

ESTUDIO LIMNOLÓGICO DE LAGUNA BLANCA CHICA (OLAVARRÍA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES) DURANTE UN PERÍODO DE SEQUÍA

P. SANZANO^{1,3}, F. GROSMAN^{1,3} & V. COLASURDO^{2,3}

¹ Fac. Cs. Veterinarias, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.
Pinto 399 (7000) Tandil, Argentina.

² Fac. de Ingeniería, UNCPBA.

³ Instituto Multidisciplinario sobre Ecosistemas y Desarrollo Sustentable.
e-mail: psanzano@vet.unicen.edu.ar

ABSTRACT. The aquatic ecosystems of the Pampean plains usually have highly variable dynamics which affects the abundance of fish resources. We analyzed Blanca Chica shallow lake located in the central region of the province of Buenos Aires. It has neither tributaries nor effluents. It hosts sport fishing, water sports without engine, and its surroundings are used for recreation. Here we report the effects of drought in the structure and functioning of the shallow lake, with emphasis on the fish community. Limnological and ichthyologic analyses were carried out in 2007, 2008, 2011 (year characterized by extreme regional dry period) and 2014. In 2007 the phytoplankton was dominated by *Botryococcus braunii*. Pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) was dominant in the fish samples, but showing an important decrease in numbers and biomass. Catch per unit effort (CPUE) was low and showed poor fish quality with high taeniasis. In 2008, zooplankton improved both in quality and quantity and became the basis of pejerrey's diet, which effectively increased its abundance and its biomass, with fish in the 1- and 2-year class. In 2011 the conductivity, chlorophyll-a, chlorides, sodium, ammonium and sulfates were one order of magnitude above historical values. The extreme limnological conditions and notorious area reduction triggered a total absence of fish. The 2014 campaign showed that the shallow lake level had increased from 1,5 to 2 m. However, no fish were detected; the absence may be explained by the lake's isolation and natural massive mortality occurred.

Key words: interannual variation; pampasic shallow lakes; pejerrey; extreme conditions.

Palabras clave: variación interanual; laguna pampeana; pejerrey; condiciones extremas.

INTRODUCCIÓN

Las lagunas son elementos distintivos del paisaje regional pampeano, y están muy asociadas a las economías locales a través de su explotación como recursos turísticos, recreativos y pesqueros (López *et al.*, 2001; Mancini y Grosman, 2008). Algunas son permanentes, mientras que otras tienen carácter temporario. En general, se caracterizan por un alto grado trófico natural, agravado por impactos antrópicos, tales como cambios en el uso de suelos, desarrollo urbano (recepción de efluentes industriales y

domiciliarios) y obras de regulación (canales, compuertas) (Chornomáz *et al.*, 2002; Maizels *et al.*, 2003; Rennella y Quirós, 2006). Ello hace referencia a una situación de cambios constantes de condiciones de entorno que inciden en forma directa sobre los ecosistemas acuáticos, a los cuales la biota se halla adaptada. Incluso pueden alternar, en términos generales entre aguas claras con vegetación sumergida abundante y aguas turbias caracterizado por un abundante desarrollo del fitoplancton (Scheffer, 1998; Scheffer y Jeppesen, 2007), presen-

tando condiciones de paisaje totalmente contrastantes. Tanto las lagunas permanentes como temporarias, presentan cambios relacionados estrechamente con las precipitaciones regionales y época del año, por lo que varían sus condiciones naturales en el tiempo y en el espacio (Fuschini Mejía, 1994). Esta condición es una característica del paisaje pampeano en función del régimen alterno de precipitaciones ya enunciado por Ameghino (1984), Durán (1982 y 1985), Sierra *et al.*, (1994), entre otros.

Los efectos de estos procesos pueden tener diversas consecuencias momentáneas drásticas para algunas comunidades bióticas, de acuerdo a la magnitud de los impactos. Las condiciones climáticas e hidrológicas son responsables, en parte del estado de estos ambientes (Quirós *et al.*, 2002; Torremorell *et al.*, 2007). Debido a la resiliencia ecológica mantienen un estado de equilibrio dinámico. El cambio de nivel de agua, por exceso y por déficit, conforma un detonante sobre la dinámica y funcionamiento de las lagunas, especialmente aquellos casos de ambientes cerrados, sin afluentes ni efluentes donde la seca modifica la estructura del paisaje hasta condiciones extremas. Rosso (2008) analizó el comportamiento de 4 lagunas del Oeste bonaerense bajo condiciones ambientales e hidrológicas contrastantes y concluye que la variación hidrológica fue determinante en la regulación de muchas variables que directamente afectan la ecología de los peces.

El objetivo del trabajo es estudiar los cambios limnológicos observados en la estructura y funcionamiento de la laguna Blanca Chica (Olavarría, provincia de Buenos Aires), con énfasis en la comunidad de peces, entre 2007 y 2014. La hipótesis de trabajo es que los cambios externos y extremos ocurridos en el sitio en el periodo bajo estudio, impactaron drásticamente sobre el ambiente.

La laguna Blanca Chica, está ubicada a 20 km de la ciudad de Olavarría, en la región del centro de la provincia de Buenos Aires (36° 50' 00,9'' Lat. S; 60° 28' 00,9'' Long O); en la década de 1990 se realizaban diferentes actividades en torno a la laguna, que incluían la pesca deportiva, náutica sin motor y en el perillago diferentes usos complementarios con oferta de servicios (sombra, fogones, limpieza y corte de pasto, etc.). El junco (*Schoenoplectus californicus*) se dispone sólo en un único sector de la laguna; en el resto del sistema no se observaron macrófitas emergentes ni sumergidas.

Existen escasos antecedentes limnológicos presentados como informes por pedido de los propietarios linderos al lugar (García Romero, 2001; 2006). Este autor manifiesta la presencia de numerosos ejemplares de pejerrey (*Odontesthes bonariensis*) con sexo indefinido, lo cual fue en parte determinante para la realización de siguientes muestreos, y sugirió realizar análisis de concentración de pesticidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron muestreos limno-ictiológicos en 4 años diferentes: 2007, 2008, 2011 y 2014. Si bien son escasos e irregulares en el tiempo, lo cual dificulta su comparación, son los únicos datos existentes y de los reducidos casos registrados de lagunas de la región pampeana con información básica disponible bajo condiciones limnológicas tan contrastantes; la información extraída de cada año posibilita reconstruir la dinámica de la laguna. En 2007, se incluyó un análisis de pesticidas organoclorados tanto en agua como en sedimento. En todos los casos se establecieron estaciones (costa e interior de laguna) registrando las coordenadas, donde se relevaron variables en forma diferencial, a través de toma de datos de campo, maniobras de pesca, calado de redes u obtención de muestras de agua,

sedimentos o plancton. Se presenta un mapa del lugar (Fig. 1) con imágenes de la laguna en 2 años diferentes donde se ubicaron las estaciones de muestreo utilizadas registradas con GPS.

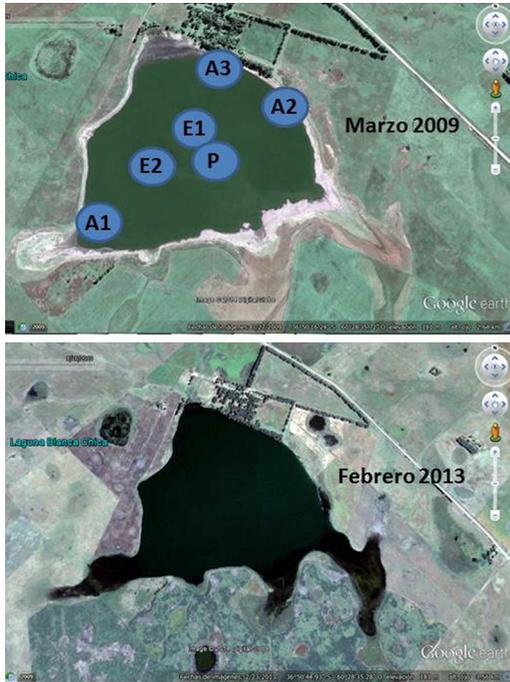


Figura 1. Imagen del Google Earth de la laguna Blanca Chica en 2 años diferentes. Arriba: Ubicación de las estaciones de muestreo ictiológicas. A1, A2 y A3= arrastre 1, 2 y 3; E1 y E2 = enmalle 1 y 2. P= punto de registro de profundidad.

Se determinó *in situ* el valor del pH, temperatura (T°) y conductividad eléctrica (CE) mediante un equipo multiparamétrico. La concentración de oxígeno disuelto (OD) en la columna de agua se midió con un oxímetro de campo. La turbidez se determinó empleando el disco de Secchi (DS). Se extrajo, conservó y trasladó en condiciones de refrigeración en una botella de PVC una muestra de agua subsuperficial la cual fue analizada en el área de Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNCPBA). Se evaluó la concentración de los siguientes iones, expresados en

partes por millón (ppm): Calcio (Ca^{2+}); Magnesio (Mg^{2+}); Sodio (Na^{+}); Potasio (K^{+}); Cloruros (Cl^{-}); Nitratos (NO_3^{-}); Sulfatos ($SO_4^{=}$); Carbonato ($CO_3^{=}$); Bicarbonato ($HCO_3^{=}$); Fluor (F^{-}); Nitrito (NO_2^{-}) y Amonio (NH_4^{+}). Asimismo se determinaron Fósforo Total (PT), Sólidos Totales (ST), Sólidos Fijos (SF), Sólidos Disueltos (SD) y Sólidos Volátiles (SV) (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

Con el objeto de cuantificar la posible presencia de pesticidas, se extrajeron (muestreo 2007) 2 muestras de agua y sedimentos de la laguna. Las mismas cumplieron con la normativa vigente y protocolo para la validación de este tipo de análisis. Fueron remitidas al laboratorio "C y D", de la ciudad de La Plata habilitado por la ex Secretaría de Política Ambiental de la Provincia de Buenos Aires, donde aplicaron la metodología EPA SW 846 M 8081 A-CG-ECD.

Para obtener las muestras de sedimentos se utilizaron barrenos modificados adaptados para el muestreo acuático; las muestras obtenidas fueron enviadas al Laboratorio de Suelos de la Fac. de Agronomía de la UNCPBA donde se cuantificó Fósforo Total en sedimento (PTs), Materia Orgánica (MO) y pH de sedimento.

El fitoplancton fue muestreado en forma cualitativa utilizando una red de 18 micras de tamaño de poro realizando barridos en diferentes sectores de la laguna; la cuantificación se realizó determinando la concentración de clorofila-a, expresada como mg/m^3 , aplicando metodología estándar (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

El estado trófico se obtuvo aplicando el índice TSI de Carlson (1977) que utiliza como variables la lectura DS, concentración de Cl-a y PT en agua; este indicador distingue los ambientes en oligotrófico (menos de 40) mesotrófico (40 - 60) y eutrófico (mayor a 60) a partir del uso de ecuaciones estandarizadas (Aizaki *et al.*, 1981).

Se realizó un muestreo cuantitativo del macrozooplancton (ind/m^3) empleando red de 42 micras de tamaño de poro, en 2 sitios. Se aplicó la metodología sugerida en Paggi y Paggi (1995); para ello se filtraron 20 L de agua tomados de a 10 L, fijando las muestras con formol al 4%. En laboratorio se tomaron alícuotas identificando y contabilizando los organismos. Para determinar el rendimiento calórico (R_c) de esta comunidad en función del pejerrey se aplicó la técnica sugerida por Ringuelet *et al.*, (1980).

Los artes de pesca empleados fueron (Fig. 1): a) red de arrastre a la costa de 20 m de longitud, tirada con sogas de 50 m. Este arte fue utilizado en diferentes estaciones. b) batería de redes de enmalle diseñadas especialmente para pesca experimental conformadas por paños de 15, 19, 21, 25, 30, 33, 38 y 40 mm de distancia entre nudos, totalizando aproximadamente 70 m de longitud de relinga. Fue calado más de 12 horas nocturnas, registrando la captura por unidad de esfuerzo (cpue) como indicadora de la numerosidad y biomasa ictícola relativa (Sparre y Venema, 1992). A fines comparativos, se estandarizó el esfuerzo a 20 h de tendido.

La totalidad de las capturas fueron identificadas sistemáticamente; se midió la longitud estándar (Lstd) con precisión de 1 mm y el peso (P) con precisión de 0,1 g. Se aplicó el índice de diversidad de Shannon (H). En el caso de pejerrey la distribución de frecuencias de tallas de capturas se obtuvo de acuerdo a Csirke (1980). En esta especie se aplicó el índice de Fulton: $k = (P/Lstd^3)^{10^5}$ (Ricker, 1975), la relación largo-peso: $P = aLstd^b$, donde a y b son constantes de ajuste, y el peso relativo (Wege y Anderson, 1978), desarrollado para pejerrey por Colautti *et al.*, (2006): $Pr = P/4,9 \times 10^{-6} Lstd^{3,1797}$. Se obtuvo el Índice Proporcional de Stock: $(PSD = \text{peces} > 250 \text{ mm Lstd} / \text{total captura enmalle} \times 100)$ acorde a Baigún y Anderson

(1993). La intención de aplicar diferentes índices es lograr una mejor caracterización de la condición de la población. Se extrajeron escamas de la zona posterior a la aleta pectoral izquierda. Los ejemplares fueron sexados y pesadas sus gónadas (PG). Con este valor se aplicó el índice gonadosomático ($IGS = (PG/P)100$).

Las escamas de pejerrey recolectadas y colocadas en sobres individuales rotulados, fueron limpiadas con detergente enzimático y montadas sobre portaobjetos; utilizando lupa binocular se estimó la edad de los ejemplares (Aguayo, 1974; Grosman, 1993, Campana, 2001).

Con el objeto de establecer las relaciones tróficas de los principales componentes de la comunidad de peces se colectaron los tractos digestivos de las especies obtenidas en las capturas, los cuales fueron conservados en formol al 10%. En el laboratorio, los contenidos gastrointestinales fueron colocados en cápsulas de Petri y observados bajo lupa binocular y/o microscopio óptico. Para realizar el análisis de los tractos digestivos de pejerrey, fueron diferenciados 3 tamaños de talla: menores a 120 mm Lstd, de 120 a 250 mm Lstd y mayores a dicha talla; en 2008, además se diferenciaron los ejemplares de talla intermedia entre procedentes de la costa vs. interior de la laguna.

Se determinaron los diferentes componentes de la dieta a nivel de grandes grupos biológicos, que permite la ubicación de la presa con una comunidad dada. Se estableció la siguiente escala de abundancia relativa (A): muy abundante, abundante, común, escasa, muy escasa y ausente, cuantificando de 5 a 0 respectivamente para el posterior tratamiento estadístico (Grosman *et al.*, 1996). Se halló la frecuencia absoluta de aparición (F) de cada ítem alimenticio como el porcentaje de tractos digestivos en que se halla un determinado componente; la diversidad de la dieta se obtuvo mediante

el índice de diversidad (H), aplicado sobre la variable "abundancia relativa" (A). Con estos tres parámetros se estableció el Índice de Categorización de Ítems (ICI): $((AxF)/H)^{0.5}$, el cual diferencia en la dieta los componentes primarios ($P = ICI > 10$), secundarios ($S = 5 > ICI < 10$), terciarios ($T = 1 > ICI < 5$) y ocasionales o accidentales ($A = ICI < 1$) (Grosman, 1995).

Con la intención de conocer el posible grado de competencia entre diferentes dietas de las especies de peces capturadas, se aplicó el índice de Morisita modificado por Horn (1966), el cual considera el solapamiento de los ítems alimenticios utilizados. El mismo varía de 0 (nula) a 1 (máxima superposición), considerándose valores superiores a 0,6 como solapados y consecuentemente las diferentes especies compiten entre sí (Atencio-García *et al.*, 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La profundidad máxima medida en 2007 fue de 215 cm; para 2008 = 135 cm; 25 cm para 2011 y 225 cm en 2014. La laguna estuvo prácticamente seca en el 3er muestreo, con un charco de agua de reducida superficie. Ello se asocia a que en el año 2008 se registraron 541,5 mm de lluvia, muy inferior al promedio de décadas anteriores. En el periodo 1991 - 2000 alcanzaba los 918,4 mm. En la última década (periodo 2001-2010) disminuyó a 695,8 mm.

Se presentan los valores de parámetros físico-químicos obtenidos (Tabla 1). Se desprende de la lectura el cambio abrupto mencionado de condiciones en el muestreo 2011 en todas las variables consideradas, resaltando DS, CE, Cl-a; la tabla presenta el cambio de valores en el año 2014; incluso el TSI, si bien siempre resultó eutrófico, en 2011 superó el valor de 100. En los sedimentos también se observaron modificaciones de valores, pero menos extremos. Los datos de 2007, 2008 y 2014 son considera-

dos dentro de los valores usualmente obtenidos en lagunas pampeanas (Díaz y Colasurdo, 2008).

Tabla 1. Parámetros físico químicos en diferentes años de muestreo.

Fecha	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Cl ⁻
Agosto 2007	19	29	178,6	13,3	47
Mayo 2008	12,4	47,8	274,8	28,6	97
Marzo 2011	26	2,3	2458,3	19,6	1149,5
Marzo 2014	25,5	18,3	121	3	20
	NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼	CO ₃ ⁼	HCO ₃ ⁻	F ⁻
Agosto 2007	0	14	56,7	435,5	3,4
Mayo 2008	3	15,6	40,3	773	1,5
Marzo 2011	0	617	1134	2370	6,5
Marzo 2014	0	33,8	41,8	340,2	0,68
	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	DS	pH	SD
Agosto 2007	0,00	0,4	32 cm	8,7	594
Mayo 2008	0,00	0,85	29 cm	8,2	1030
Marzo 2011	0,07	12,1	2,5 cm	9,8	8430
Marzo 2014	0	0,79	22	8,41	472
	ST	SF	SV	CE	Cl a
Agosto 2007	664	488	176	1239	91,6
Mayo 2008	1088	777	305	1627	103,5
Marzo 2011	9213	7017	2196	9290	562
Marzo 2014	546	232	314	702	113,8
	PT	PTs	pHs	MO	TSI
Agosto 2007	0,389	13,55	8,74	2,46	78,15
Mayo 2008	0,331	27,1	8,91	8,31	80,62
Marzo 2011	1,23	35,5	8,5	10,43	104,17
Marzo 2014	0,289	s/d	s/d	s/d	81,56

Todas las variables en ppm, excepto DS (cm), pH, CE (µS/cm), Cl-a (mg/m³) MO (%); s/d = sin dato.

En 2011, la seca extrema dejó prácticamente todo el lecho al descubierto. Con la laguna reducida y muy baja profundidad, el OD varió considerablemente acorde a la hora de toma de la muestra (rango de 0,2 ppm a sobresaturado) más que a cambios de altura en la acotada y reducida columna de agua. La elevada concentración de sales se vincula a la reducción en volumen de la laguna; el valor de conductividad superior a 9000 uS/cm marca la concentración iónica dada por diferentes especies; la densidad algal resultó elevada.

El análisis de pesticidas realizado sólo en 2007 en 2 muestras de agua reveló la presencia de diferentes isómeros de HCH (Hexaclorociclohexano) entre los cuales se halla el lindano, en concentraciones de 1,8 ng/L, DDT (16,6 y 5,2 ng/L en la ori-

lla y aguas interiores) así como endosulfán sulfato (3,3 ng/L), pero en todos los casos en concentraciones por debajo de los valores máximos permitidos para aguas con fines recreativos (Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación). En sedimentos en la muestra más cercana a la orilla aparece también endosulfán sulfato y en el centro del ambiente Hexaclorobenceno (BHC) en concentración de 0,690 ng/g. La presencia de estos elementos se asocia a la actividad agropecuaria de la región.

En 2007 y 2008 la comunidad fitoplanctónica estuvo dominada por *Botryococcus braunii* en tanto en 2011 diferentes géneros de cianofitas conformaban la comunidad algal, sin predominio neto de ninguna. Entre las presentes se destacaron por abundancia relativa los géneros *Anabaena*, *Lyngbya*, *Oscillatoria*, *Spirulina*, *Microcystis* y *Euglena* (Euglenofita).

El zooplancton de la laguna Blanca Chica resultó en 2007 un valor normal en cuanto a numerosidad (200645 ind/m³) pero de reducido tamaño de sus ejemplares componentes, incluso con abundantes rotíferos. El Rc = 103,8 x 10⁻³ cal./100 L. En 2008 la numerosidad estimada se redujo (168810 ind/m³), en tanto el Rc se incrementó (134,62 x 10⁻³ cal./100 L).

En 2007 se capturaron 5 especies de peces, en 2008 = 9 (tabla 2); en 2011 y 2014 ningún ejemplar. En 2011, los ribereños informaron acerca de mortandades masivas de peces ocurridas en veranos previos en momentos de altas temperaturas, coincidente con la situación de la laguna con aguas bajas a muy bajas. La red de arrastre y el enmalle (igualmente calado pese a la baja profundidad) no obtuvieron capturas, incluso pese a que el primer arte de pesca fue empleado en 6 oportunidades, con el objeto de incrementar el esfuerzo y aumentar las posibilidades de pesca. De los resultados se deduce que la mortandad de peces ocurrida

y observada por los linderos fue total. Es indudable que las condiciones ambientales resultaron críticas e incompatibles con la vida de los peces.

Tabla 2. Capturas obtenidas en 2007 (parte superior) y 2008 (inferior) discriminadas por arte de pesca y estación y diversidad.

2007	A1	A2	A3	E1	E2	Total
Pejerrey (<i>Odontesthes bonariensis</i>)	10	26	25	19	6	86
Dientudo (<i>Oligosarcus jenynsi</i>)	3	4	4	8	2	21
Mojarra (<i>Bryconamericus iheringi</i>)		2	1			3
Sabalito (<i>Cyphocharax voga</i>)				2		2
Bagre (<i>Rhamdia sapo</i>)					1	1
TOTAL	13	32	30	29	9	113
Diversidad (H)						1,053
2008	A1	A2	E1	Total		
Pejerrey (<i>Odontesthes bonariensis</i>)	73	84	184	341		
Dientudo (<i>Oligosarcus jenynsi</i>)	86	42	4	132		
Mojarra (<i>Bryconamericus iheringi</i>)	5	2		7		
Sabalito (<i>Cyphocharax voga</i>)	7	13	5	25		
Bagre (<i>Rhamdia sapo</i>)		2		2		
Madrecita (<i>Jenynsia multidentata</i>)	4			4		
Tachuela (<i>Corydoras paleatus</i>)	4	6		10		
Mojarra (<i>Astyanax</i> spp)	10	10		20		
Mojarrita (<i>Cheirodon interruptus</i>)	343	79		422		
TOTAL	532	238	193	963		
H diversidad	1,6	2,2	0,3	1,9		

A = arrastre; E = enmalle. 2011 y 2014 no se registraron capturas.

En cuanto a las variaciones en la composición de la ictiofauna entre los muestreos 07 y 08, pueden deberse a efectos antrópicos. La diversidad total se incrementó. Las 4 especies que se agregan a la riqueza del lugar, fueron capturadas en la orilla con red de arrastre. La carpa (*Cyprinus carpio*) había sido registrado por García Romero (2001) pero ni en 2007 ni en 2008 se lograron capturas de esta especie.

A partir de los datos del muestreo de 2008 es posible establecer una distribución diferencial entre la costa y aguas interiores. En términos de numerosidad, *Cheirodon interruptus* es la dominante en las orillas y el pejerrey (*O. bonariensis*) en el centro del ambiente; en cuanto a ictiomasa, el pejerrey es dominante en todo el cuerpo de agua. La presencia y abundancia relativa lograda en 2008 por *Ch. interruptus* podría adjudicarse a liberaciones por parte de pescadores deportivos, por ser la especie de mayor empleo como pez cebo en la región.

En cuanto a la longitud de captura obtenida de pejerrey para cada arte de pesca, existe un corrimiento de las modas entre 2007 y 2008 (Fig. 2). La cpue en 2007 fue = 2,426 kg/20hs y en 2008 = 30,073 kg/20hs. Es indudable que hubo una mejora de condiciones ambientales manifestada por un mayor éxito reproductivo y mayor supervivencia en las edades menores y el crecimiento en largo y peso del pejerrey presente en 2008, observable al estandarizar las capturas (Fig. 3), con edades asignadas y determinadas a partir de la lectura de escamas.

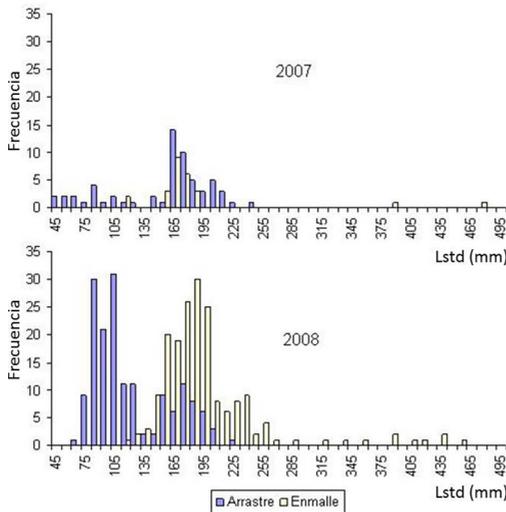


Figura 2. Distribución de frecuencias de tallas de capturas de pejerrey en 2007 (agosto) y 2008 (mayo) considerando arrastre y enmalle en forma diferenciada.

Si bien pueden existir aspectos vinculados a errores propios de muestreo, en 2007 sólo se capturaron ejemplares de pejerrey 0+, 1+ y 2+; en 2008 fue posible seguir a partir de los resultados, cada una de estas cohortes, existiendo una nueva generación 0+ producto del desove de primavera 07.

Al contrastar la distribución de los índices de condición entre 07 y 08, el factor k manifiesta cambios positivos. En 2008 to-

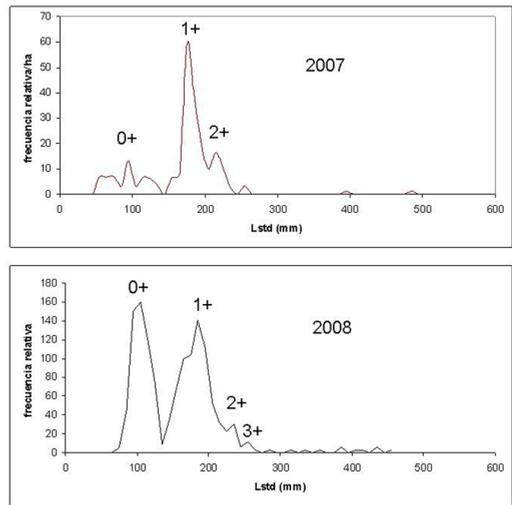


Figura 3. Distribución de edades por tallas de pejerreyes capturados en agosto de 2007 y mayo de 2008, asignadas por lectura de escamas.

dos los ejemplares se situaron dentro de los límites de normalidad. Situación similar se obtuvo con el peso relativo (Fig. 4) que presentó en 2008 un promedio de 89,66 (rango = 75,58 – 106,83; DS = 6,1; n = 88). La relación largo - peso hallada (2008) fue $P = 7,18 \times 10^{-6} \text{ Lstd}^{3,0868} (r^2 = 0,997)$. El valor del PSD que determina la calidad de la pesquería también se incrementó de 8 (2007) a 14,7 (2008), con presencia de ejemplares de tamaño memorable.

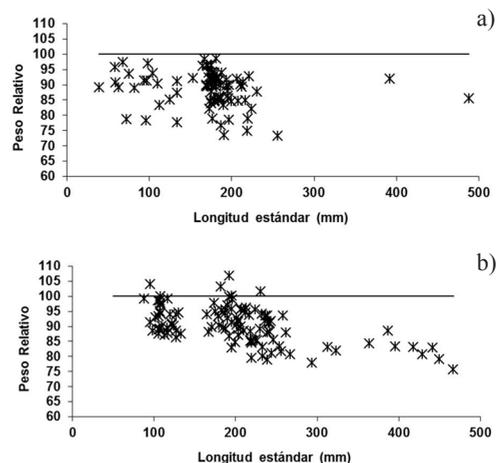


Figura 4. Distribución del peso relativo en función de la longitud en 2007 (arriba) y 2008 (abajo).

En cuanto a los valores del índice gonadosomático para hembras en 2007 fue IGS = 1,45; (rango = 0,76 – 2,17); en 2008 resultó IGS = 1,20; (rango = 0,82 – 2,84; n = 38). Pese a la diferente época de muestreo, variable de fuerte incidencia en el valor del IGS, ambos resultados son coincidentes al indicar que el mayor porcentaje de hembras se hallaba en estado inactivo. Además muestra que el incremento en peso de las capturas y los valores de los indicadores de condición no se halla influenciado por el desarrollo gonadal.

Del resultado del análisis de los tractos digestivos de pejerrey de 2007 (Tabla 3), surge que los ejemplares de menor talla (hasta 120 mm Lstd) poseían dieta zooplanctófaga, con incursiones a “dípteros adultos” como ítem complementario; usaban por lo tanto el plancton y el neuston. Los ejemplares de talla intermedia eran también zooplanctófagos pero con incursiones al bentos dado por los otros ítems de relevancia. En los 2 casos, *Botryococcus* se hallaba presente en alta proporción

Tabla 3. Ítems predados por las diferentes tallas de pejerrey en 2007.

Ítems/talla	< 120 mm Lstd	120-250 mm Lstd	> 250 mm Lstd
Cladóceros	S	S	
Copépodos	P	S	
Botryococcus	S	P	
R. vegetales		S	
Clorofitas filamentosas		S	
Escamas		A	
R. insectos	T	A	
Ostrácodos		S	
Dípteros adultos	S		
Larvas dípteros		T	
Diatomeas		A	
Harpacticoideos		A	
Anfípodos		A	
Hemípteros		A	
Palemónidos		S	
R. peces			P
Diversidad (H)	2,238	2,352	

P = primarios; S = secundarios; T = terciarios y A = accidentales. H = diversidad de la dieta.

y aparecía como ítem secundario y principal respectivamente, pero se desconoce su grado de asimilación, ya que las colonias se observaban enteras y completas incluso en el final del tracto digestivo. Los pejerreyes de mayor talla resultaron ictiófagos en forma exclusiva, incluso es posible acotarlos como caníbales al identificar las presas como juveniles de su propia especie.

En el caso de 2008 (Tabla 4) es factible rotular la dieta del pejerrey como zooplanctófaga (principalmente basado en cladóceros), excepto los de mayor talla. Para los ejemplares capturados en la orilla, los ostrácodos conformaron el ítem principal, en forma secundaria elementos del fito y zooplancton, y complementaron con larvas de dípteros y restos vegetales. Los pejerreyes capturados en aguas interiores, poseían una amplia diversidad en la dieta y el plancton fue la comunidad dominante en su alimentación (cladóceros, copépodos y *Botryococcus*). Los pejerreyes de mayor talla resul-

Tabla 4. Diferentes ítems alimenticios hallados en pejerrey, discriminados por su relevancia en la dieta en base al ICI, diferenciados por talla y sitio de captura.

Ítems/talla o sitio	< 120 mm Lstd	Pejerrey costa	Pejerrey interior	> 250 mm Lstd
Cladóceros	P	S	S	T
Copépodos	S	S	S	T
Botryococcus	S	T	S	T
R. vegetales	T	S	T	T
Clorofitas filamentosas	T	S	T	
Escamas		A		
R. insectos	T	T	T	
Ostrácodos	S	P	T	
Dípteros adultos	T	A	A	
L. dípteros	S	S	T	
Harpacticoideos	T		T	
Palemónidos			A	T
R. peces		T	T	P
Quistes ameba	A	T	T	
Insectos terrestres	T	T		
Cianofitas	A	T		
Conchostracos		A		
Diversidad (H)	3,02	3,27	3,23	1,29

P = primario; S = secundario; T = terciario y A = accidental

taron exclusivamente ictiófagos y caníbales al igual que en 2007. De la comparación de resultados entre 2007 y 2008, existe una semejanza en la dieta de los pejerreyes.

En cuanto a otras especies en que se analizó la dieta, en 2007 en la mojarra *B. iheringi*, surge que su principal ítem alimenticio lo constituyeron larvas de dípteros y restos de insectos. En el caso de los dientudos, los camarones palemónidos conformaban su dieta primaria. El sabalito basaba su alimentación en los detritos. Para el caso de las especies capturadas en 2008 (Tabla 5), surge que el sabalito empleaba el bentos como fuente de alimento (detritos y cladóceros quidóridos); el dientudo juvenil predaba sobre insectos, en tanto los adultos son ictiófagos; la mojarra *Astyanax* spp. fue netamente vegetariana, a diferencia de *Ch. interruptus* que acudía al fondo de la laguna para capturar quidóridos. Las madrecitas y la mojarra *B. iheringi* se alimentaban en forma primaria sobre larvas de dípteros presentes en el bentos y *C. paleatus* comple-

mentaba ese ítem con quidóridos. El índice de diversidad (H) manifiesta que el dientudo juvenil y el sabalito eran los que poseen mayor espectro trófico, en tanto los dientudos adultos restringieron su dieta a escasos ítems alimentarios. Con excepción de cladóceros quidóridos y larvas de dípteros, quienes pertenecen a la comunidad bentónica, los demás ítems predados no fueron compartidos como alimento primario. Esto manifiesta una segregación de nichos tróficos que reducía la competencia o solapamiento (Tabla 6). Del resultado del índice de Morisita, surge que el pejerrey poseía una alimentación semejante (más allá de algunas incursiones por diferentes ítems) en torno al plancton, hasta que logra mayor tamaño en que se comportaba como ictiófago.

La competencia existía entre el dientudo adulto y el pejerrey de mayor talla (IM = 0,93) ya que poseían dietas semejantes; el resto de las tallas de pejerrey no poseía competidores en su búsqueda de alimento. Llamativamente las mojarras *Ch. interruptus*

Tabla 5. Ítems predados por diferentes especies de peces (2008).

Ítems/especies	Sabalito	Dientudo adulto	Dientudo juvenil	<i>Astyanax</i>	<i>Cheirodon</i>	<i>Jenynsia</i>	<i>B. iheringi</i>	<i>Corydora</i>
Cladóceros plancton		T	T	T			T	
Cladóceros bentos	P				P			P
Copépodos	T		T	T				T
Botryococcus	T		T	S	T		S	
R. vegetales	T		T	P	S		S	
Clorofitas filamentosas	T			S				
Detrito	P							
R. insectos			P			T		
Ostrácodos	S				S			
Dípteros adultos			T					
L. dípteros	T		T		T	P	P	P
Harpacticoideos	S				S			
Palemónidos			S					
R. peces		P						
Quistes ameba	T		T		T			
L. coleópteros						T		
Anfípodos			T			S		
n	5	3	5	5	5	3	3	3
Diversidad (H)	2,65	0,54	2,81	1,73	2,36	1,06	1,42	1,22

P = primarios; S = secundarios; T = terciarios y A = accidentales. H = diversidad de la dieta.

Tabla 6. Valores del índice de solapamiento de dietas de Morisita. En negrita los casos de solapamiento (> 0,60).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Pejerrey interior	1											
2. Pejerrey > 250 mm	0,32	1										
3. Pejerrey costa	0,73	0,13	1									
4. Pejerrey < 120 mm	0,86	0,08	0,81	1								
5. Sabalito	0,16	0,01	0,29	0,19	1							
6. Dientudo grande	0,26	0,93	0,1	0,06	0	1						
7. Dientudo chico	0,32	0,07	0,34	0,32	0,03	0,03	1					
8. <i>Astyanax</i> spp.	0,41	0,05	0,43	0,32	0,14	0,01	0,2	1				
9. <i>Ch. interruptus</i>	0,24	0,01	0,36	0,25	0,7	0	0,06	0,19	1			
10. <i>J. multidentata</i>	0,12	0	0,27	0,31	0,05	0	0,22	0	0,06	1		
11. <i>B. iheringi</i>	0,27	0,02	0,38	0,42	0,1	0	0,22	0,29	0,14	0,93	1	
12. <i>C. paleatus</i>	0,08	0,01	0,15	0,18	0,41	0	0,1	0,01	0,66	0,49	0,47	1

solaparon su dieta con el sabalito, en tanto los otros casos de competencia observados refieren a especies de menor relevancia en la estructura de la ictiocenosis y que se distribuían en las orillas de la laguna (por ejemplo *Ch. interruptus* vs. *C. paleatus*, o *B. iheringi* vs. *J. multidentata*).

Las relaciones trofodinámicas mayoritarias y principales para establecer la estructura y funcionamiento de la laguna Blanca Chica en 2007, son presentadas (Fig. 5). Se han representado los diferentes niveles de la estructura del ecosistema: Productores donde domina el fitoplancton en el cual predominaban la clorofitas, (especialmente *Botryococcus* que logra alta abundancia); el zooplancton y los insectos que se posaban en la superficie eran predados por pejerreyes de menor talla; los organismos bentónicos (palemónidos, ostrácodos, larvas de insectos) presas de los pejerreyes de medida intermedia (entre 120 y 250 mm Lstd). Al mismo nivel los dientudos (que no actuaban como ictiófagos al menos en el momento del muestreo 2007); el pejerrey mayor a 250 mm Lstd actuaba como piscívoro en tanto los sabalitos como detritívoros. Resultó llamativo en los muestreos la presencia de grandes bandadas de gaviotas (*Larus maculipennis*) (que emplean a la laguna como

dormidero) y pato sirirí (*Dendrocygna viduata*), que aportarían nutrientes al sistema, razón por la cual fueron incorporados al gráfico.

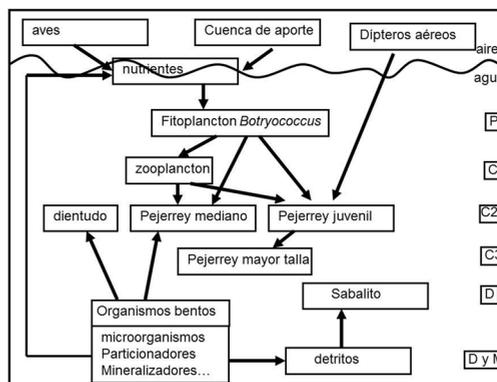


Figura 5. Cuadro de relaciones trofodinámicas considerando las principales especies presentes en la laguna Blanca Chica considerando el año 2007. P = productor; C1, C2 y C3 = consumidores primarios, secundarios y terciarios; D = detritívoro; D y M = descomponedores y mineralizadores.

En cuanto a los resultados obtenidos del muestreo de 2008 y a partir de inferir que el pejerrey era la especie dominante en ictiomasa en la laguna Blanca Chica, el análisis se basa en esta especie. El juvenil menor a 120 mm Lstd y el de mayor talla (120 - 250 mm Lstd) capturado en la costa empleaban tanto elementos propios del bentos (ostrá-

codos, larvas de dípteros, restos vegetales y algas filamentosas) como del zooplancton; en aguas interiores, los de talla intermedia predaban sobre el zooplancton y consumían a *Botryococcus*. Los pejerreyes de mayor talla se trasladaban hacia la orilla a alimentarse tanto de pejerrey juvenil como mojarras en general.

Uno de los factores condicionantes que escapa al manejo humano es la superficie y profundidad que poseen las lagunas pampeanas; la calidad de agua ha resultado buena a lo largo de los diferentes años de estudios, hasta 2011 en que una bajante extrema, debida a un periodo de bajas precipitaciones ya insinuado en el 2008, alteró las relaciones funcionales y estructura del ecosistema y fue desencadenante de procesos internos a la laguna. Estos cambios drásticos habrían provocado mortandades masivas de peces y explicarían la ausencia total de capturas en 2011 y en 2014 debido en este caso al aislamiento superficial del ambiente.

La situación cambiante en los diferentes momentos de muestreo, primero en forma positiva para el pejerrey (comparando 2007 y 2008) y en 2011 con la desaparición total de los componentes de la ictiofauna, no hace más que confirmar la elevada dinámica de este tipo de ecosistemas.

Por otra parte, la dependencia con las precipitaciones es clave, y en momentos de seca se afecta en forma drástica llevando a la casi desaparición del sitio como cuerpo de agua. El incremento de precipitaciones y la capacidad de resiliencia seguramente permitirán que en un futuro mediano la laguna retome la condición de tal, situación observada en 2014.

Por otro lado, lo sucedido en la laguna Blanca Chica amerita una consideración acerca del verdadero uso sustentable o responsable de los recursos pesqueros. Ante el advenimiento de una mortandad masiva de

peces, como era preanunciado ante el cambio de condiciones provocado por la seca regional, ¿la mejor decisión era realizar redadas intensas tendientes al aprovechamiento total de los peces del lugar, o esperar un cambio drástico positivo hacia otra situación de entorno que mejore y recupere la población de pejerrey? En el caso analizado, las condiciones extremas dadas por la sequía provocaron la desaparición completa de la comunidad de peces sin que se logre su aprovechamiento.

CONCLUSIONES

Agosto 2007

La composición química mayoritaria fue normal para este tipo de ambientes; el sistema es eutrófico, condición establecida a partir del TSI. No se detectaron pesticidas en concentraciones que pudieran generar patologías ambientales. El fitoplancton estaba dominado por *Botryococcus braunii*, una clorofita que se halló presente en volumen y numerosidad elevada en tractos de pejerrey, pero con dudas acerca de su digestión y asimilación.

El zooplancton mejoró en calidad y cantidad respecto datos de los informes elaborados por García Romero (2001 y 2006); estos microorganismos eran empleados como base de la dieta del pejerrey presente en el lugar, excepto los ejemplares de mayor porte.

La comunidad de peces estaba dominada por el pejerrey, pero su biomasa era reducida y su calidad pesquero-deportiva baja, en base a la cpue y PSD, respectivamente. Las capturas se limitaron mayoritariamente a ejemplares menores a 250 mm Lstd, y muy escasos ejemplares de mayor longitud.

La dieta del pejerrey se basaba en el zooplancton; como complemento, los juveniles empleaban insectos posados en el agua y en el caso de las tallas intermedias (120 a 250 mm Lstd) a la comunidad bentónica. Los

mayores a 250 mm Lstd eran ictiófagos. No existía competencia con otras especies por el alimento.

Mayo 2008

El ambiente continúa con su condición de eutrofia. Se incrementó levemente la concentración iónica debido a la retracción del área del ambiente respecto el muestreo anterior. El fitoplancton continúa dominado por *Botryococcus braunii*.

El zooplancton ha mejorado en calidad respecto el muestreo 2007. Es la base de la dieta del pejerrey hasta estadios de mayor talla.

La comunidad de peces es dominada por el pejerrey, especie que ha incrementado en forma notable su biomasa respecto 2007 manifestado a través de todos los indicadores empleados. Ello es debido al reacomodamiento de la estructura de edades de esta especie. La cpue varió de 2,4 (2007) a 30 kg/tren enmalle; la calidad pesquero-deportiva (PSD) aumentó de 8 (2007) a 14,7.

Los índices de condición empleados denotaron una leve mejora. El peso relativo varió levemente pero con presencia de varios ejemplares que superaron el valor de 100.

Se capturó la cohorte 3+ de pejerrey, claramente identificada, lo cual fue un indicio que la estructura de tallas tendió a normalizarse, conformando una población con representantes de todas las edades, al sumarse una nueva generación 0+.

La dieta del pejerrey se basó en el zooplancton, con incursiones al bentos en juveniles y ejemplares capturados en la costa del ambiente. Los pejerreyes más grandes eran ictiófagos, condición compartida con los dientudos adultos. El pejerrey no presentó competencia con otras especies, salvo lo comentado respecto a la ictiofagia. Las gónadas se hallaron en estado inactivo.

La tendencia observada es la búsqueda de un equilibrio en la estructura de tallas, conformándose las diferentes clases de

edad netamente diferenciadas. La principal ictiomasa de pejerrey la conformaba los ejemplares de 1+ y 2+.

La laguna había mejorado sus condiciones de entorno para el pejerrey y esta especie respondió en forma positiva a esos cambios.

Marzo 2011

La situación encontrada fue una disminución considerable en el nivel de agua y de la superficie de la laguna, quedando reducida a un charco de 25 cm de profundidad máxima, provocado por las bajas precipitaciones de los últimos años. En este escenario no se lograron capturas de peces y se estimó que la mortandad de esta comunidad había sido total.

Marzo 2014

El incremento del régimen de precipitaciones posibilitó que el paisaje lagunar haya retornado en cuanto a superficie y profundidad. Si bien los muestreos ictiológicos resultaron negativos en cuanto a capturas, la situación de contexto es totalmente diferente a 2011; y con ello la potencialidad de realizar siembras de especies de interés en pos de su aprovechamiento como recurso.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, M. 1974. Estudio de la edad y el crecimiento de la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*, Lönnberg 1907). Serie Investigación Pesquera. Instituto de Fomento Pesquero, Chile 19: 1-43.
- Aizaki, M., O. Otsuki, M. Fukushima, M. Hosomi y K. Muraoka. 1981. Application of Carlson's trophic state index to Japanese lakes and relationships between the index and other parameters. *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, 21: 675-681.

- Ameghino, F. 1984. Las secas y las inundaciones en la provincia de Buenos Aires. Obras de retención y no obras de desagüe. 5ta reimpresión. Ministerio Asuntos Agrarios de la provincia de Buenos Aires. 62p.
- APHA-AWWA-WPCF. 1992. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ediciones Díaz de Santos. S. A. Madrid. España.
- Atencio García, V.J., E. Kerguelen-Durango, E. Cura Dorado, R. Rosado Carcamo, A. Vallejo y M. Valderrama. 2005. Régimen alimentario de siete especies ícticas en el embalse de la hidroeléctrica Urrá (Córdoba, Colombia). Revista MVZ Córdoba, 10(2): 614-622.
- Baigún, C. y R.O. Anderson. 1993. The use of structural indices for the management of Pejerrey (*Odonthestes bonariensis*, Atherinidae) in argentine lakes. Journal of North American Fisheries Management, 13: 600-608.
- Campana, S. 2001. Review Paper: Accuracy, precision and quality control in age determination, including a review of the use and abuse of age validation methods. Journal of Fish Biology 59: 197-242.
- Carlson, R.E. 1977. A trophic state index for lakes. Limnology and Oceanography, 22: 361-369.
- Chornomáz, E.M., M.E. Etchepare, R.V. Escaray, J.F. Bustingorry y V.H. Conzonno. 2002. Efectos de la inundación ocurrida durante el año 2001 sobre la laguna de Chascomús (Provincia de Buenos Aires). En: Fernández Cirelli, A. y G. Chalar Marquisá (eds.). El agua en Iberoamérica. De la limnología a la gestión en Sudamérica. CYTED XVII - CETA. Buenos Aires: 53-59.
- Colautti D., M. Remes Lenicov y G. Berasain. 2006. A standard weight equation to assess the body condition of pejerrey *Odontesthes bonariensis*. Biocell 30: 131-135.
- Csirke, J. 1980. Introducción a la dinámica de poblaciones de peces. FAO Documento Técnico de Pesca 192: 1-82.
- Díaz, O. y V. Colasurdo. 2008. El agua revela sus secretos. Química de las lagunas pampeanas. En: Grosman, F. (comp.) Espejos en la llanura. Nuestras lagunas de la región pampeana. Ed. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil: 47-65.
- Durán, D. 1982. La alternancia de sequías e inundaciones (Un problema clave de la Pampa Deprimida). Contribuciones 0-012. Ed. Oikos, Buenos Aires, 117 p.
- Durán, D. 1985. Las inundaciones en la Provincia de Buenos Aires. Ed. Oikos, Buenos Aires, 192 p.
- Fuschini Mejía, M.C. 1994. El agua en las llanuras. UNESCO/ORCYT. Montevideo, Uruguay, 54p.
- García Romero, N. 2001. Informe técnico laguna Blanca Chica. 4 pp.
- García Romero, N. 2006. Informe técnico la laguna Blanca Chica. 7 pp.
- Grosman, F. 1993. Comparación de diferentes metodologías para la estimación del crecimiento del pejerrey patagónico. Ecología Austral 3:33-41.
- Grosman, F. 1995. Variación estacional en la dieta del pejerrey (*Odontesthes bonariensis*). Revista de la Asociación de Ciencias Naturales del Litoral, 26(1): 9-18.
- Grosman, F., J.R. González Castelain y E.J. Usunoff. 1996. Trophic niches in an Argentine pond as a way to assess functional relationships between fishes and other communities. Water SA, 22(4): 345-350.
- Horn, H. 1966. Measurement of overlap in comparative ecological studies. American Naturalist, 100: 420-424.
- López, H.L., C. Baigún, J.M. Iwaszkiw, R. Delfino y O.H. Padín. 2001. La cuenca del Salado: uso y posibilidades de sus recursos pesqueros. Serie Ambiente y

- Desarrollo, Editorial Univ. Nac. de La Plata (UNLP), La Plata, 60 pp.
- Maizels, P., E. Etchepare, E. Chornomáz, J. Bustingorry, R. Escaray, y V.H. Conzonno. 2003. Parámetros abióticos y biomasa planctónica en la Laguna Chascomús (Provincia de Buenos Aires). Período de inundación 2002. *Biología Acuática*, 20: 6-11.
- 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 – Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. 446 p.
- Paggi, J. de y J. Paggi. 1995. Determinación de la abundancia y biomasa zooplanctónica. En: Lopretto, E. y G. Tell (Eds.). *Ecosistemas de aguas continentales. Metodologías para su estudio*. Ediciones Sur, La Plata: 315-323.
- Quirós, R., A.M. Rennella, M.B. Boveri, J.J. Rosso y A. Sosnovsky. 2002. Factores que afectan la estructura y el funcionamiento de las lagunas pampeanas. *Ecología Austral*, 12: 175-185.
- Rennella, A.M. y R. Quirós. 2006. The effects of hydrology on plankton biomass in shallow lakes of the Pampa Plain. *Hydrobiologia*, 556(1): 181-191.
- Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletin of the Fisheries Research Board Canada*. 191: 1-382.
- Ringuelet, R.A., R. Iriart y A.H. Escalante. 1980. Alimentación del pejerrey (*Basilichthys bonariensis bonariensis*, Atherinidae) en laguna de Chascomús (Buenos Aires, Argentina). Relaciones ecológicas de complementación y eficiencia trófica del plancton. *Limnobiología* 1 (10): 447-460.
- Rosso, J. 2008. Relación entre la abundancia y estructura de la comunidad de peces y el régimen hidrológico, en lagunas de la alta cuenca del río Salado. Tesis Doctoral, UBA. 97 p.
- Scheffer, M. 1998. *Ecology of shallow lakes*. Ed. Chapman & Hall. Londres, 357 pp.
- Scheffer, M. y E. Jeppesen. 2007. Regime shifts in shallow lakes. *Ecosystems*, 10(1): 1-3.
- Sierra, E.M., M.E. Fernández Long y C. Bustos. 1994. Cronología de inundaciones y sequías en el noreste de la provincia de Buenos Aires. *Rev. Facultad de Agronomía*, 14(3): 241-249.
- Sparre, P. y S. Venema. 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. *FAO Fish. Tech. Paper* 306 (1): 1-376.
- Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación. Niveles guía nacionales para calidad de agua ambiente. [acceso 2008 sept 5]. Disponible en: URL <http://www.hidricosargentina.gov.ar/NivelCalidad.html>
- Torremorell, A., J. Bustingorry, R. Escaray y H. Zagarese. 2007. Seasonal dynamics of a large, shallow lake, laguna Chascomús: the role of light limitation and other physical variables. *Limnologia*, 37(1): 100-108.
- Wege, G.J. y R.O. Anderson. 1978. Relative weight (Wr): a new index of condition for largemouth bass. En: Novinger, G. y J. Dillard. (eds.). *New approaches to the management of small impoundments*. American Fisheries Soc., North Central Division, Special Publ. Maryland: 79-91.