además el índice de Simpson: $S = 1 - \sum (p_i)^2$ (Moreno, 2001). A partir de datos de presencia-ausencia de las especies, se evaluó la similitud de la ictiofauna con la información disponible de dos embalses de la cuenca: Arroyo Corto y Río Tercero (Freyre *et al.*, 1983; Mancini *et al.*, 2008a) y de otros tres embalses de Córdoba: La Viña, San Roque y La Quebrada (Kutel & Bistoni, 2000; Mancini *et al.*, 2008c; 2009), mediante los índices de Jaccard y Sorensen (Magurran, 1988).

Por su parte, se calculó la captura por unidad de esfuerzo de las redes de enmalle del total de especies presentes (CPUE t) y de *O. bonariensis* (CPUE p), estandarizados por unidad de tiempo (kg por cada 20 hs/tendido de red). A los fines de poder cotejar las capturas de pejerrey con los de otros embalses donde se utilizó el mismo tren de

enmalle, la comparación de las capturas de pejerrey se realizó en base a este arte de pesca.

En pejerrey, se calculó además el peso relativo para estimar la condición corporal de acuerdo a Colautti *et al.* (2006).

RESULTADOS

Calidad del agua

Los parámetros analizados que indican las principales características del agua se presentan en la Tabla 1, se detallan los valores mínimo, máximo, promedio y desviación estándar. El agua fue bicarbonatada sódico-cálcica o cálcico-sódica, de baja dureza y contenido de sales (valor medio 164 mg/L). Las variables temperatura, transparencia, pH y oxígeno disuelto no presentaron diferencias significativas entre sitios de muestreo ($P > 0,05$), pero si entre épocas del año ($P < 0,01$) (Fig. 2). Las temperaturas extremas del agua fueron 14,7 y 26,5 °C, mientras que los valores de oxígeno disuelto estuvieron dentro del rango de 5,7 y 9,3 ppm. Se observó una correlación estadísticamente significativa entre estas dos variables ($r_s = -0,78$, $P < 0,01$). Los valores de saturación del oxígeno fueron de 108, 91, 101 y 95 % para primavera, verano, otoño e invierno respectivamente. Los valores de pH siempre fueron superiores a 7 (Tabla 1).

De acuerdo a los resultados de la concentración de oxígeno disuelto, su porcentaje de saturación y el pH, el agua del lago Piedras Moras se encuadró dentro de las clases I y II según la clasificación de la CEE.

Ictiofauna

Los peces capturados pertenecieron a doce especies distribuidas en cinco órdenes y ocho familias (Tabla 2), donde Characidae fue la más numerosa. La utilización de imágenes subacuáticas permitió confirmar además la presencia del género *Hypostomus*, el cual se menciona en este trabajo pero no se incluye en los análisis comparativos al no poder precisar la especie. La red de arrastre fue el arte de pesca más efectivo en relación a la captura de ejemplares así como del número de especies. Las mojarra *Astyanax eigenmanniorum* y *Bryconamericus iheringii* fueron las especies más numerosas, representando el 88 % del total (Fig. 3); la captura de *O. bonariensis* representó menos del 1 %. Mediante la red de enmalle se lograron capturar 365 ejemplares de siete especies (Fig. 4), mientras que la utilización de espineles resultó poco efectiva, solo dos especies: *Hoplias cf. malabaricus* y *Rhamdia quelen*. La figura 5

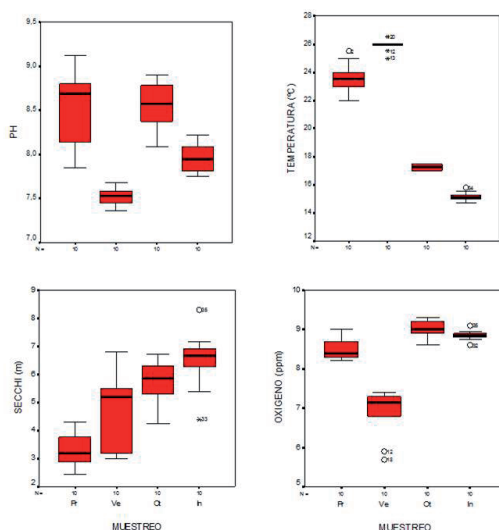


Fig. 2. Diagrama de caja de los valores de pH, oxígeno (mg/L), temperatura (°C) y lectura del disco de Secchi (m) por época del año (Pr: primavera; Ve: verano; Ot: otoño; In: invierno).

Tabla 1. Promedio (mínimo y máximo entre paréntesis) y desvío estándar de las variables de calidad de agua del embalse Piedras Moras (*mediciones realizadas *in situ*) \bar{X} : promedio D.E.: Desvío estándar.

Variable	n	Unidad	\bar{X}	D.E.
Temperatura *	40	°C	20,4 (14,7-26,5)	4,5
Oxígeno disuelto*	40	mg/L	8,3 (5,7-9,3)	0,9
pH*	40	pH	8,1 (7,3-9,1)	0,5
Transparencia*	40	m	5,1 (2,5-8,3)	1,5
Sales totales	4	mg/L	164 (131-226)	44,0
Conductividad	4	uS/cm	205 (160-272)	53,2
Carbonatos	4	mg/L	1,2 (0-4,8)	2,4
Bicarbonatos	4	mg/L	88,2 (70-112,5)	17,8
Sulfatos	4	mg/L	22,2 (11,4-36,2)	10,8
Cloruros	4	mg/L	9,2 (5,7-11,4)	2,7
Sodio	4	mg/L	16,4 (11,1-25,3)	6,3
Potasio	4	mg/L	2,6 (2,2-3,2)	0,4
Calcio	4	mg/L	17,0 (14,4-20,8)	3,2
Magnesio	4	mg/L	4,8 (3,9-6,8)	1,3
Nitrato	4	mg/L	1,8 (0-4,5)	1,9
Nitrito	4	mg/L	(-)	(-)
Fluoruro	4	mg/L	0,35 (0,1-0,5)	0,2
Dureza total	4	ppm CO ₃ Ca	62,5 (52-80)	12,8
Alcalinidad	4	ppm CO ₃ Ca	72,5 (56-98)	18,0

muestra los porcentajes de las capturas incluyendo la totalidad de los artes de pesca utilizados.

Los valores de los índices de diversidad fueron

Tabla 2. Especies de peces colectadas en el embalse Piedras Moras. (* no se incluye en esta lista al género *Hypostomus*)

Especies (*)	Nombre común
Orden Characiformes	
Familia Curimatidae	
1- <i>Cyphocharax voga</i> (Hansel, 1870)	Sabalito
Familia Characidae	
2- <i>Astyanax eigenmanniorum</i> (Cope, 1894)	Mojarra
3- <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Mojarra
4- <i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887)	Fina
5- <i>Oligosarcus jenynsii</i> (Günther, 1864)	Dentado
Familia Erythrinidae	
6- <i>Hoplias cf. malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Tararira
Orden Perciformes	
Familia Cichlidae	
7- <i>Australoheros facetum</i> (Jenyns, 1842)	Chanchita
8- <i>Gymnogeophagus australis</i> (Eigenmann, 1907)	Palometa
Orden Cyprinodontiformes	
Familia Anablepidae	
9- <i>Jenynsia multidentata</i> (Jenyns, 1842)	Orillero
Orden Atheriniformes	
Familia Atherinopsidae	
10- <i>Odontesthes bonariensis</i> (Valenciennes, 1835)	Pejerrey
Orden Siluriformes	
Familia Heptapteridae	
11- <i>Rhamdia quelen</i> (Quoy y Gaimard, 1824)	Bagre negro
Familia Pimelodidae	
12- <i>Parapimelodus valenciennis</i> (Kroyer, 1874)	Bagarito

Tabla 3. Diversidad de la ictiofauna del embalse Piedras Moras (r = riqueza; n = número de peces capturados; H: índice de Shannon-Wiener; S = índice de Simpson).

Estación	r	n	H	S
Primavera	9	642	1,92	0,66
Verano	11	1262	2,01	0,66
Otoño	8	1329	1,45	0,56
Invierno	11	686	1,84	0,64

intermedios (Tabla 3). Al comparar la ictiofauna de seis reservorios ubicados en la provincia de Córdoba con una riqueza total de 22 especies, el embalse Piedras Moras tuvo mayor similitud con el embalse Arroyo Corto al compartir ocho especies y con el embalse Río Tercero (comparten nueve

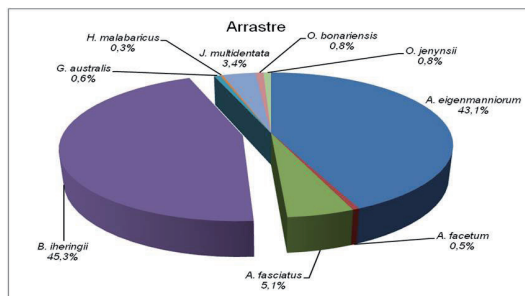


Fig. 3. Porcentaje de los ejemplares capturados (numerosidad) con redes de arrastre durante todo el periodo de estudio.

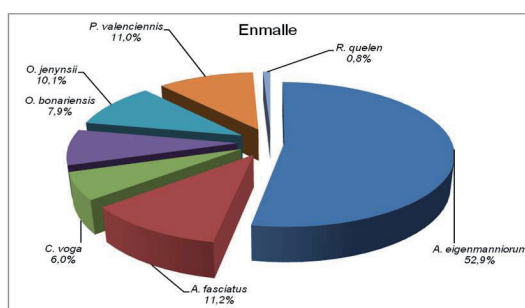


Fig. 4. Porcentaje de los ejemplares capturados (numerosidad) con redes de enmalle durante todo el periodo de estudio.

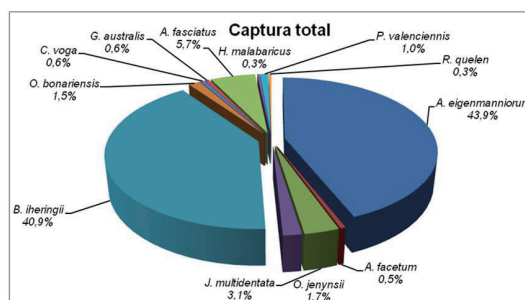


Fig. 5. Porcentaje de los ejemplares capturados (numerosidad) con todos los artes de pesca durante el periodo de estudio.

especies). Los resultados se expresan en la Tabla 4 y en la figura 6. Los seis lagos de la provincia de Córdoba analizados compartieron tres especies: *A. eigenmanniorum*, *B. iheringii* y *O. bonariensis*.

La CPUEt fue mayor en primavera (21,63 kg/20 hs), influido por la abundante presencia de *P. valenciennis* en la zona del arroyo Soconcho. En promedio, la captura por unidad de esfuerzo en número de esta última especie en dicho muestreo fue de 28 peces/red, con un porcentaje muy

Tabla 4. Similitud de la ictiofauna del lago Piedras Moras respecto a cinco embalses de la provincia de Córdoba. (1) Mancini *et al.*, 2009; (2) Freyre *et al.*, 1983; (3) Kutel & Bistoni, 2000; (4) Mancini *et al.*, 2008a; (5) Mancini *et al.*, 2008c.

Embalse	Ubicación	Superficie (ha)	Riqueza específica	Índice de Jaccard	Índice de Sorensen
La Viña ⁽¹⁾	31°47´S, 65°01´W	1050	7	0,46	0,63
Río Tercero ⁽²⁾	32°10´S, 64°23´W	5426	13	0,56	0,72
La Quebrada ⁽³⁾	31°14´S, 64°20´W	35	12	0,33	0,50
Arroyo Corto ⁽⁴⁾	32°13´S, 64°34´W	357	8	0,66	0,80
San Roque ⁽⁵⁾	31°22´S, 64°27´W	2478	12	0,41	0,58

Tabla 5. Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la ictiofauna del embalse Piedras Moras (kg/20hs/red de enmalle).

Estación	CPUE pejerrey	CPUE otras especies	CPUE total
Primavera	1,85	19,78	21,63
Verano	0,99	7,01	8,00
Otoño	0,74	1,75	2,49
Invierno	3,24	0,81	4,05

alto de hembras (96%), un rango de longitud total entre 226 y 374 mm y un peso máximo de 308,1 g.

En relación a *O. bonariensis*, su numerosidad no superó el 2% de las capturas totales. La CPUE_p arrojó un registro mínimo en otoño de 0,74 kg/20 hs/red y máximo de 3,24 kg/20 hs/red en invierno (Tabla 5). El peso relativo promedio del pejerrey fue 104,1; el ejemplar de mayor porte registró 417 mm de longitud total y pesó 664,5 g.

DISCUSIÓN

La concentración de sales y la dureza del agua fueron similares a lo largo del periodo de estudio. De acuerdo a Conzonno (2009), estos valores permiten clasificarla como dulce (hipohalina) y moderadamente blanda. Los registros de temperatura, oxígeno y pH se encuadran dentro de los parámetros habituales de los reservorios de la cuenca (Bonetto *et al.*, 1976; Bonansea *et al.*, 2015) y son compatibles con el normal desarrollo de las comunidades acuáticas (Boyd, 1984).

Los valores de oxígeno, su porcentaje de saturación y el pH del agua indican buenas condiciones y la aptitud del embalse para el mantenimiento de la vida acuática. Desde este punto de vista y en base a la mayor transparencia del agua, el lago evolucionó de manera favorable luego de experimentar una de las mayores floraciones algales de su historia (Mancini *et al.*, 2010). En este sentido, los bajos porcentajes de satura-

ción del oxígeno a nivel del epilimnio indican de manera indirecta una baja producción primaria (Lampert & Somer, 1997), lo cual es consistente con los registros de lectura del disco de Secchi.

Si bien la ictiofauna de los reservorios se origina a partir del embalsado de los ríos, muchas especies no llegan a adaptarse y pueden desaparecer (Quirós, 2003). Sin embargo, algunas especies lograron una buena adaptación en el embalse Piedras Moras como es el caso de *P. valenciennis*. Esta especie fue introducida a finales de la década del 90 y aumentó más de cuatro veces la biomasa en relación a su primer registro en el reservorio (Mancini *et al.*, 2007). La elevada biomasa en el primer muestreo y la ausencia en las restantes campañas, pone de manifiesto una marcada variación temporal en las capturas de *P. valenciennis*. Con la presencia de *Hypostomus* sp., el embalse Piedras Moras registra trece especies, aunque constituye el hábitat de sólo 11 de las 29 especies autóctonas e introducidas descriptas para la cuenca del río Tercero (Haro *et al.*, 1996).

El índice de Simpson, arrojó valores levemente superiores que el índice de Shannon-Wiener, quizá debido a la mayor sensibilidad para detectar alteraciones en la abundancia de especies raras y comunes que posee cada uno (Magurran, 1988), resultados similares fueron registrados en embalses próximos (Mancini *et al.*, 2008a). Si bien algunos autores han demostrado que el ensamble de peces en ciertos embalses se asocia mas a la físico-química del agua que a la conectividad hídrica (Uehara *et al.*, 2015), la riqueza de especies de Piedras Moras presentó mayor similitud con los embalses de la misma cuenca. La mayor riqueza en los embalses inferiores podría ser respuesta a la menor altitud y mayor estado trófico (Carol *et al.*, 2006).

A nivel de la provincia de Córdoba, existen tres especies que son comunes en los embalses Arroyo Corto, Río Tercero, Piedras Moras, La Viña, San Roque y La Quebrada: *A. eigenman-*

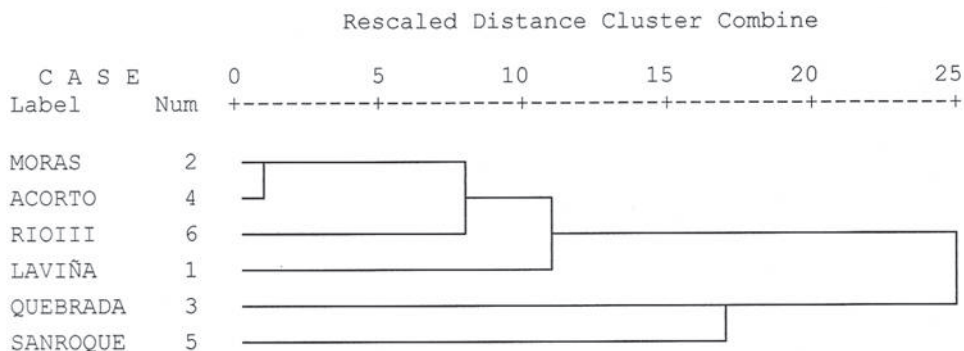


Fig. 6. Dendrograma de especies ícticas de seis embalses de la provincia de Córdoba basado en un análisis de clusters de una matriz (Jaccard) de especies por ambiente (Moras: Piedras Moras; Acorto: Arroyo Corto; Río III: Río Tercero; La Viña: La Viña; Quebrada: La Quebrada; San Roque: San Roque).

niorum, *B. iheringii* y *O. bonariensis*. En este sentido, *A. eigenmanniorum* y *B. iheringii* son dos de las cuatro especies más frecuentes en numerosas localidades de la provincia ictiológica pampeana de Argentina (Menni, 2004; López et al., 2008). El predominio de *A. eigenmanniorum* y *B. iheringii* coincide con la composición de la ictiofauna de otros embalses ubicados en la provincia de Córdoba (Mancini et al., 2008a; Mancini et al., 2009). Además de compartir ambientes de similares características (Bistoni & Hued, 2002), estas son las especies de mojarra más comunes en la región serrana (Haro & Bistoni, 2007), donde están ubicados mayoritariamente los embalses de Córdoba.

Hay que destacar que el género *Astyanax* registra en los embalses de la cuenca del río Tercero mortandades estacionales de diversa magnitud (Mancini et al., 2008b), las cuales se repitieron en el muestreo de invierno del presente estudio. Sin embargo y de acuerdo a los resultados obtenidos, estos fenómenos no afectarían con gravedad a las poblaciones, en especial la de *A. eigenmanniorum* que es la especie más numerosa en la actualidad.

El pejerrey es el pez de mayor importancia de la pesquería del embalse Piedras Moras, que exhibió buena condición corporal. Al comparar las capturas de pejerrey obtenidas mediante tren de enmalle, el promedio de la CPUE fue 9,1 veces superior al registrado en la década anterior en el mismo reservorio (Mancini et al., 2001) y 4,1 veces por encima de lo reportado en el embalse Arroyo Corto (Mancini et al., 2008a). En cambio, representó sólo el 60,6 % del promedio de la CPUE del embalse La Viña (Mancini et al., 2006), en todos los casos calculado con idéntica metodología. Los tres lagos están sujetos a marcadas variaciones del volumen de agua que pue-

den afectar el normal desarrollo reproductivo del pejerrey, siendo esta una de las posibles causas de la baja CPUE. Por su parte, *Astyanax fasciatus* y *Hoplias cf. malabaricus* predan peces de diferentes etapas de vida del pejerrey (Ringuelet et al., 1967), al igual que *Oligosarcus jenynsii* (Haro & Gutierrez, 1985), que llega a triplicar las capturas de pejerrey en estos embalses (Bonetto et al., 1976). Además, algunos autores sostienen que *A. eigenmanniorum* consume una importante cantidad de huevos de *O. bonariensis* (Gutiérrez et al., 1983). Las cuatro especies mencionadas que actuarían en detrimento de *O. bonariensis*, representan más del 50 % de la numerosidad de peces del embalse. Cabe agregar la alta transparencia que presentó el agua durante este estudio, donde la baja biomasa algal también estaría asociada a la baja CPUE de pejerrey (Baigún & Delfino, 1994). Las escasas capturas de pejerreyes juveniles logradas con artes de pesca activos, indicarían además problemas reproductivos como se señalará oportunamente o en el reclutamiento de esta especie, lo cual se refleja en su abundancia (menos del 2% del total de peces capturados).

Si bien el registro del género *Hypostomus* se basó en imágenes subacuáticas, su presencia es consistente con los reportes de Bistoni & Hued (2002), que incluyen a éste género en ambientes de la cuenca del río Tercero. Resulta llamativa la ausencia de la carpa *Cyprinus carpio* debido a que habita desde hace décadas en otros reservorios de la cuenca y que en algunos de ellos, como el embalse Río Tercero, presenta gran abundancia (Bonetto et al., 1976). Tampoco hubo registros de dorado *Salminus brasiliensis*, sembrado previamente en la región y cuya presencia ha sido reportada en sitios ubicados debajo de la presa del embalse Piedras Moras (Haro et al., 1996).

AGRADECIMIENTOS

A Edgar Taricco, Santiago Ballester y Gerardo Morra por la imprescindible colaboración y apoyo logístico brindado en las tareas de campo. A Francisco Lacase por los registros de imágenes subacuáticas. Al Dr. José G. Haro, por su colaboración en la identificación de especies ícticas. Este trabajo fue subsidiado por la SECyT de la Universidad Nacional de Río Cuarto, el MINCYT de la provincia de Córdoba y la Municipalidad de Almafuerde.

BIBLIOGRAFÍA

- Agostinho, A., L. Gomes, N. Santos, J. Ortega & F. Pelicice. 2016. Fish assemblages in Neotropical reservoirs: Colonization patterns, impacts and management. *Fisheries Research*, 173: 26-36.
- Baigún, C. & R. Delfino. 1994. Relación entre factores ambientales y biomasa relativa de pejerrey en lagos y embalses templados cálidos de la Argentina. *Acta Biológica Venezuelica*, 15(2): 47-57.
- Bistoni, M. & A. Hued. 2002. Patterns of fish species richness in river of the central region of Argentina. *Brazilian Journal of Biology*, 629 (4B): 753-764.
- Bonetto, A., D. Di Persia, R. Maglianesi & M. Corigliano. 1976. Caracteres limnológicos de algunos lagos eutróficos de embalses de la región central de Argentina. *Ecosur*, 3 (5): 47-120.
- Bonanse, M., C. Ledesma, C. Rodriguez & L. Pinotti. 2015. Water quality assessment using multivariate statistical techniques in Río Tercero Reservoir, Argentina. *Hydrology Research*, 46 (3): 377-388.
- Boschi, E. & M. Fuster De Plaza. 1959. Estudio biológico pesquero del pejerrey del embalse Río Tercero (*Basilichthys bonariensis*). Departamento de Investigaciones Pesqueras. Secretaría de Agricultura y Ganadería de la Nación, 8: 61 pp.
- Boyd, C. 1984. *Water quality management for pond fish culture*. Elsevier Scientific Publishing Company. Netherlands, 317 pp.
- Carol, J. L. Benejam, C. Alcaraz, A. Vila-Gispert, L. Zamora, E. Navarro, J. Armengol & E. García-Berthou. 2006. The effects of limnological features on fish assemblages of 14 Spanish reservoirs. *Ecology of Freshwater Fish*, 15: 66-77.
- Colautti, D., M. Remes Lenicov & 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.
- Demaio, P. & M. Medina. 1999. *Ecosistemas de la provincia de Córdoba*. Universidad Libre del Ambiente. Ediciones Sezo, Córdoba, 207 pp.
- Freyre, L., L. Protogino & J. Iwaszkiw. 1983. Demografía del pejerrey *Basilichthys bonariensis* en el embalse Río Tercero, Córdoba. *Biología Acuática*, 4:39 p.
- Gutiérrez, M., M. Barla & L. Giraudo. 1983. Alimentación de la población costera de *Astyanax eigenmanniorum* (Cope) (Pisces, Characiformes) del lago San Roque. *Revista Universidad Nacional de Río Cuarto*, 3(1): 131-141.
- Haro, J. G. & M. Gutiérrez. 1985. Alimentación de *Oligosarcus jenynsii* (Gunther) (Pisces, Characidae) en el lago San Roque (Córdoba, Argentina). *Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral*, 16(2): 227-235.
- Haro, J. G., M. A. Bistoni & M. Gutiérrez. 1996. Ictiofauna del río Tercero (Calamuchita) (Córdoba, Argentina). *Academia Nacional de Ciencias (Córdoba, Argentina) Miscelanea*, 96: 3-10.
- Haro, J. G. & M. A. Bistoni. 2007. *Peces de Córdoba*. Editorial Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina, 266 pp.
- Helmer, R. & I. Hespanhol. 1999. *Control de la contaminación del agua*. Guía para la aplicación de principios relacionados con el manejo de la calidad del agua. CEPIS, OPS/OMS. Lima, Perú.
- Krebs, C. 1995. *Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia*. Editorial Harla, México, 753 pp.
- Kutel, C. & M. A. Bistoni. 2000. Ictiofauna del dique La Quebrada (Córdoba, Argentina). *Natura Neotropicalis*, 31(1-2): 11-16.
- Lampert, W. & U. Sommer. 1997. *Limnoecology: The ecology of lakes and streams*. Oxford Univ. Press, New York, 382 pp.
- López, H., A. Miquelarena & R. Menni. 2003. *Lista comentada de los peces continentales de la Argentina*. ProBiotA Serie Técnica y Didáctica n° 5. La Plata, Buenos Aires, 87 pp.
- López, H., R. Menni, M. Donato & A. Miquelarena. 2008. Biogeographical revision of Argentina (Andean and Neotropical Regions): an analysis using freshwater fishes. *Journal of Biogeography*, 35: 1564-1579.
- Magurran, A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Chapman and Hall, London, 179 pp.
- Mancini, M. & F. Grosman. 1998. Aspectos poblacionales del pejerrey *Odontesthes bonariensis* en el embalse Río Tercero, Córdoba. *Natura Neotropicalis*, 29(2): 137-143.
- Mancini, M., C. Rodriguez, M. Finola & C. Prospero. 2001. Evaluación de las interacciones tróficas del embalse Piedras Moras. I Reunión Binacional de Ecología. XX Reunión Argentina de Ecología, X Reunión de la Sociedad de Ecología de Chile. Abril 24-26, 1998. Bariloche, Argentina, 155 pp.
- Mancini, M. 2006. Caracterización limnológica y condición del pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Atheriniformes: Atherinopsidae) del embalse La Viña, Córdoba. Tesis de Doctorado. Facultad Cs. Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. 128 p.
- Mancini, M., J. Haro & F. Grosman. 2007. Primer registro del bagarito *Parapimelodus valenciennis* (Lütken, 1874) (Siluriformes, Pimelodidae) para la provincia de Córdoba (Argentina). *Natura Neotropicalis*, 37(1-2): 77-81.

- Mancini, M., V. Salinas, G. Cerioni, M. Ortiz, G. Haro, C. Prosperi & C. Rodriguez. 2008a. Estado trófico y composición de la ictiofauna del embalse Arroyo Corto (Argentina). V Taller Internacional: Enfoques Regionales para el Desarrollo y Gestión de Embalses de la cuenca del Plata. Marzo 11-14, 2008. Itaipú (Brasil-Paraguay): 1-13.
- Mancini, M., C. Rodriguez, M. Bonansea, A. Astoreca, G. Bagnis, C. Da Rocha & A. Dalceró. 2008b. Saprolegniasis en poblaciones silvestres de *Astyanax eigenmanniorum* y *A. fasciatus* (Pisces, Characidae) de Argentina. *Revista Brasileira de Medicina Veterinaria*, 30(2): 115-122.
- Mancini, M., M. Bonansea, V. Salinas, J. G. Haro, A. Bethular & C. Rodriguez. 2008c. XXIII Reunión Argentina de Ecología. Ictiofauna del embalse San Roque (Córdoba). Noviembre 25-28, 2008. San Luis, Argentina, 167 pp.
- Mancini, M., G. Haro, C. Bucco, V. Salinas & A. Miquelarena. 2009. Composition and diversity of ichthyofauna in La Viña reservoir (Córdoba, Argentina). *Brazilian Journal of Biology*, 69 (1): 49-55.
- Mancini, M., C. Rodriguez, G. Bagnis, A. Liendo, C. Prosperi, M. Bonansea & J. Galizia Tundisi. 2010. Cyanobacterial bloom and animal mass mortality in a reservoir from central Argentina. *Brazilian Journal of Biology*, 70 (3 Sup.): 891-895.
- Menni, R. 2004. Peces y ambiente en la Argentina continental. Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales, N° 5. Buenos Aires, Argentina, 316 pp.
- Moreno, C. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M6T-Manuales y Tesis SEA. Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Quirós, R. 2003. Principios de ordenación pesquera responsable en embalses con referencia a aquellos de América Latina. COPESCAL/FishCode/FAO. El Salvador, 12 pp.
- Ringuelet, R., R. Arámburu & A. Alonso De Arámburu. 1967. Los peces argentinos de agua dulce. *Comisión de Investigación Científica*, La Plata, 602 pp.
- Rosso, J. J., E. Mabragaña, M. González-Castro, M. S. Delpiani, E. Avigliano, N. Schenone, J. 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.
- Smith, W. & M. Petrere. 2008. Spatial and temporal patterns and their influence on fish community at Itupararanga Reservoir, *Revista de Biología Tropical (International Journal of Tropical Biology and Conservation)*, 56 (4): 2005-2020.
- Sokal, R. & J. Rohlf. 1969. *Biometry. The principles and practice of statistical in biological research*. Freeman and Company, San Francisco, 776 pp.
- Uehara, W., R.J. Albiéri & F.G. Araujo. 2015. Structure of fish assemblages in seven tropical reservoirs in southeastern Brazil during the rainy season; what matters: physico-chemical or hydrological connectivity influences? *Journal Applied Ichthyology*, 31: 1034-1042.

Doi: 10.22179/REVMACN.19.551

Recibido: 31-VIII-2017

Aceptado: 4-XI-2017

