

CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS, ICTIOFAUNA Y ABUNDANCIA DE
Odontesthes bonariensis DE 35 LAGUNAS DE LA REGIÓN PAMPEANA
(ARGENTINA)

MIGUEL MANCINI¹, FABIÁN GROSMAN², PABLO SANZANO², OMAR DEL PONTI³ y VÍCTOR SALINAS¹

¹Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto,
Ruta 36 km 601, 5800 - Río Cuarto, Argentina
correo electrónico: mmancini@ayv.unrc.edu.ar

²Facultad de Ciencias Veterinarias, Instituto Ecosistemas, Universidad Nacional del Centro de la
Provincia de Buenos Aires, Pinto 399, 7000 - Tandil, Argentina

³Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa,
Coronel Gil 353, 6300 - Santa Rosa, Argentina

RESUMEN. En las lagunas de la región pampeana (Argentina), que poseen distintas características limnológicas y constituyen el hábitat de una amplia diversidad de peces, el pejerrey *Odontesthes bonariensis* muestra el mayor interés deportivo y comercial. Aunque se ha categorizado a las lagunas como claras o turbias, existe poca información sobre su condición de abiertas o cerradas. Se ha postulado que la conexión entre esos ambientes favorece el desplazamiento de peces y la colonización de nuevos ecosistemas. Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar determinadas características limnológicas, la diversidad de la ictiofauna, la captura por unidad de esfuerzo en número (CPUE_n) y biomasa (CPUE_b) de *O. bonariensis* en 35 lagunas pampeanas y examinar su grado de asociación y diferencias según la condición de abierta o cerrada. De las 22 especies de peces identificadas, las más frecuentes fueron *O. bonariensis* y *Oligosarcus jenynsii* con una riqueza de 1-14 especies. La conductividad del agua y la CPUE_n y CPUE_b de *O. bonariensis* mostraron amplias variaciones. Se determinó que la ubicación geográfica incide en la composición de la ictiofauna. Hasta valores de 8.000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ la condición de abierta/cerrada tiene mayor efecto sobre la riqueza y diversidad de peces que la conductividad del agua. En lagunas abiertas, la conductividad se correlacionó con la CPUE_n de *O. bonariensis*. Si bien éstas poseen mayor diversidad de especies, *O. bonariensis* es la más frecuente en ambos tipos de ambientes acuáticos.

Palabras clave: Lagunas pampeanas, conductividad, ictiofauna, pejerrey, *Odontesthes bonariensis*.

LIMNOLOGICAL CHARACTERISTICS, ICHTHYOFAUNA AND ABUNDANCE OF
Odontesthes bonariensis IN 35 PAMPEAN SHALLOW LAKES (ARGENTINA)

SUMMARY. In the shallow lakes of the Pampean region (Argentina), that have different limnological characteristics and are the habitat of a wide variety of fish, silverside *Odontesthes bonariensis* shows the greatest sport and commercial interest. Although those water bodies were categorized as clear or turbid, their open or closed condition has received little attention. It has been suggested that the connection between those environments favours displacement of fish and colonization of new ecosystems. The objectives of this work were to evaluate certain limnological characteristics, the diversity of ichthyofauna, catch per unit effort in number (CPUE_n) and biomass (CPUE_b) of *O. bonariensis* in 35 Pampean shallow lakes and examine their degree of association and differences according to the condition of open or closed. Of the 22 fish species identified, *O. bonariensis* and *Oligosarcus jenynsii* were the most frequent with richness

ranging 1-14 species. Water conductivity and the CPUE_n and CPUE_b of *O. bonariensis* showed wide variations. It was determined that the geographic location influences ichthyofauna composition. Up to 8,000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ the open/closed condition has a greater effect on fish richness and diversity than water conductivity. In open shallow lakes, the conductivity was correlated with the CPUE_n of *O. bonariensis*. Although they are inhabited by a larger diversity of species, *O. bonariensis* is the most frequent in both types of aquatic environments.

Key words: Pampean shallow lakes, conductivity, ichthyofauna, silverside, *Odontesthes bonariensis*.

INTRODUCCIÓN

La República Argentina posee un extenso territorio caracterizado por una gran diversidad de ambientes acuáticos. Desde el punto de vista ictio-geográfico, la temperatura es fundamental para delimitar tres zonas: Parano-platense, Patagónica y Andino-Cuyana (Cussac *et al.*, 2009). La “pampasia” o ecorregión de las Pampas incluye las llanuras del centro-este de la Argentina, en la zona Parano-platense. Abarca parte de las provincias de Buenos Aires, Córdoba, San Luis, La Pampa, Santa Fe y Entre Ríos. En esta región, caracterizada por su escasa pendiente y por suelos de alto potencial productivo, las lagunas pampeanas representan una impronta típica, constituyendo uno de los humedales más característicos de América del Sur (Canevari *et al.*, 1999), con particularidades que las diferencian de otros ambientes (Diovisalvi *et al.*, 2015).

De acuerdo con Quirós *et al.* (2002), las lagunas pampeanas son lagos de llanura muy poco profundos, naturalmente eutróficos y cubiertos en algunos casos con diferente desarrollo de macrófitas acuáticas. La concentración salina es de rango amplio y varía desde oligohalinas (0,5-5 g L^{-1}), hasta hiperhalinas ($> 40 \text{ g L}^{-1}$) (Dangavs, 1998). Existen varios criterios para clasificar a las lagunas pampeanas, entre ellos se aplica la diferenciación de estados alternativos propuesta por Scheffer (1998), en función de la transparencia del agua entre claras o turbias. Además, pueden ser de tipología abierta, comunicadas con otros cursos de agua superficiales, o cerrada (sin conexiones superficiales), encuadrándose dentro de estas últi-

mas principalmente las que ocupan cubetas de deflación; un ejemplo del último grupo lo constituyen las lagunas de la Provincia de San Luis incluidas en este trabajo (Mancini *et al.*, 2009). Si bien existen antecedentes acerca de lagunas turbias y claras (Quirós *et al.*, 2002), la condición de laguna abierta o cerrada no ha sido lo suficientemente dilucidada en cuanto a su aporte en la estructura y funcionamiento del sistema. La condición de sistema cerrado limita el ingreso y egreso de peces salvo situaciones extraordinarias de inundaciones, así como la antropocoria intencional (siembra de peces para un fin específico) o accidental (liberación de peces cebo).

Por otro lado, las conexiones entre cuencas posibilitan la dispersión y colonización de peces (Gómez y Menni, 2005). En este sentido, en primavera 2010 y verano 2011, en arroyos del centro de la Provincia de Buenos Aires, se registraron ejemplares de dorado (*Salminus brasiliensis*), boga (*Leporinus obtusidens*), bagre amarillo (*Pimelodus maculatus*) y armado chancho (*Oxydoras kneri*) (Grosman y Merlos, 2011), situación semejante a la observada desde 2014 en lagunas del sur de la Provincia de Córdoba (Mancini y Salinas, datos no publicados). Otro ejemplo de movilidad de peces que utilizan la conectividad natural de ambientes, eventos de inundaciones y canalizaciones para ampliar su área de colonización, lo constituye la carpa (*Cyprinus carpio*), especie exótica ya presente en varias cuencas del país (Mancini y Grosman, 2008). Desde otro punto de vista, se sostiene además que como el aumento de la salinidad afecta a muchas especies, la diversidad disminuye (Menni, 2004).

Pese a que las lagunas pampeanas han sido históricamente subvaloradas, brindan diferentes ser-

vicios ambientales (Grosman, 2008; Diovisalvi *et al.*, 2015). Se destacan por ser el hábitat de una elevada riqueza y abundancia de peces, con un trascendental significado para el mantenimiento de la biodiversidad, la pesca y el aporte de proteína. De acuerdo con López *et al.* (2001), en las lagunas de la cuenca del Río Salado (Provincia de Buenos Aires), habitan unas 50 especies de peces.

López *et al.* (2008), en su propuesta de esquema ictiogeográfico, diferencian los ambientes de las provincias de Córdoba y San Luis respecto de la Provincia de Buenos Aires, y en este último caso, la cuenca del Río Salado-Vallimanca respecto a otras cuencas existentes hacia el sur bonaerense. Acorde con Ringuelet (1975), existe una pauperización íctica al sur del Río de la Plata, atribuida a la temperatura (por defecto) y al tenor de sales disueltas (por exceso). Otros autores han observado esta gradación donde se incrementa la salinidad hacia el oeste de la “pampasia” (Ringuelet *et al.*, 1967 a).

El pez de mayor importancia recreativa y comercial de las lagunas pampeanas es el pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) (Somoza *et al.*, 2008). El mismo posee un alto grado de tolerancia a diferentes variables ambientales, incluyendo la salinidad, que ha facilitado su introducción y adaptación a diversos ecosistemas de la región y del mundo (Vaux *et al.*, 1988; Hall y Mills, 2000; Bucher y Etchegoin, 2006), pero las lagunas de la región pampeana conforman el ecosistema propio y natural de esta especie (Ringuelet, 1975). La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de *O. bonariensis* y la diversidad de peces exhiben marcadas diferencias entre lagunas (Baigún y Anderson, 1993; Mancini y Grosman, 2008), pero existen pocas referencias bibliográficas que analicen si estas variaciones responden a la condición de laguna abierta/cerrada.

Los objetivos del trabajo fueron evaluar determinadas características limnológicas, la diversidad de la ictiofauna y la captura por unidad de esfuerzo en número (CPUE_n) y biomasa (CPUE_b) de *O. bonariensis* de 35 lagunas de la

región pampeana de la Argentina y comprobar su grado de asociación y diferencias según la condición de laguna cerrada o abierta. Ello permite realizar la búsqueda de propiedades emergentes al analizar un conjunto de datos obtenidos en determinadas condiciones de entorno y áreas geográficas distantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró una base de datos de muestreos biológico-pesqueros realizados en diferentes ambientes entre 1995 y 2014. Las 35 lagunas seleccionadas se localizan en las provincias de San Luis (n = 5), Córdoba (n = 9), La Pampa (n = 4) y Buenos Aires (n = 17) (Figura 1), en un gradiente latitudinal de aproximadamente 600 km. Las coordenadas extremas de los ambientes estudiados fueron al norte: 33° 25' 30" S; sur: 38° 11' 54" S; este: 57° 53' 30" W y oeste: 65° 25' 18" W. La base de datos fue diseñada con muestreos de artes de pesca semejantes para permitir realizar comparaciones. Las lagunas que no cumplían este requisito no fueron incorporadas al análisis. Para la identificación de los ambientes considerados, cada laguna se rotuló con el nombre de la provincia (San Luis: SL, Córdoba: CBA, La Pampa: LP y Buenos Aires: BA), seguido por la condición cerrada (C) o abierta (A), determinada al momento de realizar cada muestreo y un número de orden correlativo (Tabla 1). En cada ambiente se determinó: superficie (ha) en el momento del muestreo mediante el uso de GPS, mapas o imágenes satelitales, profundidad media (Z_m) por medio de sondaleza (m), conductividad (μS cm⁻¹) con conductímetro y turbidez del agua mediante lectura de disco de Secchi (cm).

En base a las características del fondo y la densidad de vegetación acuática de cada laguna, la captura de peces se realizó por medio de artes de pesca activos (dos redes de arrastre litoral de diferente luz de malla), pasivos (trampa tipo garlito y

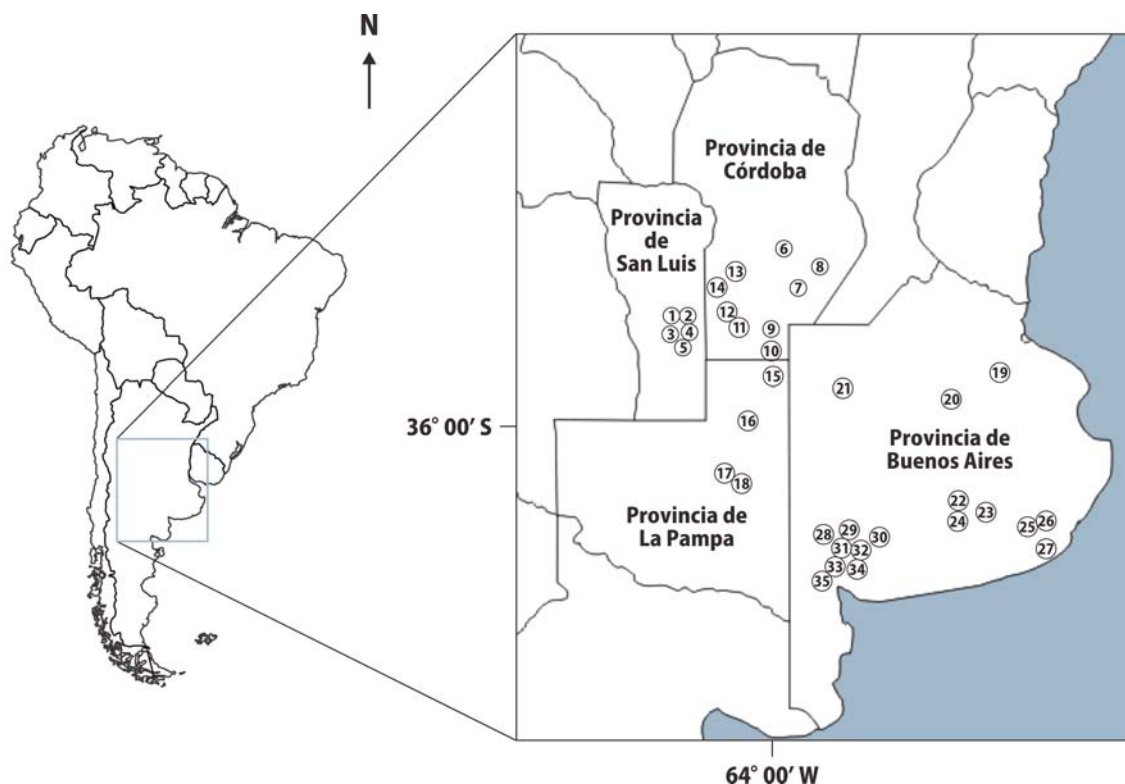


Figura 1. Área de estudio y ubicación geográfica de las lagunas. Ver Tabla 1 para su identificación.
 Figure 1. Study area and geographic location of the shallow lakes. See Table 1 for identification.

trenes de redes de enmalle de 68 m de longitud con paños de 15, 19, 21, 25, 30, 33, 38 y 40 mm de luz de malla). Se emplearon además espineles de fondo y medio flote cuando se necesitó precisar la riqueza. Para la identificación y confirmación de las especies se siguieron claves específicas (Ringuelet *et al.*, 1967 b; Rosso, 2006; Haro y Bistoni, 2007).

Las capturas obtenidas fueron consideradas en su conjunto, sin discriminar arte de pesca, excepto la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) considerada sólo para *O. bonariensis* donde se estimó la biomasa (CPUE_b) y numerosidad (CPUE_n) con trenes de enmalle estandarizados a 12 h de calado.

Para cada laguna se determinó la riqueza específica y se calculó la diversidad α 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) y el número de las especies efectivas ($1/\sum p_i^2$). Para estimar la diversidad β se realizó un dendrograma a través del índice de Jaccard con datos de presencia/ausencia de especies por ambiente (Magurran, 1988).

Se realizó un análisis descriptivo de las variables estudiadas. La existencia de diferencias significativas de las variables entre lagunas se realizó a través de una prueba t si estas presentaron distribución normal o en su defecto la prueba de Mann-Whitney. La asociación entre las diferentes variables se comprobó a través del coeficiente de correlación de Spearman (r_s). Se aplicó un test t para comprobar las diferencias de diversidad entre lagunas abiertas y cerradas por medio del método de Hutcheson (Magurran, 1988).

Tabla 1. Identificador, nombre de cada ambiente, número otorgado en la Figura 1, área (A), riqueza (R), conductividad (Cond.), lectura de disco de Secchi (DS), captura por unidad de esfuerzo en biomasa (CPUE_b) y número (CPUE_n) de *Odontesthes bonariensis*. SL: Provincia de San Luis, CBA: Provincia de Córdoba, LP: Provincia de La Pampa, BA: Provincia de Buenos Aires, C: laguna cerrada, A: laguna abierta.

Table 1. Identifier, name of each environment, number given in Figure 1, area (A), richness (R), conductivity (Cond.), Secchi disk (DS) reading, catch per unit effort in biomass (CPUE_b) and number (CPUE_n) of *Odontesthes bonariensis*. SL: San Luis Province, CBA: Córdoba Province, LP: La Pampa Province, BA: Buenos Aires Province, C: closed shallow lake, A: open shallow lake.

Identificador	Nombre	Nº	A (ha)	R (n)	Cond. ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	DS (cm)	CPUE _b (kg 12 h ⁻¹)	CPUE _n (n 12 h ⁻¹)
SLC1	Privada 1	1	20	4	2.390	230	17,1	56,6
SLC2	Privada 2	2	15	6	2.800	100	1,6	14,4
SLC3	Privada 3	3	26	6	3.100	110	6,3	96,0
SLC4	Privada 4	4	9	2	1.979	40	s/d	s/d
SLC5	Privada 5	5	32	2	2.770	170	s/d	s/d
CBAA1	A. Coloradas	6	300	10	1.502	75	0,5	13,7
CBAA2	Viamonte	7	850	9	7.928	35	15,3	174,6
CBAA3	Helvecia	8	90	13	7.500	35	2,2	40,8
CBAA4	Onagoity	9	600	13	3.000	33	15,6	99,0
CBAA5	J. María	10	900	12	5.220	44	23,7	141,0
CBAC1	Charos	11	230	3	11.390	37	108,6	409,8
CBAC2	Privada 6	12	430	3	4.460	30	49,7	155,4
CBAC3	Suco	13	80	6	1.742	30	20,2	86,0
CBAC4	Privada 7	14	10	2	1.461	48	s/d	s/d
LPA1	La Limpia	15	158	10	3.070	35	28,7	218,0
LPC1	La Arocena	16	43	9	300	14	25,0	180,0
LPC2	Don Tomás	17	965	2	19.311	15	99,3	549,0
LPC3	B. Giuliani	18	143	7	2.021	12	22,0	199,0
BAA6	Monte	19	720	14	915	15	5,1	13,2
BAC2	Las Mulitas	20	140	8	540	115	8,4	10,5
BAA5	Arrillaga	21	700	7	4.199	14	47,5	117,0
BAA7	B. Grande	22	410	12	1.150	15	2,1	10,8
BAC8	B. Chica	23	130	5	1.239	32	1,5	15,0
BAC1	Del Estado	24	200	9	936	19	11,7	75,0
BAA2	Brava	25	420	6	963	35	25,9	40,2
BAC6	Peregrina	26	70	4	1.231	48	63,7	114,0
BAA1	Ballenera	27	37	7	1.380	110	4,5	8,4
BAC3	Igartúa	28	51	5	1.980	15	16,8	40,0
BAC4	Puan	29	793	2	3.380	34	7,6	37,1
BAA4	Chilenos	30	450	7	1.500	26	2,5	3,9
BAA3	Segovia	31	89	3	2.210	21	8,7	82,4
BAC5	Tranier 1	32	57	2	624	26	31,6	236,4
BAC7	Tranier 2	33	82	1	2.090	9	6,7	45,6
BAA8	Delgado	34	113	2	5.250	21	6,6	75,6
BAC9	Albouy	35	39	4	557	45	23,2	63,2

RESULTADOS

Del total de ambientes evaluados, dos lagunas ubicadas en las provincias de Córdoba y La Pampa (Charos y Bajo Giuliani), no fueron consideradas para el análisis estadístico por los valores extremos de conductividad. Sin embargo, es importante remarcar que en estas dos lagunas la CPUE de *O. bonariensis* fue muy superior a las del resto.

De las 35 lagunas, 21 fueron cerradas y 14 abiertas. Los rangos de superficie establecidos fueron de 9 a 965 ha. La conductividad del agua tuvo un valor medio de 2.470 $\mu\text{S cm}^{-1}$, mientras que la riqueza máxima fue de 14 especies de peces y la mínima = 1; acorde con ello, la diversidad de la ictiocenosis exhibió valores extremos (rango = 0,05-3,06 bits). Por su parte la CPUEb y la CPUE n de *O. bonariensis* resultaron en valores medios de 16,8 kg 12 h⁻¹ y 82,1 ejemplar

res 12 h⁻¹. En la Tabla 2 se detallan los resultados de las diferentes variables del conjunto de lagunas, como así también por su condición de cerrada o abierta, sin considerar los datos de las dos lagunas antes mencionadas.

Del análisis conjunto de ambientes, la conductividad del agua no presentó correlación significativa con la riqueza de peces ($r_s = 0,03$), diversidad ($r_s = -0,09$), CPUEb ($r_s = -0,12$) y CPUE n ($r_s = 0,31$) de *O. bonariensis* (Figura 2). Al comparar lagunas cerradas versus abiertas, se observaron diferencias significativas de la superficie ($P < 0,01$), riqueza ($P < 0,01$), diversidad y especies efectivas de peces ($P < 0,05$). La conductividad y lectura del disco de Secchi tuvieron amplias variaciones en el total de ambientes evaluados, pero no arrojaron diferencias entre ambos tipos de lagunas. Las CPUEb y CPUE n fueron mayores en las lagunas cerradas, pero las diferencias tampoco fueron significativas. La conductividad sólo se correlacionó con la CPUE n de pejerrey en las lagunas abiertas ($r_s = 0,72$).

Tabla 2. Valores promedio y rango (en paréntesis) de las variables analizadas (*presencia de diferencias significativas).
Table 2. Average values and range (in parentheses) of the variables analyzed (*presence of significant differences).

Variable	Unidad	Total de lagunas	Lagunas cerradas	Lagunas abiertas
Superficie	ha	248 (9,0-900)	124 (9-793)*	416 (37-900) ¹
Profundidad	m	2,1 (1,1-4,0)	2,3 (1,15-4,0)	1,99 (1,1-3,0) ¹
Transparencia	cm	49 (9-230)	59 (9-230)	36 (14-110) ¹
Conductividad	$\mu\text{S cm}^{-1}$	2.470 (300-7.928)	1.873 (300-4.460)	3.415 (915-7.928) ¹
Riqueza peces	n	6,4 (1-14)	4,5 (1-9)*	8,9 (2-14) ²
Diversidad (Shannon)	bits	1,29 (0,05-3,06)	1,02 (0,05-2,12)*	1,65 (0,08-3,06) ²
Especies efectivas	n	2,2 (1,0-5,3)	1,7 (1,0-3,2)*	2,8 (1,1-5,3) ²
CPUEb de				
<i>Odontesthes bonariensis</i>	kg 12 h ⁻¹	16,8 (0,53-63,6)	19,5 (1,5-63,6)	13,5 (0,53-47,4) ¹
CPUE n de				
<i>Odontesthes bonariensis</i>	n 12 h ⁻¹	82,1 (3,9-236,4)	89,0 (10,5-236,4)	74,1 (3,9-218,0) ¹

¹Mann-Whitney.

²Test t.

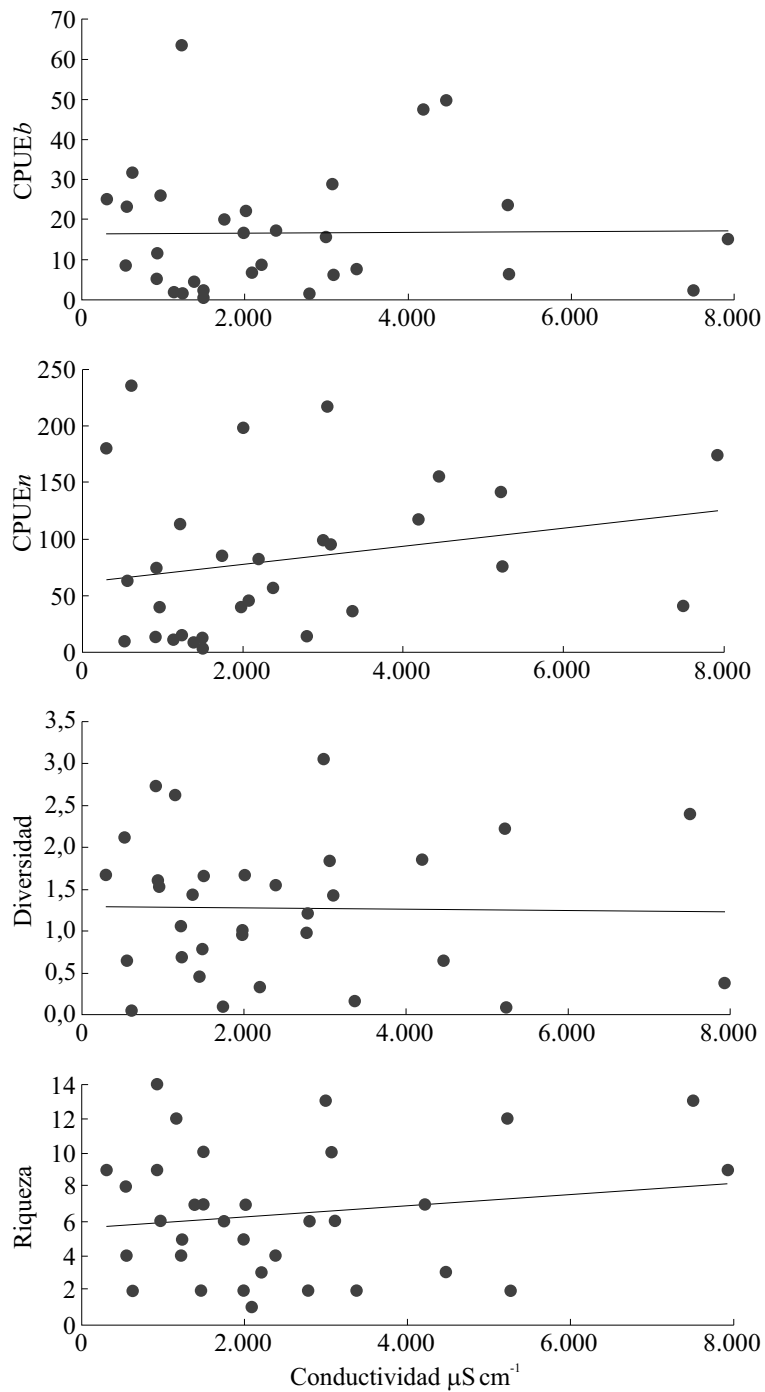


Figura 2. Relación entre conductividad del agua *versus* riqueza, diversidad, captura por unidad de esfuerzo en biomasa (CPUE_b y número (CPUE_n) de *Odontesthes bonariensis*.

Figure 2. Relationship between water conductivity *vs.* richness, diversity, catch per unit effort in biomass (CPUE_b) and number (CPUE_n) of *Odontesthes bonariensis*.

Al considerar el total de lagunas, se identificaron 22 especies de peces, correspondientes a 13 familias y 7 órdenes (Tabla 3). El Orden Characiformes fue el más numeroso, mientras que Atheriniformes estuvo representado por una sola especie, *O. bonariensis*. Al analizar el total de lagunas, las especies más frecuentes fueron *O. bonariensis* (91,4%), *Oligosarcus jenynsii* (60,0%) y *Jenynsia multidentata* (54,3%). *O. bonariensis* y *O. jenynsii* estuvieron presentes en la totalidad de las lagunas abiertas, seguidas de *Cyphocharax voga* y *C. carpio*. En las lagunas cerradas, *O. bonariensis* fue también la especie más frecuente (90,5%), seguida por *J. multidentata* (61,9%), pero *C. voga* y *C. carpio* se capturaron en menos del 20% de este tipo de ambientes. Seis especies estuvieron presentes en menos del 10 % del total de lagunas: *Australoheros facetum*, *Platanichthys platana*, *Hypostomus commersoni*, *Parapimelodus valenciennis*, *Gambusia affinis* y *Prochilodus lineatus* (Figura 3).

El análisis de la diversidad β de la ictiofauna (Figura 4), separó: una laguna cerrada de la provincia de Córdoba, único sitio donde se capturó *G. affinis*; una laguna abierta bonaerense pero cabecera de cuenca y de menor riqueza; lagunas cerradas situadas más al norte de la distribución de la base de datos; ambientes cerrados localizados al sur del área de estudio, y abiertos de las provincias de La Pampa, Córdoba y Buenos Aires; en todos los casos con situaciones de excepción que serán discutidos.

DISCUSIÓN

La salinidad de las lagunas pampeanas exhibe una marcada variabilidad espacio-temporal y limita la sobrevida de muchas especies de peces (Ringuelet, 1975; Gómez y Ferriz, 1998; Menni, 2004). Los ambientes evaluados en este trabajo mostraron un amplio rango de conductividad, más del 90% de las lagunas analizadas se clasifi-

caron como oligohalina y mesohalina, resultados que concuerdan con los reportes de otros autores (Ringuelet, 1962; 1975; Baigún y Anderson, 1993; Menni, 2004; Mancini y Grosman, 2008). En relación con la superficie y acorde a lo esperado, las lagunas cerradas fueron significativamente menores, producto quizá del mayor origen deflatorio de las mismas (Ringuelet, 1962; Calmels y Casadio, 2005).

Con respecto a la ictiofauna, la mayor representatividad de Characiformes concuerda con otros trabajos de la región pampeana (López *et al.*, 2001; Rosso, 2006; Rosso y Quirós, 2010). Todas las lagunas presentaron peces, con una riqueza máxima de 14 especies. La mayor riqueza y diversidad que presentan las lagunas abiertas estaría dada por la comunicación superficial de agua entre las mismas, tanto natural como canalizaciones antrópicas, situación que favorece la dispersión de los peces entre los ambientes y su posterior colonización (Gómez y Menni, 2005; Rosso, 2006; Mancini *et al.*, 2011). La menor riqueza de las lagunas cerradas no se tradujo en una diferencia significativa de la abundancia de *O. bonariensis*, aunque la CPUE_b y CPUE_n fueron mayores en relación a las lagunas abiertas.

La riqueza, diversidad y número de especies efectivas de peces no se correlacionó con la conductividad del agua, al menos hasta niveles de 8.000 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Ello puede deberse a la existencia de un componente biogeográfico que indudablemente incide en la distribución de los peces (Ringuelet, 1975; López y Miquelarena, 2005; López *et al.*, 2008, Gómez, 2014). El rango de aproximadamente 600 km entre las lagunas situadas al norte y sur de la base de datos posee el suficiente peso propio para considerar su influencia incluso por encima de las variables de conductividad y conectividad consideradas. Al evaluar la Tabla 1, las lagunas situadas más al norte de la distribución, poseen mayor riqueza; los casos de excepción lo conforman los ambientes cerrados. En los sistemas bonaerenses, la riqueza es determinada por el grado de conectividad que poseen o tuvie-

Tabla 3. Órdenes, familias y especies de peces presentes en las lagunas evaluadas.
 Table 3. Orders, families and fish species present in the shallow lakes evaluated.

Orden	Familia	Especie	
Cypriniformes	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> (Linnaeus, 1758)	
Characiformes	Curimatidae	<i>Cyphocharax voga</i> (Hansel, 1870)	
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus lineatus</i> (Valenciennes, 1836)	
	Characidae		<i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887)
			<i>Cheirodon interruptus</i> (Jenyns, 1842)
			<i>Oligosarcus jenynsii</i> (Günther, 1864)
			<i>Astyanax eigenmanniorum</i> (Cope, 1894)
			<i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819)
Cyprinodontiformes	Erythrinidae	<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	
	Anablepidae	<i>Jenynsia multidentata</i> (Jenyns, 1842)	
	Poeciliidae		<i>Gambusia affinis</i> (Baird y Girard, 1854)
			<i>Cnesteredon decemmaculatus</i> (Jenyns, 1842)
Atheriniformes	Atherinopsidae	<i>Odontesthes bonariensis</i> (Valenciennes, 1835)	
Siluriformes	Pimelodidae	<i>Parapimelodus valenciennis</i> (Lutken, 1874)	
		<i>Pimelodus albicans</i> (Valenciennes, 1840)	
		<i>Pimelodella laticeps</i> (Eigenmann, 1917)	
		<i>Rhamdia quelen</i> (Quoy y Gaimard, 1824)	
	Loricaridae	<i>Hypostomus commersoni</i> (Valenciennes, 1836)	
		<i>Loricariichthys anus</i> (Valenciennes, 1836)	
		<i>Corydoras paleatus</i> (Jenyns, 1842)	
		<i>Platanichthys platana</i> (Regan, 1917)	
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Australoheros facetum</i> (Jenyns, 1842)	
Perciformes	Cichlidae		

ron los ambientes en el pasado, lo cual permite o permitió el ingreso y colonización del lugar. El dinamismo de algunas lagunas puede permitir su comunicación con otras, como sucedió a finales de 2015 e inicios de 2016 por el efecto “El Niño”, cuyas inundaciones en el sur de Córdoba fueron consideradas las peores de los últimos 60 años. La escala de análisis empleada oculta la variable salinidad que subyace a la biogeográfica y la condición abierta/cerrada.

Diferentes autores sostienen que la mayor CPUE de *O. bonariensis* es producto de una menor diversidad de la ictiofauna en respuesta al aumento de la salinidad (Gómez y Ferriz, 1998; Menni, 2004). En este estudio se pudo comprobar

una relación entre conductividad y CPUE de *O. bonariensis* solo en las lagunas abiertas. Baigún y Anderson (1993), en un análisis de 23 lagunas pampeanas con un rango de conductividad de 520-19.200 $\mu\text{S cm}^{-1}$, observaron que la mayor CPUE de pejerrey se obtuvo a 1.550 $\mu\text{S cm}^{-1}$. En contraposición a ello, en este estudio, los dos valores más elevados de CPUE se obtuvieron a una conductividad superior a 11.000 $\mu\text{S cm}^{-1}$ aunque estos registros no se contemplaron en el análisis de la correlación por considerarse valores atípicos. Hay que destacar que la elevada CPUE obtenida a estos valores de conductividad se acompañó de una baja riqueza, donde *J. multidentata* fue prácticamente la única especie acompañante de *O.*

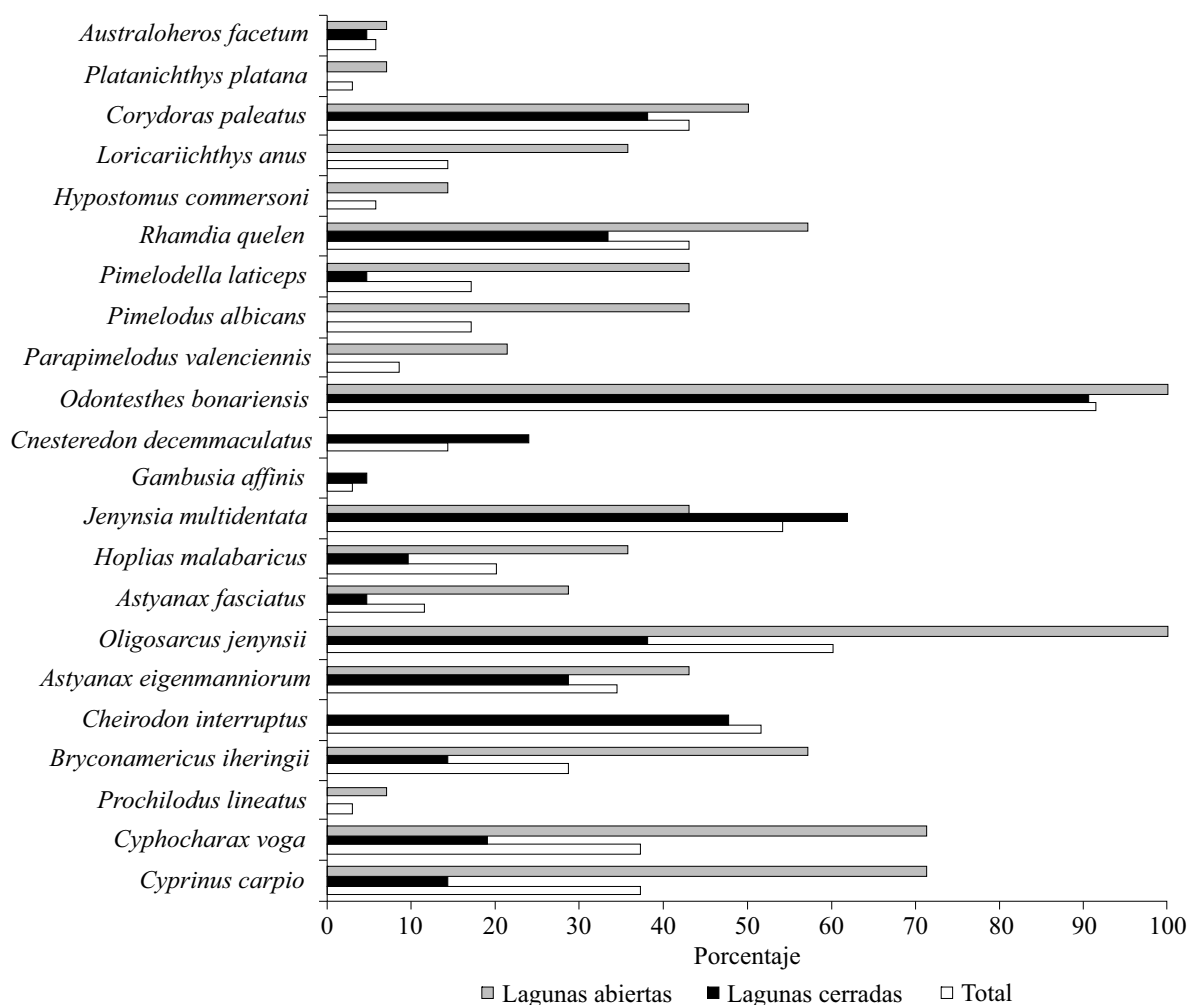


Figura 3. Porcentaje de lagunas habitadas por las diferentes especies de peces diferenciando la condición de abierta/cerrada.
 Figure 3. Percentage of shallow lakes inhabited by different fish species differentiating the open/closed condition.

bonariensis, como ocurrió en las lagunas Bajo de Giuliani y Charos, confirmando que ambos peces son eurihalinos y los más comunes en ambientes salinos de la región pampeana (Menni, 2004; Rosso, 2006; Rosso y Quirós, 2010).

A excepción de *C. carpio* y *G. affinis* que son especies exóticas (Baigún y Quirós, 1985; Gómez y Menni, 2005; López y Miquelarena, 2005), todas las especies de peces capturadas son propias de la “Provincia Zoogeográfica Pampeana” (López *et al.*, 2008; Garelis y Bistoni, 2010). En el caso de *G. affinis*, fue introducida para el con-

trol de larvas de mosquito y posee una distribución acotada, a pesar que su presencia ha sido reportada en varios ambientes de la Provincia de Córdoba (Haro y Bistoni, 2007). Por su parte, *C. carpio* coloniza actualmente un amplio espacio tanto de la región pampeana como en otras cuencas de la Argentina, aunque aquí se observó que habita muy pocos ambientes cerrados. Pese a la extensión del área de este estudio, y su proximidad con otras provincias ictiogeográficas, no se registraron elementos andino-cuyanos ni patagónicos, resultados similares a los obtenidos por

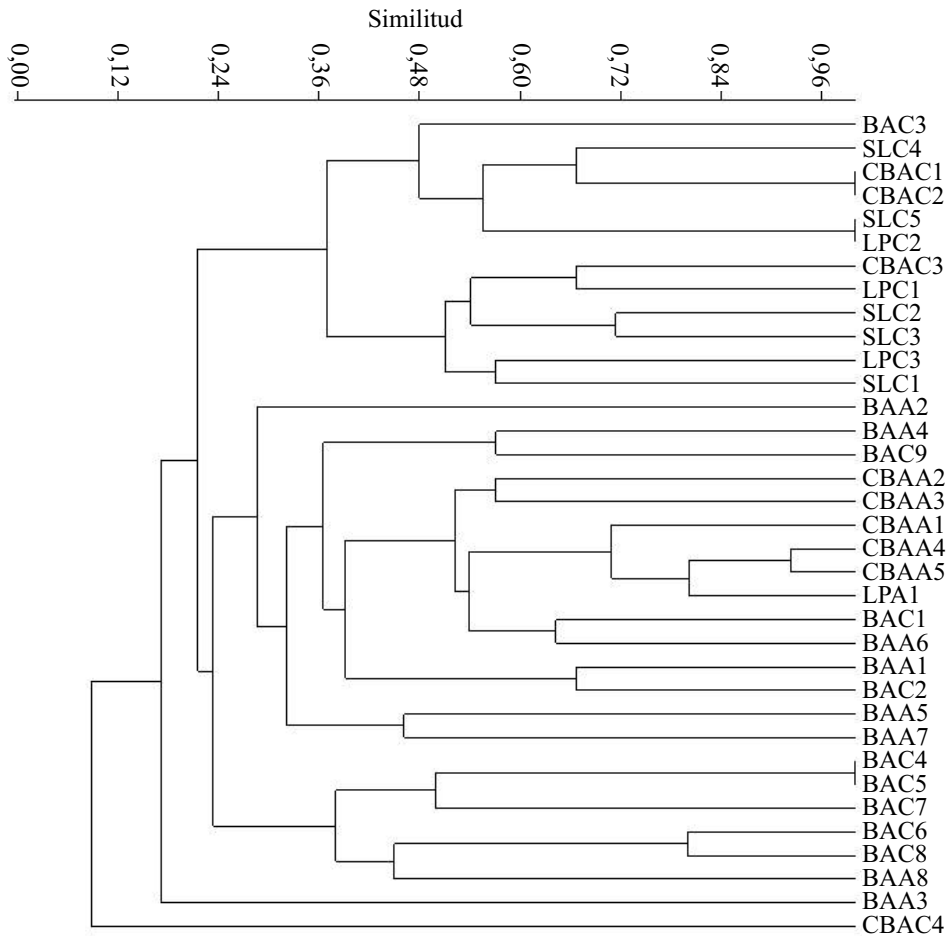


Figura 4. Dendrograma de las diferentes lagunas según presencia-ausencia de especies de peces (Jaccard). Ver Tabla 1 para identificación de las abreviaturas.

Figure 4. Dendrogram of the different shallow lakes according to presence-absence of fish species (Jaccard). See Table 1 for identification.

Gómez y Menni (2005) en otras lagunas de la región pampeana. En relación con *P. lineatus*, si bien su presencia es ocasional en algunos ambientes de la “pampasia” (Ringuelet, 1975; López *et al.*, 2001), es un elemento típico de la provincia de los grandes ríos Paraná, Uruguay y Río de la Plata (López *et al.*, 2008). Su registro se explica en una laguna abierta ubicada en los Bañados del Río Saladillo en el sur de la Provincia de Córdoba, por la conexión del área con el Río Carcarañá, afluente del Río Paraná, hipótesis similar a la del ingreso de *P. valenciennes* (Mancini *et al.*, 2013).

Cabe mencionar que si bien estos bañados originalmente conformaban más de 30 lagunas permanentes, actualmente la existencia de muchas de ellas es esporádica debido a canalizaciones para el uso de la tierra con fines agrícolas. Esta situación manifiesta el deterioro del corredor biológico natural que permitía una vinculación funcional entre dos provincias ictiogeográficas y abre la discusión acerca del impacto que tienen las acciones antrópicas en la biogeografía, acervo cultural y provisión de bienes y servicios ambientales (Kremen, 2005; Turner *et al.*, 2007).

En otro orden y especialmente en ambientes cerrados, la presencia de algunas especies capturadas es el producto de siembras o introducciones por parte del hombre, ya que son objeto de importantes actividades de pesca y piscicultura que caracterizan la zona (Mancini y Grosman, 2008). A modo de ejemplo, la presencia de *O. bonariensis* en la Provincia de La Pampa, se debe a siembras históricas y resiembras efectuadas a partir de 1977. La especie de mayor representatividad en las lagunas abiertas y cerradas evaluadas fue precisamente *O. bonariensis*, remarcando su plasticidad ambiental (Gómez *et al.*, 2007) y su amplia distribución como resultado de la antropocoria. Menni (2004) subrayó la notable extensión del área de distribución de *O. jenynsii*, lo cual concuerda con los registros de capturas aquí obtenidos, al conformar la segunda especie en cuanto a presencia. Una hipótesis que respaldaría dicha situación es la poca influencia que tienen diferentes factores antrópicos, hidrológicos y abióticos sobre su distribución y abundancia (Rosso y Quirós, 2009).

La resistencia a diferentes variables físico-químicas del agua justifican que *J. multidentata* sea también frecuente en las lagunas estudiadas (Rosso, 2006; Haro y Bistoni, 2007; Rosso y Quirós, 2010). Otra especie frecuente fue *Cheirodon interruptus*, una mojarra eurioica y sujeta a impacto antrópico por su utilización como carnada viva (López *et al.*, 2001; Menni, 2004), lo cual facilita el incremento de su distribución por las liberaciones que se realizan al finalizar las prácticas de la pesca recreativa (Mancini y Grosman, 2008). *Pimelodus albicans*, *P. valenciennis* y *P. lineatus* fueron capturadas exclusivamente en ambientes abiertos. Otras especies como *Rhamdia quelen*, *Hoplias malabaricus*, *O. jenynsii*, *Cyphocharax voga* y *C. carpio* son más comunes en lagunas abiertas, mientras que *Cnesterodon decemmaculatus* y *G. affinis* solo estuvieron presentes en lagunas cerradas y en forma esporádica como fuera señalado.

Loricariichthys anus y *P. valenciennis*, han

sido descriptas en la Provincia de Córdoba en forma reciente (Mancini *et al.*, 2011, 2013); de la misma manera, en la Provincia de La Pampa, se registró *L. anus* y *P. albicans* (Del Ponti *et al.*, 2015). Esto podría insinuar una expansión y retracción elástica del área de distribución de ciertas especies rioplatenses en respuesta a diferentes variables ambientales y culturales, situación ya planteada por Baigún *et al.* (2002) y Grosman y Merlos (2011).

Si bien existen evidencias de la colonización masiva de *C. carpio* en la región central de la Argentina, en la base de datos analizada solo estuvo presente en el 37,1% de los ambientes pero en más del 70% de sistemas conectados, lo cual ratifica su capacidad colonizadora. Está prácticamente ausente en las lagunas cerradas donde no posee acceso por acción propia. Algunos autores han reportado que el aumento de la salinidad del agua limita el desarrollo de esta especie en las lagunas pampeanas (Rosso y Quirós, 2009, 2010; Kopprio *et al.*, 2010). En concordancia con ello, en este estudio se obtuvieron capturas en ambientes de hasta 6 g L⁻¹; es importante destacar que en ciertas lagunas abiertas, *C. carpio* junto a *C. voga* conforman poblaciones con elevada biomasa relativa (Mancini *et al.*, 2012).

El análisis de la diversidad entre lagunas, diferenció lagunas atípicas por su composición (presencia de *G. affinis*, o baja diversidad en ciertas lagunas abiertas), las cerradas de las provincias de Córdoba, La Pampa y San Luis *versus* lagunas del norte de la Provincia de Buenos Aires, caracterizadas por su mayor riqueza y con diferente composición de la comunidad de peces. Las lagunas CBA4, CBA5 y LPA1 están comunicadas entre sí (cuenca del Río Quinto), situación que explica la gran similitud de especies. Su condición de abiertas también explica que estas últimas lagunas tengan elevada riqueza. Para el conjunto de lagunas, la riqueza se explica por la ubicación geográfica y canalizaciones que permiten la dispersión (Gómez y Menni, 2005; Mancini *et al.* 2009).

CONCLUSIONES

La superficie y la conductividad del agua de las lagunas analizadas presentan un importante rango de variación. No se observa correlación entre la conductividad *versus* la riqueza y diversidad de peces, al menos hasta valores de $8.000 \mu\text{S cm}^{-1}$. La riqueza y diversidad se hallan influenciadas por la biogeografía o localización de cada ambiente y su condición de sistema abierto o conectado que posibilita el ingreso de especies en forma natural. En lagunas cerradas, la influencia del hombre es determinante al realizar siembras con diferentes objetivos. Characiformes es el orden de mayor representación. Respecto de *O. bonariensis*, habita en todas las lagunas abiertas y en más del 90% de lagunas cerradas. Aun siendo menor la riqueza de los ambientes cerrados, la mayor CPUE de *O. bonariensis* no presenta diferencias significativas en relación con las lagunas abiertas; en estas últimas la conductividad se correlaciona con la CPUE. Hasta valores de $8.000 \mu\text{S cm}^{-1}$, los resultados obtenidos permiten inferir que la condición de laguna cerrada/abierta incide más sobre la riqueza y diversidad de peces que la conductividad. Las lagunas abiertas poseen mayor diversidad de ictiofauna, sin embargo *O. bonariensis* es la especie más frecuente en ambos tipos de lagunas. Dos ambientes cerrados con conductividad mayor a $11.000 \mu\text{S cm}^{-1}$, exhiben muy baja riqueza y las mayores CPUE de pejerrey del total de los ambientes evaluados.

BIBLIOGRAFÍA

- BAIGÚN, C. & ANDERSON, R. 1993. The use of structural indices for the management of pejerrey (*Odonthestes bonariensis*, Atherinidae) in Argentine lakes. N. Am. J. Fish. Manage., 13 (3): 600-608.
- BAIGÚN, C. & QUIRÓS, R. 1985. Introducción de peces exóticos en la República Argentina. Inf. Téc. Dep. Aguas Cont. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq. Argent., 2.
- BAIGÚN, C., LÓPEZ, G., DOMÁNICO, A., FERRIZ, R., SVERLIJ, S. & DELFINO SCHENKE, R. 2002. Presencia de *Corydoras paleatus* (Jenyns, 1842), una nueva especie brasílica en el Norte de la Patagonia (Río Limay) y consideraciones ecológicas relacionadas con su distribución. Ecología Austral, 12: 41-48.
- BUCHER, E. & ETCHEGOIN, M. 2006. El pejerrey como recurso. En: BUCHER, E. (Ed.). Bañados del Río Dulce y laguna Mar Chiquita. Córdoba (Argentina). Academia Nacional de Ciencias, Córdoba: 201-217.
- CALMELS, A.P. & CASADÍO, S.A. 2005. Compilación geológica de la provincia de La Pampa. Ediciones Amerindia Nexo di Nápoli, Santa Rosa, 324 pp.
- CANEVARI, P., BLANCO, D.E., BUCHER, E.H., CASTRO, G. & DAVIDSON, I. 1999. Los humedales de Argentina. Clasificación, situación actual, conservación y legislación. Wetland International Publ., Netherlands, 46 pp.
- CUSSAC, V.E., FERNÁNDEZ, D.A., GÓMEZ, S.E. & LÓPEZ, H.L. 2009. Fishes of southern South America: a story driven by temperature. Fish Physiol. Biochem., 35 (1): 29-42.
- DANGAVS, N. 1998. Los ambientes lénticos de la Pampasia Bonaerense, República Argentina. En: Agua. Problemática Regional. Editorial Universitaria Buenos Aires: 145-149.
- DEL PONTI, O., NADALÍN, D.O., FERNÁNDEZ, L. & LÓPEZ, H.L. 2015. Lista de peces de la provincia de La Pampa. ProBiota, FCNyM, UNLP, Serie Técnica-Didáctica, 33: 1-12.
- DIOVISALVI, N., BOHN, V., PICCOLO, C., PERILLO, G., BAIGÚN, C. & ZAGARESE, H. 2015. Shallow lakes from the Central Plains of Argentina: an overview and worldwide comparative analysis of their basic limnological features. Hydrobiologia, 752 (II): 5-20.
- GARELIS, P. & BISTONI, M. 2010. Ictiofauna de la

- cuenca endorreica del río Quinto (San Luis, Argentina). *Nat. Neotrop.*, 41 (1-2): 19-30.
- GÓMEZ, S. 2014. Máximo térmico crítico en peces argentinos de agua dulce, Sudamérica. *Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat.*, n.s., 16 (2): 123-127.
- GÓMEZ, S. & FERRIZ, R. 1998. Una hipótesis de trabajo sobre la biología del pejerrey en la dinámica de las lagunas pampásicas. En: I Taller sobre recurso pejerrey. Ministerio Asuntos Agrarios, Buenos Aires: 29-30.
- GÓMEZ, S. & MENNI, R. 2005. Cambio ambiental y desplazamiento de la ictiofauna en el este de la Pampasia (Argentina central). *Biol. Acuát.*, 22: 151-156.
- GÓMEZ, S., MENNI, R., GONZÁLEZ NAYA, J. & RAMÍREZ, L. 2007. The physical-chemical habitat of the Buenos Aires pejerrey *Odontesthes bonariensis* (Teleostei, Atherinopsidae), with a proposal of a water quality index. *Environ. Biol. Fish.*, 78: 161-171.
- GROSMAN, F. 2008. Una invitación a conocer nuestras lagunas pampeanas. En: GROSMAN, F. (Ed.). *Espejos en la llanura. Nuestras lagunas de la región pampeana*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires: 19-38.
- GROSMAN, F. & MERLOS, C. 2011. Una mirada ambiental a los ecosistemas acuáticos del partido de Azul. En: REQUESENS, E. (Ed.). *Bases agroambientales para un desarrollo sustentable del Partido de Azul*. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Azul: 77-116.
- HALL, S.R. & MILLS, E.L. 2000. Exotic species in large lakes of the world. *Aquat. Ecosyst. Health Manage.*, 3: 105-135.
- HARO, J.G. & BISTONI, M.A. 2007. *Peces de Córdoba*. Editorial Universidad Nacional de Córdoba, 241 pp.
- KOPPPIO, G.A., FREIJE, R.H., STRÜSSMANN, C.A., KATTNE, G., HOFFMEYER, M.S., POPOVICH, C.A. & LARA, R.J. 2010. Vulnerability of pejerrey *Odontesthes bonariensis* populations to climate change in pampean lakes of Argentina. *J. Fish Biol.*, 77: 1856-1866.
- KREBS, C. 1995. *Ecología. Estudio de la distribución y abundancia*. Harla, México, 753 pp.
- KREMEN, C. 2005. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecol. Lett.*, 8: 468-479.
- LÓPEZ, H.L. & MIQUELARENA, A.M. 2005. Biogeografía de los peces continentales de la Argentina. En: LLORENTE BOUSQUETS, J. & MORRONE, J. (Eds.). *Regionalización biogeográfica en Iberoamérica y tópicos afines*, RIBES XIII-CYTED, México: 509-550.
- LÓPEZ, H.L., MENNI, R.C., DONATO, M. & MIQUELARENA, A. 2008. Biogeographical revision of Argentina (Andean and Neotropical Regions): an analysis using freshwater fishes. *J. Biogeogr.*, 35: 1564-1579.
- LÓPEZ, H., BAIGÚN, C., IWASZKIW, J., DELFINO, R. & PADÍN, O. 2001. *La cuenca del Salado. Uso y posibilidades de sus recursos pesqueros*. Editorial de la Universidad de La Plata, 60 pp.
- MAGURRAN, A. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Chapman & Hall, Londres, 179 pp.
- MANCINI, M. & GROSMAN, F. 2008. El pejerrey de las lagunas pampeanas. Análisis de casos tendientes a una gestión integral de las pesquerías. Editorial UNRC y UNICEN, Río Cuarto, 445 pp.
- MANCINI, M., MORRA, G. & SALINAS, V. 2012. Características limnológicas y estructura de la ictiofauna de una laguna asociada al río Quinto (Córdoba, Argentina). *Biol. Acuát.*, 27: 163-174.
- MANCINI, M., SALINAS, V. & HARO, J. 2009. Diferentes aspectos ecológicos e ictiofauna de seis lagunas mercedinas (San Luis, Argentina). *Biol. Acuát.*, 26: 151-165.
- MANCINI, M., MORRA, G., SALINAS, V. & HARO, J. 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., SALINAS, V., BIOLÉ, F., MORRA, G. & MONTENEGRO, H. 2013. Nuevo registro para la provincia de Córdoba (Argentina) y aportes a la ecología de *Parapimelodus valenciennis* (Pisces, Pimelodidae). *Bioscriba*, 6 (1): 1-8.
- MENNI, R. 2004. Peces y ambientes de la Argentina continental. *Monografías del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 5: 1-316.
- QUIRÓS, R., ROSSO, J.J., RENELLA, A., SOSNOVSKY, A. & BOVERI, M. 2002. Análisis del estado trófico de las lagunas pampeanas (Argentina). *Interciencia*, 27 (11): 584-591.
- RINGUELET, R. 1962. *Ecología acuática continental*. Eudeba, Buenos Aires, 138 pp.
- RINGUELET, R. 1975. *Zoogeografía y ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur*. *Ecosur*, 2 (3): 1-151.
- RINGUELET, R., ARAMBURU, R. & DE ARAMBURU, A. 1967 b. Los peces argentinos de agua dulce. *Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires*, La Plata, 602 pp.
- RINGUELET, R., SALIBIÁN, A., CLAVERIE, E. & ILHERO, S. 1967 a. *Limnología química de las lagunas pampásicas (Provincia de Buenos Aires)*. *Physis*, 27 (74): 201-221.
- ROSSO, J. 2006. *Peces pampeanos. Guía y Ecología*. L.O.L.A., Buenos Aires, 224 pp.
- ROSSO, J.J. & QUIRÓS, R. 2009. Interactive effects of abiotic, hydrological and anthropogenic factors on fish abundance and distribution in natural run-of-the-river shallow lakes. *River Res. Appl.*, 25: 713-733.
- ROSSO, J.J. & QUIRÓS, R. 2010. Patterns in fish species composition and assemblage structure in the upper Salado River lakes, Pampa Plain, Argentina. *Neotrop. Ichthyol.*, 8 (1): 135-144.
- SCHEFFER, M. 1998. *Ecology of shallow lakes*. Chapman & Hall, Londres, 357 pp.
- SOMOZA, G., MIRANDA, A., BERASAIN, G., COLAUTTI, D., REMES LENICOV, M. & STRÜSSMANN, C. 2008. Historical aspects, current status and prospects of pejerrey aquaculture in South America. *Aquacult. Res.*, 39: 784-793.
- TURNER, W., BRANDON, K., BROOKS, T., CONSTANZA, R., DA FONSECA, G. & PORTELA, R. 2007. Global conservation of biodiversity and ecosystem services. *BioScience*, 57: 868-873.
- VAUX, P., WURTSBAUGH, W., TREVIÑO, H., MARINO, L., BUSTAMANTE, E., TORRES, J., RICHERSON, P. & ALFARO, R. 1988. Ecology of the pelagic fishes of Lake Titicaca, Perú-Bolivia. *Biotropica*, 20: 220-229.

Recibido: 22-09-2015

Aceptado: 15-06-2016

